HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS

Instituciones

Firma institución:

Firma Colegio Visados

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Autor/es del documento

Nombre: Sergio Robles Fernández
Número de colegiado: 1879
Colegio de: Principado de Asturias

ROBLES FERNANDEZ SERGIO - 10891261W

Firmado digitalmente por ROBLES FERNANDEZ SERGIO - 10891261W
Fecha: 2021.12.10 15:40:08 +01'00'

Nombre:
Número de colegiado:
Colegio de:

Nombre:
Número de colegiado:
Colegio de:

Nombre:
Número de colegiado:
Colegio de:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

Nº Visado: 20211618V

Fecha: 13/12/2021

VISADO

MODIFICADO
PROYECTO TÉCNICO
PARQUE EÓLICO
CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

Concejos de Boal y Castropol

Asturias

Llanera, Octubre de 2021

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

INDICE GENERAL DEL PROYECTO

I. MEMORIA

II. ANEXOS

- Anexo I. Estudio de Validación del Aerogenerador
- Anexo II. Señalamiento e Iluminación de Turbinas
- Anexo III. Aerogenerador
- Anexo IV. Obra Civil
- Anexo V. Cálculos Eléctricos
- Anexo VI. Estudio Geotécnico
- Anexo VII. Programa de Ejecución
- Anexo VIII. Estudio de Seguridad y Salud
- Anexo IX. Relación de Bienes y Derechos Afectados
- Anexo X. SET Carrugueiro
- Anexo XI. LSAT
- Anexo XII. Drenajes

III. PLANOS

IV. PLIEGO DE CONDICIONES

V. PRESUPUESTO

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

HISTÓRICO

FECHA	REV.	COMENTARIOS	AUTORES		
			ELABORADO	REVISADO	APROBADO
07/21	00	Creación del Documento	JVF	SVF	SRF
09/21	01	Modificación Comentarios	AFF	SVF	SRF
10/21	02	Modificación Evacuación	AFF	SVF	SRF
11/21	03	Modificación Comentarios	AFF	SVF	SRF

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

MEMORIA

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN 9

2. PROMOTOR Y PETICIONARIO 12

3. ANTECEDENTES 13

4. OBJETO 16

5. NORMATIVA 17

5.1. EÓLICA Y ENERGÉTICA AUTONÓMICA Y NACIONAL 17

5.2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS 17

5.3. OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS 18

5.4. SEGURIDAD Y SALUD 19

5.5. MEDIOAMBIENTE 19

6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PARQUE EÓLICO 20

6.1. LAY-OUT DEL PARQUE EÓLICO 21

6.1.1. Orografía de la Zona 21

6.1.2. Compatibilidad de Usos 21

6.1.3. Recurso Eólico de la Zona 21

6.1.4. Separación Mínima entre Aerogeneradores 22

6.1.5. Elementos Protegidos del Patrimonio Cultural Existente en la Zona 23

6.1.6. Minimización del Impacto Ambiental 23

6.1.7. Obra Civil 23

6.1.8. Lay-Out Definitivo 23

6.2. AFECCIONES DEL PARQUE EÓLICO 25

6.2.1. Servidumbres Aeronáuticas 25

6.2.2. Confederación Hidrográfica del Cantábrico 27

6.2.3. Términos Municipales 28

6.2.4. Telecomunicaciones 28

6.2.5. Cultura 30

6.2.6. Otros Parques Eólicos 30

6.2.7. Cruzamientos Viales y Carreteras 30

6.3. EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA 31

7. ACCESOS AL PARQUE 32

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

8. AEROGENERADOR 34

9. EVALUACIÓN DEL RECURSO EÓLICO 35

9.1. ESTIMACIÓN ENERGÉTICA 36

10. INFRAESTRUCTURA DE OBRA CIVIL 37

10.1. CIMENTACIONES PARA LOS AEROGENERADORES 37

10.2. PLATAFORMA DE MONTAJE 38

10.3. VIALES 39

10.4. CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA 40

11. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA 41

11.1. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN DE LOS AEROGENERADORES 41

11.1.1. Celda de Protección de Transformador 42

11.1.2. Celda de Entrada de Línea 42

11.1.3. Celda Función de Seccionador 43

11.2. RED DE TIERRAS DE LOS AEROGENERADORES 44

11.3. CONDUCTORES 44

11.3.1. Cables XLPE 44

11.3.2. Cable de Fibra Óptica 45

11.3.3. Red de Tierras 46

12. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 46

12.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL EMPLAZAMIENTO 47

12.2. NIVELES DE TENSIÓN 48

12.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 48

12.3.1. Parte Interna 48

12.3.2. Parte Externa 49

12.4. ALTURAS Y DISTANCIAS ADOPTADAS PARA EXTERIOR 51

12.5. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA 51

12.6. CONDUCTORES, RACORES Y PIEZAS DE CONEXIÓN 52

12.6.1. Control y Protecciones del Parque Interior 53

12.6.2. Unidades de Control 53

12.6.3. Control y Protecciones 53

12.7. EQUIPO DE MEDIDA 56

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

12.8. SERVICIOS AUXILIARES 56
12.8.1. Servicios Auxiliares de Corriente Alterna 57
12.8.2. Servicios Auxiliares de Corriente Continua 57
12.9. SISTEMA DE TELECONTROL..... 57
12.10. APARAMENTA DEL PARQUE DE INTEMPERIE 58
12.10.1. Reactancia de P.A.T. 58
12.10.2. Transformador de Potencia. 59
12.10.3. Módulo híbrido 59
12.10.4. Transformador de Tensión 61
12.10.5. Pararrayos Autoválvulas 62
12.10.6. Aisladores de Soporte 62
12.11. APARAMENTA DEL PARQUE INTERNO..... 62
12.11.1. Descripción de las Celdas 64
12.11.2. Aparellaje 65
12.11.3. Interruptor de Celda 65
12.11.4. Transformador de Intensidad de Celda 66
12.11.5. Transformador de Tensión de Celda 66
12.11.6. Seccionador de Tres Posiciones 67
13. LÍNEA DE EVACUACIÓN DE ALTA TENSIÓN 68
13.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES 68
13.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO. 69
13.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONDUCTOR. 71
13.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA..... 73
13.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE DE PUESTA A TIERRA. 73
14. ESTUDIO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS EN LA PROXIMIDAD DE LAS INSTALACIONES 74
14.1. LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS 74
14.2. CONDICIONES DE DISEÑO DEL PARQUE EÓLICO 76
14.3. CONCLUSIONES OBTENIDAS Y MEDIDAS ADOPTADAS 76
15. RESUMEN 78
16. CONCLUSIONES 78

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1. INTRODUCCIÓN

La preocupación por la degradación medioambiental, la conveniencia de disminuir la dependencia de las importaciones energéticas y aumentar la seguridad de suministro son los factores que han contribuido decisivamente a desarrollar la investigación, desarrollo y aplicaciones de las energías renovables que pueden aportar mejores soluciones técnicas y económicas al problema del suministro energético. Dentro de este campo, la energía eólica, por su grado de desarrollo, sus actuales costes y su carácter limpio e inagotable, está obteniendo un alto potencial de aplicación, como recurso energético endógeno en aquellas áreas que cuentan con el viento necesario para explotar su aplicación.

En el caso concreto de Asturias, se experimentó un gran crecimiento de la actividad eólica durante la primera década de los años 2000. En el año 1999, bajo el marco del Decreto 13/1999, de 11 de marzo, por el que se regulaba el procedimiento para la instalación de parques eólicos en el Principado de Asturias, comenzaron a aparecer las primeras solicitudes para la instalación de parques en el territorio regional. Desde entonces han sido numerosas las peticiones que se han presentado para el aprovechamiento del potencial eólico asturiano.

En el año 2005, la Comisión de Urbanismo y Ordenación del Territorio del Principado de Asturias, en la sesión de 23 de mayo, acordó la aprobación inicial de las Directrices Sectoriales para el Aprovechamiento de la Energía Eólica. Lo que abrió las puertas a que en el BOPA num.128 de 3 de junio de 2008, fuera publicado el Decreto 42/2008, de 15 de mayo, por el que se aprueban definitivamente las Directrices Sectoriales de Ordenación del Territorio para el aprovechamiento de la energía eólica, junto con el Decreto 43/2008, de 15 de mayo, sobre procedimientos para la autorización de parques eólicos por el Principado de Asturias.

Desde el punto de vista Estatal, en noviembre de 2011, el Consejo de Ministros aprobó el Plan de Energías Renovables 2011-2020, estableciendo objetivos acordes con la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. El PER pretendía impulsar las energías renovables y la eficiencia energética imponiendo políticas económicas y medioambientales, así como seguridad en el suministro, para el fomento de las energías renovables. Así mismo, establecía una cuota mínima del 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo bruto anual de energía para el año 2020.

No obstante, las líneas de actuación de los últimos años han sido muy distintas, con una tasa del 15,6% de implantación de energías renovables, que harían que no se cumplieran los objetivos para 2020 marcados por la Directiva Europea. Sin embargo,

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

existen algunos signos que indican un cambio inminente en la política energética del país, y específicamente en lo que a las Energías Renovables se refiere:

- La aprobación del Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, estableciendo un marco regulatorio que garantice una rentabilidad razonable de los proyectos de estas tecnologías, después de varios años de incertidumbre y falta de marco estable.
- El empuje del autoconsumo, con la creciente petición del espectro parlamentario pidiendo una metodología de peajes y cargos más favorable al desarrollo de estos proyectos.
- La continúa bajada de precios de las instalaciones en todo el mundo, que hacen más viable la rentabilidad de este tipo de inversiones sin primas estatales.
- Las subastas realizadas en los años 2016 y 2017, orientadas a reconducir la situación y poder cumplir con el objetivo de energía de la UE en 2020.

En lo que respecta a la regulación comunitaria, a finales del mes de noviembre de 2016 la Comisión Europea publicó, bajo el título genérico de *'Energía limpia para todos los europeos',* una nueva propuesta de desarrollo legislativo, a la que se ha denominado coloquialmente como *'Winter Package'*, que incluye, en lo que se refiere al sector eléctrico, una propuesta de nueva Directiva comunitaria, que sustituirá a la actualmente en vigor Directiva 2009/72/CE, y de sus correspondientes desarrollos reglamentarios.

El *Winter Package* se enmarca en el objetivo de la Unión Europea de liderar la transición hacia una energía limpia, para lo que en febrero de 2015 ya se dio el primer paso con la publicación del paquete no legislativo de la *'Unión de la Energía'*, que definió un nuevo marco estratégico para lograr los objetivos comunitarios de política energética en el horizonte 2030 (40% de reducción de emisiones respecto a 1990, 27% de cuota de renovables sobre el consumo final de energía, 27% de ahorro energético respecto a las previsiones de consumo y 15% de capacidad de interconexión entre países miembros).

De esta forma, el *Winter Package*, una vez que se apruebe tras un proceso de tramitación que puede prolongarse durante unos dos años, se convertirá en el espaldarazo normativo necesario para conseguir una transición hacia una energía limpia acorde con los principios de la política energética de la UE, incluyendo a tal efecto propuestas legislativas relativas a la eficiencia energética, las energías renovables, el diseño del mercado de la electricidad, la seguridad del abastecimiento de electricidad y las normas de gobernanza de la Unión de la Energía.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V | Fecha: 13/12/2021
VISADO

Por otro lado, y desde el punto de vista del sector eléctrico español actual, el informe del Sistema Eléctrico de 2016, publicado por REE pone de manifiesto varios puntos relevantes:

- La demanda en 2016 creció por segundo año consecutivo tras la crisis económica.
- Los programas de intercambio de energía de España con otros países registraron, por primera vez desde el año 2003, un saldo neto importador.

La potencia instalada del parque generador de energía eléctrica en España desciende en 2016, tras una larga senda de crecimiento continuado con la única excepción de la leve caída experimentada en 2014, debido a la baja de varias centrales de carbón.

Los puntos anteriores hacen que resulte conveniente incorporar al sistema eléctrico nueva potencia de generación con coste bajo en el mercado, como es el caso de las energías renovables. Esto está en línea con las indicaciones europeas de objetivos de energías renovables más ambiciosos para la siguiente década.

Además, si bien en 2016 el porcentaje de demanda cubierto con energías renovables aumentó respecto a años anteriores debido a la gran participación de la energía hidráulica, 2017 fue un año muy seco, con los embalses en niveles muy bajos y esta situación es probable que se repita, lo que hace que resulte necesario incorporar potencia de otras tecnologías renovables.

Todo lo anterior justifica por lo tanto el desarrollo de proyectos como el que es objeto de este documento y que se hace teniendo en cuenta la planificación de la infraestructura de la red de transporte de REE, fundamental para conseguir los objetivos de la Unión Europea, manteniendo en todo momento la calidad del servicio en los índices que REE está consiguiendo en los últimos años, como también se pone de manifiesto en el citado informe del año 2016.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2. PROMOTOR Y PETICIONARIO

El grupo ELECTRA NORTE nace en 1923 con el objetivo de explorar las utilidades de la energía eléctrica, y comienza a distribuir electricidad a través de la empresa Electra de Carbayín en los concejos asturianos de Siero y Bimenes. A partir de la entrada en vigor de la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico y gracias al proceso de liberación, se especializa en la generación de energía eléctrica a partir de distintas fuentes de origen renovable. Sus actividades se enfocan a la promoción, construcción y explotación de instalaciones de producción de electricidad a partir de energías renovables, usando distintas tecnologías tales como la eólica, la solar fotovoltaica y la minihidráulica. La fuerte apuesta por las distintas tecnologías renovables, su posicionamiento estratégico y su equipo directivo con una amplia experiencia en el sector, posicionan a Electra Norte como una de las compañías con mayor recorrido entre las empresas del sector.

ELECTRA NORTE, como desarrollador integral de proyectos y obras en el sector de la generación de energía, plantea sus instalaciones a partir de los siguientes principios y criterios:

- Selección de los emplazamientos de alto valor energético, independientemente de la potencia a instalar.
- Elección de emplazamientos con facilidad para la evacuación de energía.
- Desarrollo, tanto de parques de inmediata realización, como de otros proyectos a medio-largo plazo.
- Especial atención a la integración de los parques en el entorno.
- Adquisición de las tecnologías de equipamiento y construcción más eficientes.
- Adquisición de la mayor cantidad de suministros y servicios en compañías que desarrollen su actividad en la zona de instalación.

El promotor y peticionario del proyecto Parque Eólico Carrugueiro es la sociedad PE CARRUGUEIRO, SL, con domicilio social y a efectos de notificaciones en Calle Belarmino García Roza, 2C Bajo, término municipal de Siero, Principado de Asturias, con CIF B74447202 e inscrita en el Registro Mercantil de Asturias en el Tomo 4317, Libro 0, Folio 118, Hoja AS-53493, Inscripción 1 con fecha 14 de agosto de 2018.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3. ANTECEDENTES

Se detallan a continuación los antecedentes más relevantes, con relación a los diferentes trámites administrativos vigentes, del expediente PE-159 (*acumulación de expedientes PE-159 y PE-220*):

Parque Eólico Carrugueiro (Expte PE-159)

i. Con fecha 27 de enero de 2009, se solicitó en la Consejería de Industria y Empleo la Autorización Administrativa del proyecto de Parque Eólico CARRUGUEIRO.

ii. Con fecha 21 de diciembre de 2009, se publica la Resolución de 9 de diciembre de 2009, de la Consejería de Industria y Empleo, por la que se resuelve el trámite de selección de solicitudes en competencia para la instalación de parques eólicos en el emplazamiento EE-4 a favor de Electra Norte Energía, S.A.U., para la instalación del parque eólico denominado Carrugueiro (PE-159).

iii. Con fecha 22 de julio de 2014 se publica la Resolución de 27 de junio de 2014 (BOPA núm. 169 de 22-VII-2014), de la Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, por la que se emite la declaración de impacto ambiental del proyecto de parque eólico PE-159, denominado "Carrugueiro", en el concejo de Boal. Expte. IA-IA-0096/10.

   Posteriormente se emite Resolución de 10 de diciembre de 2018, de la Consejería de Infraestructuras, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, por la que se formula la vigencia de la declaración de impacto ambiental del citado Expte. IA-IA-0096/2010.

Parque Eólico Carrugueiro II (Expte PE-220)

i. Con fecha 23 de marzo de 2010, se solicitó en la Consejería de Industria y Empleo la Autorización Administrativa del proyecto de Parque Eólico CARRUGUEIRO II.

ii. Con fecha 17 de agosto de 2011, se publica la Resolución de 8 de julio de 2011, de la Consejería de Industria y Empleo, por la que se resuelve el trámite de selección de solicitudes en competencia para la instalación de parques eólicos en un emplazamiento concreto. (Expte. EE-26), seleccionando como solicitud preferente para este emplazamiento la presentada por Terranova Energy Corp. S.A.U. Sin embargo, posteriormente, con fecha 11 de abril de 2012, en el BOPA num. 83 se publica la Resolución de 19 de marzo de 2012, de la Consejería de Industria y Empleo, por la que se acepta desistimiento a la selección en competencia de solicitud de parque eólico y se selecciona al primer suplente

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

(Expte. EE-26), que en este caso se trata de Electra Norte Energía S.A.U. para la instalación del parque eólico denominado Carrugueiro II (PE-220).

iii. Con fecha 30 de septiembre de 2014 se publica la Resolución de 27 de agosto de 2014 (BOPA núm. 227 de 30-IX-2014), de la Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, por la que se emite la declaración de impacto ambiental del proyecto de instalación del parque eólico PE-220 "Carrugueiro II", en el concejo de Boal. Expte. IA-IA-0153/12.

Posteriormente se emite Resolución de 10 de diciembre de 2018, de la Consejería de Infraestructuras, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, por la que se formula la vigencia de la declaración de impacto ambiental del citado expediente Expte. IA-IA-0153/2012.

Común a ambos expedientes:

i. Punto de Conexión y Acceso a la red de la compañía distribuidora Viesgo Distribución Eléctrica, SL.

En el proyecto técnico original de 02 de marzo de 2011 se propone la evacuación de la energía a través de una línea aérea de alta tensión de 132 kV, con entrada y salida en la propia subestación, que se conectará al apoyo nº 24 de la línea eléctrica de 132 kV, denominada Dorias – Mondoñedo (código A28889), propiedad de E.ON Distribución, S.L.

Con fecha 27 de septiembre de 2011 E.ON Distribución, S.L., comunica a la empresa promotora que tras analizar el punto de conexión propuesto no resulta viable al no concurrir en el mismo los criterios establecidos en la normativa aplicable, una vez considerada la solución global. Conforme a la referida solución global el punto de acceso y conexión sería las barras de 132 kV de la SE Sanzo.

Con fecha 12 de febrero de 2019 Viesgo Distribución Eléctrica SL comunica a la promotora la aceptabilidad desde la perspectiva de la red de transporte para el acceso a la red de distribución de los Parques Eólicos Carrugueiro I y Carrugueiro II, con una potencia total de (7,875+8) MW, situados en el término municipal de Boal (Asturias), con afección a la red de transporte en Pesoz 400 kV. El punto de conexión serán las barras de 132 kV de la SE Sanzo.

ii. Plan Especial Urbanístico

En cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 285.1) del Decreto 278/2002, de 4 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Ordenación del Territorio y Urbanismo del Principado de Asturias, y concordantes de aplicación, se hace público que **por acuerdo del Ayuntamiento Pleno de 28 de junio de 2018, se aprobó definitivamente el Plan Especial del Parque Eólico Carrugueiro**, BOPA núm. 234 de 03-xii-2020.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Acumulación de Expedientes

A la vista de la solicitud de 22/04/2021 cursada por la sociedad ELECTRA NORTE ENERGÍA, SAU, mediante la que solicitan la unificación de los expedientes PE-220 parque eólico "Carrugueiro II" y PE-159 parque eólico "Carrugueiro"; teniendo en cuenta que los proyectos están situados en un entorno geográfico muy cercano (menos de 1000m); siendo la potencia resultante no superior a los 50 MW por lo que se mantiene en el ámbito competencial de esta Administración; y en observación de lo dispuesto en el artículo 57)1 de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, el Servicio de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Consejería de Industria, Empleo y Promoción Económica, dispone la **acumulación de los expedientes PE-159 "CARRUGUEIRO" y PE-220 "CARRUGUEIRO II" en el expediente PE-159 "CARRUGUEIRO".**

Cambio de Titularidad

El 22/04/2021, por las representaciones legales de la mercantil la sociedad "ELECTRA NORTE ENERGÍA, S.A.U." y de "PE CARRUGUEIRO, S.L.U.", se presentó un escrito en el que conjuntamente con la aportación de diversa documentación, de la que se desprende y acredita la capacidad legal, técnica y económica de esta última sociedad, se finaliza solicitando a la Consejería de Industria, Empleo y Promoción Económica que se proceda a autorizar administrativamente el cambio de titularidad del referido expediente para la instalación del denominado parque eólico "CARRUGUEIRO" (PE-159) y con ello de los derechos implicados o que puedan derivarse de la tramitación del mismo, de la sociedad "ELECTRA NORTE ENERGIA, S.A.U." a favor de "PE CARRUGUEIRO, S.L.U."

En consecuencia, el Servicio de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Consejería de Industria, Empleo y Promoción Económica resuelve **autorizar administrativamente el cambio de titularidad de los derechos implicados o que puedan derivarse de la tramitación del expediente para la instalación del parque eólico denominado "CARRUGUEIRO" (PE-159), de la mercantil "ELECTRA NORTE ENERGÍA, S.A.U", a favor de "PE CARRUGUEIRO, S.L.U."**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4. OBJETO

El objeto de este proyecto denominado "**Modificado Proyecto Técnico Parque Eólico Carrugueiro**" es múltiple:

- En primer lugar, recoger las modificaciones respecto al proyecto redactado por el Ingeniero Industrial D. Sergio Robles Fernández, Colegiado nº1879 del Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de Asturias y León (visado el 02 de marzo de 2011 con el número 20110389). Las modificaciones objeto de este documento son principalmente:
    - Cambio de modelo de aerogenerador. Pasamos de aerogeneradores modelo G87-2,0 MW Hh78m que ya no se comercializan, a aerogeneradores modelo SG132-5.X MW Hh84m o similar mucho más eficientes.
    - Cambio de número de aerogeneradores. Tras la acumulación de expedientes (PE-159 y PE-220) el Parque Eólico Carrugueiro PE-159 pasó a tener 6 aerogeneradores. Con el presente Modificado de proyecta un parque eólico de 3 aerogeneradores por lo que reducimos en un 50% el número de máquinas a instalar, consiguiendo de esta forma un menor coste de la energía (LCOE) y un beneficio medioambiental.
- Servir de base para la obtención de la Autorización Administrativa de construcción.
- Acompañar al documento ambiental necesario para solicitar el inicio de la evaluación de impacto ambiental.
- Adaptar la solución de evacuación al punto de conexión concedido por la compañía distribuidora en la subestación Sanzo 132kV.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

5. NORMATIVA

Para la elaboración de este documento se ha tenido en cuenta la siguiente legislación y normativa aplicable:

5.1. EÓLICA Y ENERGÉTICA AUTONÓMICA Y NACIONAL

- Decreto 42/2008, de 15 de mayo, por el que se aprueban definitivamente las Directrices Sectoriales de Ordenación del Territorio para el aprovechamiento de la energía eólica.
- Decreto 43/2008, de 15 de mayo, sobre procedimientos para la autorización de parques eólicos por el Principado de Asturias.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

5.2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Modificaciones posteriores mediante Decreto 1454/2005 de 2 de diciembre.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 A 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 52.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 52.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica, por el que se establecen los criterios y el procedimiento de aplicación a la solicitud y obtención de los permisos de acceso y de conexión a un punto de la red, por parte de los productores, transportistas, distribuidores, consumidores y titulares de instalaciones de almacenamiento, en desarrollo de lo previsto en el artículo 33 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

5.3. OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS

- Decreto 1247/2008, de 22 de agosto por el que se establece la Instrucción de hormigón estructural EHE-08.
- Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural. Cimientos. CTE DB-SE-C.
- Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acciones en la edificación CTE DB-SE-AE.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC_16).
- Orden de 6 de febrero de 1976 del Ministerio de Obras Públicas, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y sus modificaciones posteriores.
- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) (Decreto 1247/2008, de 22 de agosto).
- Instrucción de Carreteras 5.2-IC "Drenaje Superficial".
- Norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5.4. SEGURIDAD Y SALUD

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones de la Ley 54/2003 de 12 de diciembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud de las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales

5.5. MEDIOAMBIENTE

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PARQUE EÓLICO

El área de implantación donde se proyecta el Parque Eólico Carrugueiro afecta principalmente al Concejo de Boal y en parte al de Castropol dónde se ubicará la subestación transformadora. Los aerogeneradores se sitúan en la parte sur de la Sierra de Penouta, en el paraje conocido como Llares, en el entorno del Vértice Geodésico Carrugueiro (951 m.s.n.m.).

Las poblaciones más próximas son Villar de San Pedro, situada al sur del parque eólico, Carrugueiro y Boal al este, Brañadesella al oeste y los núcleos de Rozadas y el Gumio que se encuentran al norte. Los terrenos sobre los que se sitúa son mayoritariamente de titularidad municipal.

El Parque Eólico Carrugueiro tendrá una potencia instalada de 15,875 MW y estará constituido por 3 aerogeneradores dispuestos a lo largo de un cordal de aproximadamente 590m de longitud, que sigue la orientación de la sierra, buscando una dirección lo más perpendicular posible a los vientos predominantes en la zona. La energía generada se conducirá mediante canalización subterránea hasta la subestación transformadora donde se adaptará el nivel de tensión al del eje de evacuación de los parques eólicos en explotación y en desarrollo de la zona.

Los aerogeneradores permiten evacuar en media tensión directamente gracias a los centros de transformación internos, evitando edificaciones adicionales. Además, las líneas de evacuación serán subterráneas hasta la subestación transformadora. Los viales, que se ejecutarán intentando aprovechar en la medida de lo posible las pistas existentes, serán de pavimento mejorado u hormigón en caso de tramos de gran pendiente, de forma que se minimice el impacto ambiental. La tierra sobrante de la ejecución de las zapatas de los aerogeneradores se distribuirá en las inmediaciones de estos aprovechando la disposición del terreno, de forma que se eviten escombreras, cuyo impacto visual sería mayor. Las medidas de restauración se ejecutarán de forma paralela a la realización de las obras, de modo que, a medida que progresen éstas, se llevarán a cabo las labores de remodelado y revegetación.

Los terrenos en los que se prevé instalar el Parque Eólico Carrugueiro no se encuentran en ninguna de las Zonas de Exclusión contempladas en el Decreto 42/2008, de 15 de mayo, por el que se aprueban definitivamente las Directrices Sectoriales de Ordenación del Territorio para el aprovechamiento de la energía eólica, definidas como:

- Zona de exclusión de interés arqueológico
- Zona de exclusión de interés faunístico
- Zona de exclusión de espacios protegidos
- Suelo No Urbanizable de Costas

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Zona de exclusión de interés forestal
- La totalidad de los de la Red Natura 2000
- La franja costera de Asturias (excepto las zonas industriales del centro de la región)

Dadas las características de esta instalación y su bajo nivel de ruido, será de tipo abierto y podrá ser objeto de visitas, siendo totalmente compatible con el uso ganadero.

6.1. LAY-OUT DEL PARQUE EÓLICO

Para la elaboración del lay-out definitivo del Parque Eólico, se han tenido en cuenta diversos factores:

- Orografía de la zona.
- Compatibilidad de usos.
- Recurso eólico de la zona.
- Separación mínima entre aerogeneradores.
- Elementos protegidos del Patrimonio Cultural existentes en la zona.
- Minimización del impacto medioambiental.
- Posibilidad de adecuar la obra civil a las especificaciones del fabricante del aerogenerador.

6.1.1. Orografía de la Zona

El óptimo funcionamiento de un Parque Eólico requiere que los aerogeneradores que lo componen sigan los cordales de las crestas principales de la formación montañosa sobre la que se sitúan.

6.1.2. Compatibilidad de Usos

La Directriz 13 del Decreto 42/2008 recomienda que los aerogeneradores que componen un Parque Eólico guarden una serie de retranqueos mínimos, siendo aplicables en este caso:

- 200m a Carreteras de la Red Regional del Principado de Asturias.
- 1.000m a entidades de población delimitadas como núcleo rural.

Por lo tanto, en el caso de la ubicación de todos los aerogeneradores de este Parque Eólico, se ha conseguido dar cumplimiento a estas medidas recomendadas.

6.1.3. Recurso Eólico de la Zona

La colocación de los aerogeneradores sobre el terreno se hará de tal forma que las máquinas estén alineadas lo más perpendicularmente posible a la dirección predominante de viento. Los detalles de este estudio vienen adjuntos en el Anexo I.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.1.4. Separación Mínima entre Aerogeneradores

La búsqueda de una alineación de los aerogeneradores lo más perpendicular posible a la dirección predominante del viento, siempre ha de compaginarse con la orientación de la sierra sobre la que se sitúa el Parque, factores que en ciertas ocasiones parecen incompatibles. Es en este momento cuando ha de considerarse la separación mínima entre máquinas.

Este es un factor a tener en cuenta con vistas a conseguir una mayor duración de las máquinas (disminuyendo los problemas de fatigas), y unas menores pérdidas por interferencia de estelas, lo que equivale a un máximo rendimiento energético del Parque. Además, este factor es decisivo a la hora de lograr una mejor integración paisajística.

En el *Decreto 42/2008, de 15 de mayo*, por el que se aprueban definitivamente las Directrices Sectoriales de Ordenación del Territorio para el aprovechamiento de la energía eólica se establecen unos valores mínimos de distancia entre torres de acuerdo a sus dimensiones, considerando a priori como más adecuados los siguientes:

- En la dirección perpendicular a la dominante del viento: 2 veces el diámetro del rotor.
- En la dirección del viento dominante: 5 veces el diámetro del rotor.
- En cualquier otra dirección, la suma vectorial de las anteriores.

Las distancias entre los aerogeneradores del Parque son:

	Distancia (m)	**Diámetros de rotor (D=132m)**
CAR01 – CAR02	299,10	2,266 D
CAR02 – CAR03	347,70	2,634 D

Tabla 1:Distancias entre Aerogeneradores expresadas en Diámetros de Rotor

Los aerogeneradores se encuentran alineados en la dirección perpendicular a la dominante del viento, por lo que se considerará el primer criterio de 2 diámetros de rotor. Este criterio se cumple ya que la distancia mínima entre aerogeneradores es 2,266 diámetros.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.1.5. Elementos Protegidos del Patrimonio Cultural Existente en la Zona

Una de las directrices de la normativa vigente, concretamente la directriz 11ª del Decreto 42/2008, se menciona lo siguiente:

"Desde las instalaciones, con carácter genérico, se mantendrán las siguientes distancias a los elementos protegidos:

a) Desde los generadores a los elementos protegidos: vez y media la altura máxima del aerogenerador, hasta el eje del rotor, media desde el borde del bien hasta el eje.

b) Desde límites de líneas subterráneas, caminos o plataformas de montaje, 25 m al límite del elemento protegido".

6.1.6. Minimización del Impacto Ambiental

Durante el diseño del lay-out definitivo se ha buscado la máxima integración paisajística y el mejor ordenamiento estético del conjunto, evitándose la instalación de aerogeneradores que rompan la alineación principal que compone el Parque; siempre en función de las condiciones técnicas de la instalación. Además, se ha buscado minimizar, en la medida de lo posible, la longitud de vial y zanja a realizar, de forma que:

- Viales: se aprovechará la orografía de la zona, buscando minimizar el movimiento de tierras a realizar.
- Zanja: discurrirá en la medida de lo posible paralela al vial interno del Parque Eólico.

6.1.7. Obra Civil

En algunos casos, a la hora de construir el Parque Eólico, las características de la orografía de la zona pueden convertir en crítico el factor de la obra civil. Esto se debe a las considerables dificultades que puede conllevar el transporte de aerogeneradores hasta el emplazamiento, al igual que su acopio y posterior montaje.

En el caso del Parque que nos ocupa, el lay-out se ha diseñado de forma que la obra civil que conlleve cumpla en todo momento con las exigencias requeridas por el fabricante del modelo del aerogenerador escogido.

6.1.8. Lay-Out Definitivo

Tras tener en cuenta todos los factores explicados anteriormente, se ha decidido situar los diferentes elementos que componen el Parque Eólico en las coordenadas que se indican en la tabla a continuación:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

	ETRS 89 (Huso 29)		Z (m)
	X	Y	
CAR - 01	673433	4808974	910
CAR – 02	673644	4808762	937
CAR - 03	673587	4808419	903
SET	668638	4807559	
	668670	4807574	
	668688	4807538	
	668656	4807522	

Tabla 2. Coordenadas UTM de los diferentes elementos del Parque Eólico.

Es necesario tener en cuenta, que la coordenada Z de las posiciones de los aerogeneradores puede sufrir ligeras modificaciones durante la fase de ejecución, ya que los datos plasmados en este proyecto respecto a dichas cotas, son los óptimos en base a los estudios facilitados durante esta parte del proyecto.

En la siguiente imagen puede observarse la simulación aérea del lay-out del Parque Eólico:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Imagen 1. Lay-Out proyectado para el Parque Eólico

6.2. AFECCIONES DEL PARQUE EÓLICO

El Parque Eólico presenta ciertas afecciones en la superficie a ocupar. Además de las afecciones a los términos municipales mencionados anteriormente, existen afecciones a otros organismos. A continuación, se realiza una breve descripción de las principales afecciones.

6.2.1. Servidumbres Aeronáuticas

Aunque las turbinas eólicas del Parque están fuera de las zonas de servidumbres aeronáuticas, la altura total de las mismas es superior a 100 m sobre planicies o partes prominentes del terreno.

Por este motivo, y para que las turbinas eólicas del Parque no supongan ningún riesgo para la navegación aérea, las características del señalamiento y de la iluminación de las mismas se ajustarán a las especificaciones de la Guía de Señalamiento e Iluminación de Turbinas y Parques Eólicos, la cual ha sido elaborada por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) tomando como referencias generales los siguientes documentos:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Volumen 1, Capítulo 6) de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional).
- Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de servidumbres aeronáuticas, modificado por el Real Decreto 297/2013, de 26 de abril.
- Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, Normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y se regula la certificación de los aeropuertos de competencia del Estado.

Como norma general, para la señalización de Parques Eólicos se pintarán los aerogeneradores íntegramente de color blanco o grisáceo los álabes del rotor, la barquilla y los 2/3 superiores del mástil de soporte de todas las turbinas eólicas.

En cuanto a la iluminación, la altura del aerogenerador es superior a 150 m, por lo que, se dispondrá de un sistema de iluminación Dual Media A/ Media C, en la parte superior de la góndola, además de un nivel intermedio de luces de baja intensidad Tipo E en torre. La iluminación en la barquilla tendrá un sistema redundante de forma que en caso de que se funda una baliza se conecte automáticamente a la reserva.

Los sistemas duales dispondrán de un sistema que permita el cambio de tipo de luz en función de la luminancia de fondo considerando:

- Día - Luminancia de fondo superior a 500 cd/m^2.
- Crepúsculo - Luminancia de fondo entre 50 cd/m^2 y 500 cd/m^2.
- Noche - Luminancia de fondo inferior a 50 cd/m^2.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.2.2. Confederación Hidrográfica del Cantábrico

En el diseño definitivo del trazado de viales y zanjas se ha respetado en la medida de lo posible el entorno medioambiental en que se encuadra. Hay que destacar la presencia de varias charcas existentes dentro del ámbito del Parque y el nacimiento de varios ríos.

La superficie aproximada de las afecciones, las coordenadas en las que se encuentran situadas y las distancias que se han respetado con respecto a los elementos más cercanos del Parque se muestran en la siguiente tabla:

MASAS AGUA	X (m)	Y (m)	Distancia	Elemento
TURBERA 01	673770	4809397	92,16	VIAL-EJE 1
			89,90	LSMT
TURBERA 02	673570	4809113	108,40	PLATAFORMA AER.01
			117,65	VIAL-EJE 1
CHARCA 01.01	674041	4809365	181,20	LSMT
CHARCA 01.02	674057	4809349	175,77	LSMT
CHARCA 02	673819	4809076	62,16	VIAL - EJE 1
CHARCA 03	673632	4808808	9,61	LSMT
			47,98	AER.03
CHARCA 04	673149	4809586	287,97	LSMT
CHARCA 05	673020	4809360	50.667	LSMT
CHARCA 06	672930	4809387	29,43	LSMT
CHARCA 07	672258	4809278	40,09	LSMT
CHARCA 08	670880	4808793	63,40	LSMT
CHARCA 09	670670	4808630	44,92	LSMT
CHARCA 10	669985	4808618	113,94	LSMT
CHARCA 11	669884	4808580	128,19	LSMT
CHARCA 12	669398	4808216	75,44	LSMT
CHARCA 13	669124	4807886	106,68	LSMT
CHARCA 14	669024	4807625	203,93	LSMT
FUENTE CALAMOUCO	674003	4809109	73,17	LSMT
FUENTE DEL SAPO	673845	4808861	129,43	LSMT

Tabla 3. Afecciones a masas de agua.

ARROYOS	Distancia	Elemento
GUMIO	66,83	VIAL EJE 1
GUMIO	83,20	VIAL EJE 1
GUMIO	37,55	LSMT
LLOMBO	179,57	LSMT

Tabla 4. Afección a ríos, regueros y arroyos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

CRUZAMIENTO ARROYOS	X (m)	Y (m)	Elemento
GUMIO-CRUZAMIENTO 01	673477	4809207	LSMT
GUMIO-CRUZAMIENTO 02	673480	4809204	VIAL

Tabla 5. Cruzamientos con arroyos

Se respetarán los cauces y distancias de acuerdo con la normativa vigente. Para consultar las afecciones de masas de agua de la LSMT consultar **los planos del proyecto.**

6.2.3. Términos Municipales

El parque Eólico está situado en el occidente asturiano, en el término municipal de Boal, a excepción de la Subestación Transformadora que se sitúa en el término municipal de Castropol. El área de implantación de los aerogeneradores se encuentra localizada en la zona sur de la Sierra de Penouta, situándose los aerogeneradores y demás elementos que constituyen el parque eólico en terrenos principalmente de titularidad municipal.

6.2.4. Telecomunicaciones

El Parque Eólico se encuentra localizado cerca de una estación de telecomunicaciones de Telefónica, denominada "Boal ER". Esta estación forma parte de una red de 15/23 GHz que se compone de las siguientes estaciones:

BOAL ER:	Latitud 43º 25' 18,93" N				
	Longitud 6º 50' 28,78" W				
Vano	**Extremo**	**Longitud de vano**	**Banda**	**Lat.**	**Long.**
330001-330163	BOAL/ORANGE	3,21 km	23 Ghz	43º26'54" N	6º49'32" W
330001-330398	VILLAYON/BERBEGUERA E.B.	10.11 km	15 GHz	43º26'06" N	6º43'04" W
330001-330397	VILLAYON/PARLERO E.B.	13,99 km	15 GHz	43º24'13" N	6º40'13"
330001-330393	BOAL/DOIRAS E.B.	5,11 km	23 GHz	43º22'43" N	6º49'12" W
330001-330308	LLANO/CEDEMONIO E.B.	6,10 km	23 GHz	43º22'04" N	6º49'43" W
330001-330010	GRANDAS DE SALIME E.R.	22,38 km	15 GHz	43º13'24" N	6º53'14" W
330001-330048	BOBIA E.B.	9,81 km	15/23 GHZ	43º22'39" N	6º56'46" W
330001-330082	VEGADEO E.B.	18,06 km	15 GHz	43º28'03" N	7º03'19" W
330001-330289	TAPIA/VALLE DE SAN AGUSTIN E.B.	10,72 km	15 GHz	43º30'18" N	6º54'32" W
330001-330268	FRANCO/SUEIRO	12,84 km	15 GHz	43º32'03" N	6º52'42" W

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Tabla 6. Vanos de la Red 15/23 GHz en la zona de Boal.

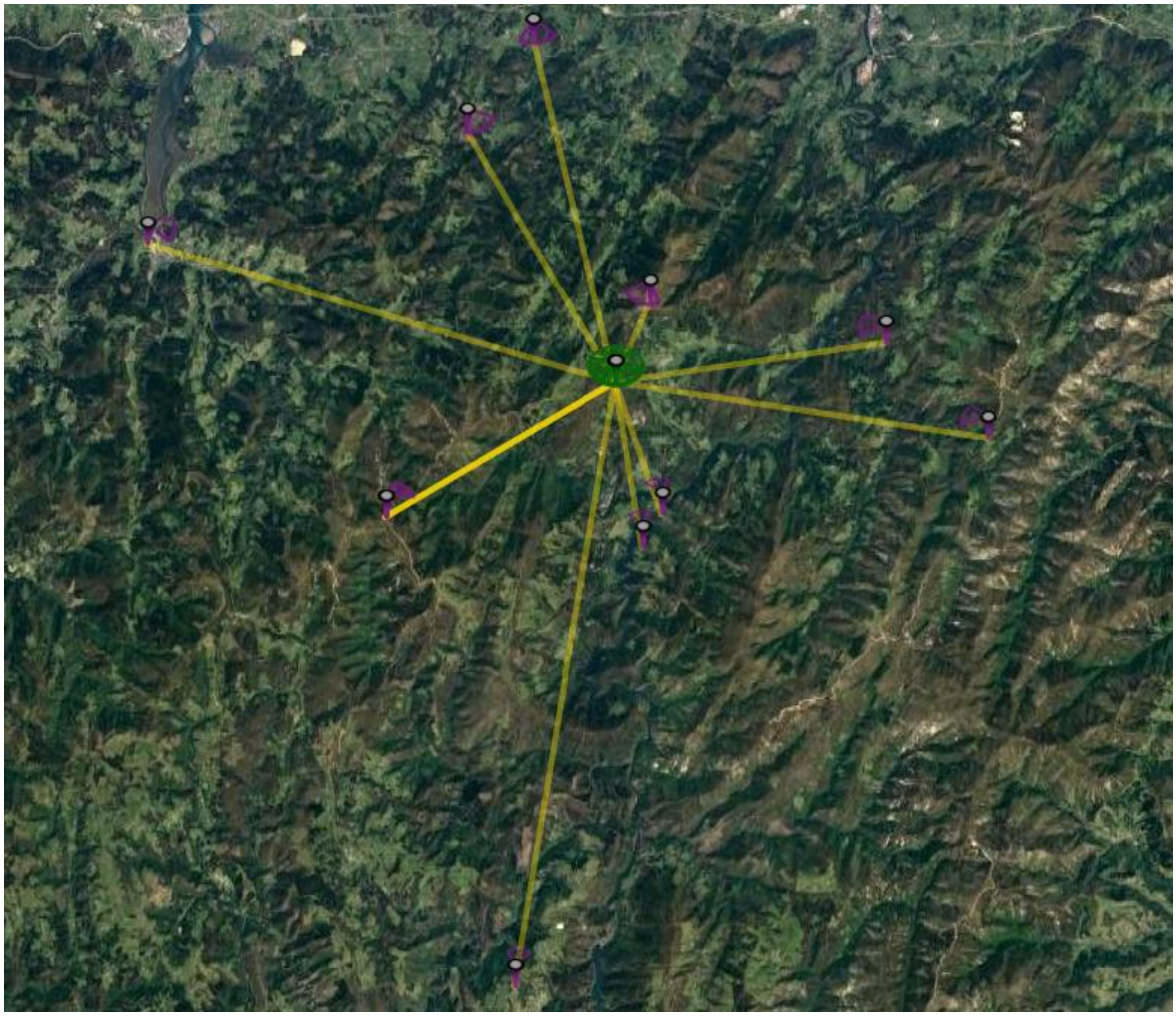


Imagen 2. Red 15/23 GHz en la zona de implantación del P.E.

El parque no corta ninguno de los vanos de dicha red. Las distancias a los vanos más cercanos desde cada posición de aerogenerador son:

VANO	AFECCION A AEROGENERADORES	
	Distancia (m)	Elemento
330001-330010 Boal – Grandas de Salime	931,39	CAR-01
	923,35	CAR-02
	1162,11	CAR-03
330001-330048 Boal - Bobia	685,43	CAR-01
	423,00	CAR-02
	131,92	CAR-03

Tabla 7. Superficie y Ubicación de los elementos afectados.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.2.5. Cultura

El Parque Eólico se encuentra cerca de varios elementos de patrimonio cultural. Las afecciones a estos se describen a continuación:

CULTURA	X (m)	Y (m)	Distancia	Elemento
ESTRUCTURA MURARIA-1	674054	4809341	159,14	LSMT
CONJUNTO TUMULAR-1	672810	4809455	108,34	LSMT
CONJUNTO TUMULAR-2	672155	4809228	44,60	LSMT
CONJUNTO TUMULAR-3	671473	4808940	139,64	LSMT
CONJUNTO TUMULAR-4	670977	4808815	67,33	LSMT
CONJUNTO TUMULAR-5	670098	4808621	110,67	LSMT
CONJUNTO TUMULAR-6	669028	4808012	51,77	LSMT
ESTRUCTURA MURARIA-2	673908	4808940	92,86	LSMT
ESTRUCTURA MURARIA-3	669080	4807584	345,14	LSMT

Tabla 8. Afecciones a elementos de patrimonio cultural.

6.2.6. Otros Parques Eólicos

En la zona se localizan otros Parques Eólicos a los que se afecta. En este caso, dado que se plantea compartir la traza de evacuación para minimizar el impacto ambiental del Parque, se afecta al PE Brañadesella. A continuación, se presenta la distancia de la traza de evacuación a los aerogeneradores del otro parque eólico.

PE BRAÑADESELLA	Distancia	Elemento
PEB05	111,14	LSMT
PEB04	27,95	LSMT
PEB03	44,49	LSMT
PEB02	106,64	LSMT
PEB01	62,60	LSMT

Tabla 9. Afecciones a otros parques eólicos.

6.2.7. Cruzamientos Viales y Carreteras

La línea de evacuación se cruza con los ejes proyectados para el parque en los siguientes puntos:

CRUZAMIENTO LSMT	X (m)	Y (m)
CRUCE LSMT CON EJE Nº 4 P.K. 0+005	672930,27	4809356,38
CRUCE LSMT CON EJE Nº 1 P.K. 1+121	673799,94	4809274,74
CRUCE LSMT CON EJE Nº 1 P.K. 1+230	673900,94	4809233,62
CRUCE LSMT CON EJE Nº 2 P.K. 0+143	673469,05	4808934,47

Tabla 10. Cruzamientos de la LSMT con los viales internos del parque.

La línea de evacuación también cruza en varios puntos con la carretera AS-361. A continuación, se detallan los puntos específicos:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

CRUZAMIENTO LSMT CON AS-361	X (m)	Y (m)
CRUCE LSMT	672916.98	4809360.85
CRUCE LSMT	671036.74	4808751.57
CRUCE LSMT	669641.98	4808243.77

Tabla 11. Cruzamientos de la LSMT con la carretera AS-361.

6.3. EVACUACIÓN DE LA ENERGÍA

El permiso de acceso y conexión concedido por la compañía distribuidora de la zona, Viesgo Distribución Eléctrica, SL, a PE Carrugueiro, SL, se localiza en las barras de 132 kV de la subestación SE Sanzo, con afección a la red de transporte en la subestación SE Pesoz 400 kV, por lo que en el presente Modificado se adaptará la solución de evacuación planteada en el proyecto original al punto de acceso y conexión otorgado.

Para evacuar la energía generada en el Parque Eólico hasta la SE Sanzo se dispondrá de una serie de infraestructuras eléctricas, algunas de ellas de nueva construcción (privadas o compartidas) y otras existentes. El diagrama unifilar, incluido en el apartado Planos, muestra esquemáticamente cada una de estas infraestructuras. Básicamente los aerogeneradores se agrupan formando una red interior que mediante canalización subterránea distribuyen la energía generada en media tensión, 30 kV, hasta la subestación transformadora que incorpora la energía generada en el Parque Eólico Carrugueiro, así como la de otros parques de la zona, y adapta el nivel de tensión a 132 kV. Desde esta subestación nos conectaremos con el punto de entronque al eje Sanzo 132 kV mediante una línea subterránea, en cumplimiento de la normativa vigente.

El denominado eje Sanzo 132 kV no es objeto de este proyecto. Se trata de la línea aérea de alta tensión, de titularidad privada (infraestructura de conexión y evacuación de generación, no red de distribución) existente repotenciada o de nueva tramitación, que evacuará la energía de todos los parques eólicos de la zona hasta la SE Sanzo.

En los apartados 11 y 12 de esta memoria se describirá, respectivamente, la Infraestructura Eléctrica y la SET del Parque Eólico.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

7. ACCESOS AL PARQUE

El acceso a la instalación se efectuará desde la carretera regional AS-11 Vegadeo-Alto de la Garganta. Al llegar al alto, a la altura del PK 20 se accederá a la carretera autonómica AS-361, que atraviesa la Bobia. Esta carretera se recorrerá a lo largo de unos 18 km, hasta llegar al PK 3+100. En el margen izquierdo, se ha proyectado y ha sido autorizado por la Dirección General de Infraestructuras (Expte.: 2017/030844) el entronque del futuro acceso al Parque Eólico Carrugueiro. A partir de este punto se acondicionarán los viales internos del Parque, aprovechando, en la medida de lo posible, la caja de pistas existentes para acceder en primer lugar al aerogenerador 01 y, a partir de este, al resto aerogeneradores que componen el Parque.

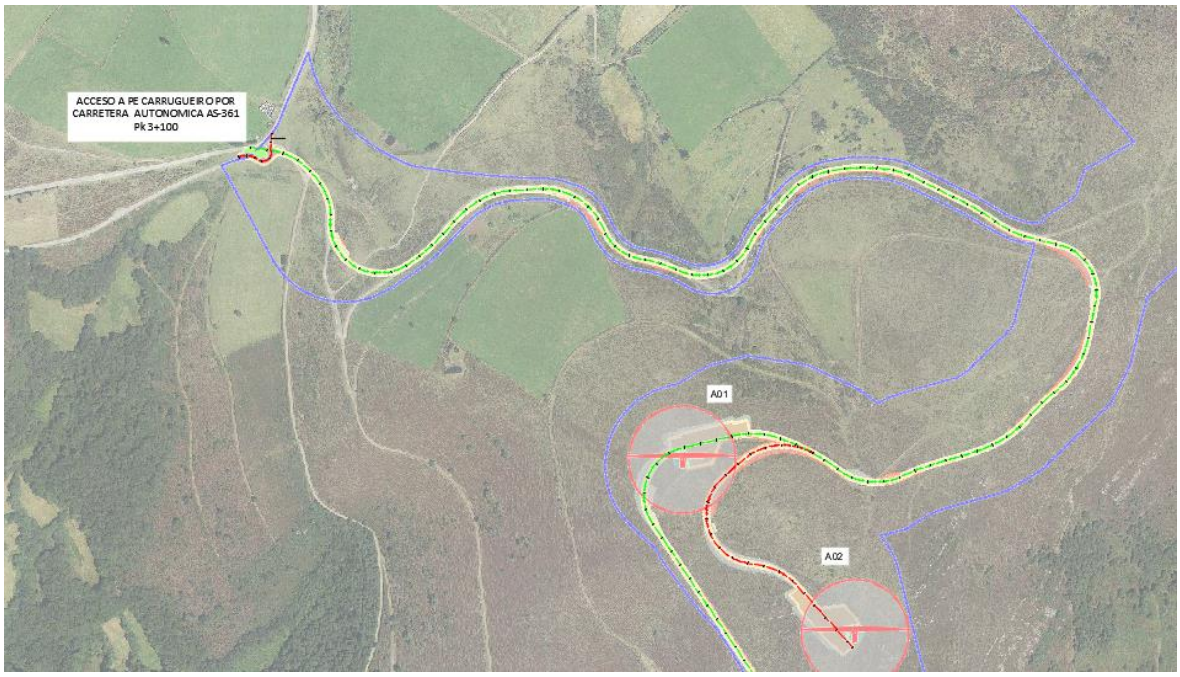


Imagen 3. Acceso al Parque desde AS-361.

Se completará con la señalización vertical y horizontal en todo el tramo afectado.

Los viales se han diseñado aprovechando la orografía de la zona, de forma que la obra civil que conlleve este Parque cause el menor impacto medioambiental. Se procurará, además, que el firme de las pistas de acceso a los aerogeneradores no contraste con el entorno existente, de forma que los materiales, el color y la textura del firme de las pistas se adecuen a las características visuales del entorno inmediato. La tierra sobrante de la ejecución de las zapatas de los aerogeneradores y de los caminos, se irá distribuyendo por la parte exterior de éstos, aprovechando la disposición del terreno, de forma que se evite la disposición de una escombrera única cuyo impacto visual sería mayor. Las medidas de restauración de todas las áreas afectadas se ejecutarán de forma

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

simultánea a la realización de las obras, de modo que, a medida que progresen éstas, se llevarán a cabo las labores de remodelado y revegetación.

El vial existente será reformado y posteriormente aglomerado para incrementar su amplitud. Los accesos a este vial desde los diferentes ramales existentes por su lado sur, serán también aglomerados para adecuar el acceso al vial principal. A continuación, se muestran las características de los viales del Parque Eólico:

Nº DE EJE	DEFINICIÓN	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	INICIO	FINAL
EJE 1	PRINCIPAL	2595,91	5	X:672906.091 Y:4809354.901 (CARR. AUTONOM. AS-361 Pk 3+100)	A03 X:673573.226 Y:4808407.940 (PK:2+595.968)
EJE 2	VIAL ACCESO A02	429,38	5	X:673592.622 Y:4808981.957 (EJE 1 PK: 1+780)	A02 X:673641.109 Y:4808744.584 (PK: 0+429.390)
EJE 3	ACCESO AL PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO	50,06	5	EJE 1- PK: 0+22 X:672931.390 Y:4809351.206	X:672891.191 Y:4809343.383 (PK:0+050)
EJE 4	ACCESO AL PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO	20,96	5	EJE 1- PK: 0+22 X:672931.390 Y:4809351.206	X:672931.779 Y:4809372.293 (PK:0+020.960)

Tabla 12. Características de los Viales

En tramos de los caminos proyectados la pendiente alcanza valores del 20%. Esto hace que sea necesario mejorar el coeficiente de rozamiento del firme para evitar pérdidas de tracción de los camiones de transporte de los componentes de los aerogeneradores.

En el caso que nos ocupa, se establecen dos tipos de firme a utilizar en pendientes elevadas: hormigón o pavimento mejorado. En el Parque Eólico se utilizará hormigón como elemento de mejora del firme en los tramos que se detallan a continuación:

LONGITUD (m)	INICIO	FINAL
178,05	EJE 1 PK: 0+87 X:672987.2397 Y:4809315.6815	EJE 1 PK: 0+270 X: 673088.8248 Y: 4809207.1398
143,86	EJE 2 PK: 0+169 X:673462.5155 Y:4808910.9063	EJE 2 PK: 0+318 X: 673563.9845 Y:4808829.2016

Tabla 13. Tramos hormigonados.

Para más detalles, ver los planos del presente Proyecto y el **Anexo IV**.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

8. AEROGENERADOR

El proyecto original contemplaba aerogeneradores de 2MW de potencia con 87 metros de diámetro de rotor y 78 metros de altura de buje. La evolución tecnológica ha hecho que dichos modelos hayan quedado obsoletos y descatalogados por los fabricantes. Esto, unido al objetivo de optimización del coste de la energía (LCOE), ha derivado en el cambio obligado de modelo de aerogenerador.

El aerogenerador que se instalará en el Parque Eólico es del tipo rotor tripala orientado a barlovento, con sistemas de regulación de orientación y de velocidad de giro. El empleo de rotor con tres palas está generalizado entre la mayoría de los fabricantes, puesto que proporciona la potencia con menos oscilaciones durante una vuelta completa. Además, presenta un equilibrado mucho mejor de fuerzas giroscópicas frente al empleo de dos o de una sola pala. Finalmente, evita la necesidad de montar un buje articulado, permitiendo un buje más simple y rígido.

En el **Anexo III**, se describe este elemento en detalle. No obstante, sus principales características se mencionan a continuación:

ITEM	DESCRIPCIÓN
Fabricante	Siemens Gamesa o similares
Modelo	SG132 Hb84 o similares
Potencia Nominal	5.X MW
Diámetro del Rotor	132m
Altura de Buje	84m
Sistemas de Control	Velocidad Variable (Pitch) y de Orientación (Yaw)
Clase	IEC IA

Tabla 14. Características principales del Aerogenerador.

La Consejería de Administración Autonómica, Medio Ambiente y Cambio Climático del Principado de Asturias está tramitando un Anteproyecto de ley de medidas administrativas urgentes el cual contempla la posibilidad de modificar ciertas características del proyecto sin que ello suponga efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Esto permitirá, en caso de ser necesario, dada la continua evolución tecnología de los aerogeneradores, instalar aerogeneradores de características distintas a los contemplados en este proyecto, siempre y cuando las modificaciones se encuentren dentro de los márgenes permitidos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

9. EVALUACIÓN DEL RECURSO EÓLICO

La cantidad de energía proporcionada por las masas de aire en movimiento en su circulación por las capas bajas atmosféricas representa un nivel de potencial energético relativamente elevado, especialmente en determinadas condiciones locales y temporales. De tal modo, se justifica el esfuerzo por llevar a cabo su transformación en energía útil y su aprovechamiento en condiciones favorables de eficiencia y rentabilidad, dado el grado de desarrollo alcanzado por las tecnologías de conversión eólica en la actualidad.

Por otra parte, el viento, al considerarlo como recurso energético y desde el punto de vista de su disponibilidad como suministro, tiene sus características específicas ya que es una fuente con sustanciales variaciones temporales, a pequeña y gran escala de tiempo, y espaciales, tanto en superficie como en altura, contando además con una componente aleatoria que afecta en gran parte a su variación total.

Al mismo tiempo, se debe considerar que la energía eólica disponible por unidad de área expuesta al viento *A* (tamaño de la máquina) es proporcional al cubo de la velocidad y por lo que pequeñas variaciones en la velocidad de viento conllevan importantes variaciones en la potencia suministrada.

$$P_d = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$$

Donde:

- P_d: Potencia (W)
- ρ: densidad (kg/m^3)
- A: área expuesta (m^2)
- v: velocidad del viento (m/s^2)

Por tanto, las características del viento influyen de forma notable en los sistemas de aprovechamiento de la energía eólica, tanto durante las fases de diseño como en las de operación:

- Durante la selección del emplazamiento más favorable para la instalación de los sistemas eólicos, dadas las acusadas diferencias locales del viento. Este punto es fácilmente comprobable mediante la observación de los datos recogidos en estaciones meteorológicas instaladas en regiones concretas de cara a elaborar atlas de los recursos eólicos de una zona. El análisis de esos datos demuestra que las variaciones en la velocidad media del viento pueden ser bastante elevadas aun cuando hablemos de distancias sobre el terreno relativamente pequeñas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- En la estimación o previsión de la producción energética y del funcionamiento global del sistema eólico, donde se consideran valores medios de viento y distribuciones diarias, estacionales, direccionales, etc., en los lugares específicos de interés.
- En el diseño del sistema, donde se tienen en cuenta las condiciones medias representativas y condiciones extremas de viento. para optimizar las posiciones de los aerogeneradores en el Parque, con el objetivo de aprovechar la energía contenida en el viento de la forma más eficiente. Las condiciones extremas de viento se tendrán en cuenta en el capítulo dedicado a la obra civil, de manera que se preverán unas cimentaciones adecuadas para las torres de los aerogeneradores.
- En la operación y regulación del sistema eólico, donde intervienen aspectos como predicción del viento para planificar el funcionamiento en tiempo real, así como características del viento que influyen en la estrategia de operación (arranque, parada, orientación, etc.) y factores que afectan al mantenimiento o vida útil del sistema (ráfagas, turbulencias, etc.)

Por todas estas razones, se concluye que una correcta evaluación del recurso eólico disponible permite maximizar la producción energética mediante la optimización de la posición de las torres en el Parque. Además, este estudio es de vital importancia para obtener unas previsiones de producción veraces y ajustadas con la realidad

9.1. ESTIMACIÓN ENERGÉTICA

En el **Anexo I** se dispone el Estudio de Validación del Aerogenerador, en el que se analizan las características del viento en el emplazamiento. No obstante, en la siguiente tabla, se presentan los principales datos del estudio de este Parque Eólico:

ITEM	DESCRIPCIÓN
Producción Neta Anual	47,625 GWh/año
Horas Equivalentes Anuales	3.000 horas
Dirección Predominante	Suroeste (SO)

Tabla 15. Principales datos obtenidos del Estudio de Recurso Eólico.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

10. INFRAESTRUCTURA DE OBRA CIVIL

Las labores de obra civil a llevar a cabo para la construcción del Parque Eólico se pueden resumir en las siguientes:

- Cimentaciones para los aerogeneradores.
- Plataformas de montaje.
- Viales.
- Zanjas de interconexión de aerogeneradores.
- Subestación Transformadora.

A pesar de que todas estas labores se describen con detalle en el **Anexo IV** del presente Proyecto, se hace un pequeño resumen de cada una de ellas.

10.1. CIMENTACIONES PARA LOS AEROGENERADORES

La cimentación del aerogenerador asegura la estabilidad del mismo para todas las condiciones de diseño. Antes de ejecutar la cimentación, se procede a excavar el terreno hasta el punto donde este alcance la consistencia adecuada para soportar las tensiones del aerogenerador. Además, previamente a la situación de la zapata de cimentación se nivelará la superficie sobre la cual habrá de apoyar con una capa de hormigón en masa HM-15 de 10 centímetros de espesor.

El tamaño y la forma de la base del aerogenerador dependen principalmente de las propiedades del terreno circundante. El diseño de la cimentación de un aerogenerador es principalmente función de sus dimensiones y de las características geotécnicas del terreno.

El modelo de aerogenerador utilizado se cimenta sobre una zapata circular y un pedestal central cilíndrico ambos de hormigón armado. Esta cimentación es de geometría circular, de 19,90 metros de diámetro y 3,4 metros de espesor.

Para preparar la cimentación de las torres de los aerogeneradores, se excavará un hueco circular de 4,2m de alto. Primeramente, se procederá a compactar el suelo de la excavación y verter una capa de 100 mm de hormigón de limpieza perfectamente nivelada. Las condiciones estándar a considerar son ambiente húmedo y riesgo de heladas. Posteriormente, se colocará la armadura de acero corrugado y encofrado para una zapata de planta circular. Seguidamente se realizará el relleno de la estructura.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

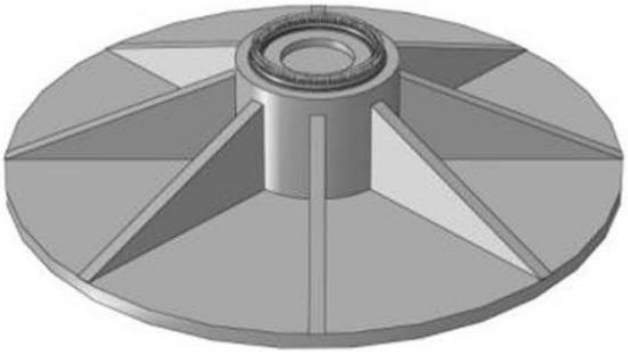


Imagen 4. Detalle de la cimentación de los aerogeneradores

La planta de la zapata es circular sobre la que se sitúa un tronco de cono de radio inicial 19,90 metros y final de 5,5 metros. Sobre la zapata se construye un pedestal en el interior del cual se alojarán los carretes de anclaje de los fustes de los aerogeneradores, provistos de los correspondientes taladros para el alojamiento de los pernos de anclaje. El anclaje se diseña como continuación de la torre, a la que se atornilla por brida interior y transmite los esfuerzos de aquella a la planta. Se realizarán varias perforaciones en el perímetro de la zapata para la colocación de las picas de tierra de cada aerogenerador, antes de la ejecución del relleno.

Se adjuntan planos detallados de la cimentación a ejecutar y otro del sistema de puesta a tierra (Planos adjuntos del presente Proyecto).

10.2. PLATAFORMA DE MONTAJE

Será necesario realizar una plataforma por aerogenerador para su posterior utilización en el montaje del mismo.

La parte del pedestal de la cimentación y la plataforma deberán tener la misma cota siempre que sea posible. Si por razones constructivas, la parte del pedestal de la cimentación tiene que ser distinta a la de la plataforma, bajo ningún concepto deberá ser superior a la de la plataforma, pudiendo ser inferior, previa aprobación por parte del fabricante de los equipos.

La inclinación de las plataformas debe permitir el drenaje de la superficie para evitar encharcamientos y favorecer la evacuación superficial de las aguas, especialmente en la zona de turbina, aunque también en la zona de maniobras:

- **Plataforma para grúas**: las pendientes se establecerán en función de lo indicado en el párrafo anterior y de la orografía del terreno circundante. Se establece un máximo de 1% de pendiente longitudinal hacia la parte trasera de la plataforma, coincidiendo la parte más alta de la misma con la turbina. Para el caso de pendientes transversales, no se aceptará una pendiente mayor del 1%.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- **Plataforma para acopio de componentes principales (nacelle, buje, palas, tramos de la torre de acero)**: las zonas de apoyo de los útiles de transporte o acopio deberán estar completamente niveladas y compactadas, mientras que para el resto de área se aceptará una pendiente máxima del 2%.

En cuanto a la capacidad de carga en plataformas:

- **Plataforma para grúas**: el dimensionamiento estructural de la plataforma deberá considerar las cargas transmitidas por las grúas a usar durante el montaje del aerogenerador. De forma general, deberá tenerse en cuenta que la presión máxima que las grúas transmiten a la plataforma (a través de sus patas o cadenas) está comprendida entre 2 y 4 kg/cm^2.
- **Plataforma para acopio componentes principales**: las superficies previstas para los acopios deberán ser desbrozadas. Las zonas de apoyo de los útiles de acopio de los componentes principales del aerogenerador deberán estar compactadas para garantizar la estabilidad del componente. De forma general, deberá tenerse en cuenta que la presión máxima que los útiles de transporte ejercen sobre el terreno es de 2 kg/cm^2.

10.3. VIALES

En lo referente a accesos se adecuarán los viales ya existentes y se ejecutarán nuevas pistas para el acceso desde los viales existentes a los aerogeneradores. Los datos tomados para la resistencia del terreno, básicos en cualquier cálculo de estructuras sujetas al suelo, han sido obtenidos del estudio geotécnico realizado por INGENORT S.L. en 2010. Los resultados detallados de este estudio se incluyen en el **Anexo VI.**

Los viales tendrán una amplitud de 5 m de ancho.

Se procurará que el firme de estos viales internos de acceso a los aerogeneradores no contraste con el entorno existente, de forma que los materiales, el color y la textura del firme de las pistas se adecuen a las características visuales del entorno inmediato. La tierra sobrante de la ejecución de las zapatas de los aerogeneradores y de los caminos, se irá distribuyendo por la parte exterior de éstos, aprovechando la disposición del terreno, de forma que se evite la disposición de una escombrera única cuyo impacto visual sería mayor. Las medidas de restauración de todas las áreas afectadas se ejecutarán de forma simultánea a la realización de las obras, de modo que, a medida que progresen éstas, se llevarán a cabo las labores de remodelado y revegetación.

En general, para el diseño y optimización de la obra del Parque Eólico se ha evitado, dentro de lo posible, interrumpir la continuidad de los caminos existentes. En aquellos casos en los que no ha podido conseguirse, se repondrán los viales afectados, asegurando de esta manera las comunicaciones existentes en la zona

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Respecto al uso y señalización de los viales, se seguirán las indicaciones que se especifican en el Decreto 42, Directriz 34ª, punto 2:

"Los nuevos viales descritos serán de uso restringido, siendo únicamente practicables por los vehículos al servicio de la actividad, por los vehículos agrarios que puedan disponer de servidumbre de paso para el acceso a sus predios o de forma peatonal por el público en general. A los efectos del adecuado cumplimiento de lo anterior, la empresa propietaria del parque procederá a una adecuada señalización, utilizando señales de la red de rutas senderistas y prescindiendo de los modelos habituales en la señalización de las carreteras."

10.4. CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

Para evitar un excesivo tendido de cable, los aerogeneradores que componen el Parque se agruparán constituyendo circuitos que llegarán a las celdas de conexión instaladas en el interior de la subestación.

Con vistas a minimizar el impacto medioambiental, la zanja se ha proyectado de forma que discurra, en la medida de lo posible, paralela al vial interno del propio Parque.

Además, en algún tramo de su recorrido la zanja presenta paralelismo con las plataformas de montaje de los aerogeneradores.

El trazado será lo más rectilíneo posible y teniendo en cuenta los radios de curvatura mínimos que pueden soportar los cables sin deteriorarse, que se respetarán en los cambios de dirección. En los Planos adjuntos a este Proyecto podrá verse dicho trazado. Además, el detalle específico de la canalización subterránea se describe en el **Anexo V**.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

11. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

El sistema eléctrico del Parque Eólico tiene su origen en el generador instalado en la góndola de cada aerogenerador, cuyo objeto es transformar en energía eléctrica la energía mecánica proveniente del rotor.

Los aerogeneradores que constituirán el Parque Eólico generan energía en baja tensión 690 V y se transforma en media tensión 30 kV gracias a los transformadores instalados en el interior de los propios aerogeneradores.

Los aerogeneradores que componen el Parque Eólico Carrugueiro se agruparán formando un único circuito de evacuación. Este circuito se conducirá mediante canalización subterránea hasta la Subestación Transformadora denominada SET Carrugueiro donde se prevé que también pueda confluir la evacuación de otro parque eólico en desarrollo denominado Parque Eólico Pereiros (PE-239). En la Subestación Transformadora se elevará la tensión a 132 kV y se conectará con el punto de entronque a través de una línea subterránea.

El esquema unifilar correspondiente a la descripción hecha de la infraestructura eléctrica del Parque se presenta en los planos correspondientes en el apartado Planos.

El Parque Eólico Carrugueiro tendrá una potencia instalada de 15,875 MW.

11.1. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN DE LOS AEROGENERADORES

Las celdas de media tensión de corte y aislamiento en SF6 necesarias en la red de media tensión vienen incluidas en la plataforma del aerogenerador, junto con el transformador de servicios auxiliares.

En función de las características propias de la red colectora, en cada uno de los aerogeneradores será necesario un grupo funcional de celdas determinado.

- Aerogeneradores 01 y 02 disponen de entrada directa, protección de transformador y salida de línea.
- Aerogenerador 03 dispone de entrada directa y protección de transformador.

A continuación, se describen las características eléctricas y constructivas generales de las celdas que se emplearán:

- Frecuencia: 50 Hz
- Tensión nominal: 36±10% kV
- Intensidad nominal del embarrado principal: 630 A

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

- Intensidad nominal de corte de cortocircuito: 20 kA
- Capacidad de cierre contra cortocircuito: 50/52 kA cresta
- Resistencia frente a arcos internos IAC AF: 16 kA 0,1 s
- Presión del gas de aislamiento SF6 20°C: 0,3 bar

A continuación, se disponen las características específicas de cada una de las celdas utilizadas. No obstante, se presenta a continuación una breve descripción de cada tipo de celda:

11.1.1. Celda de Protección de Transformador

Cada celda modular con función de protección de transformador 1A se compone de:

- Bastidor metálico autosoportante.
- Compartimento de mecanismo de mando y relés:
  - Mando del seccionador.
  - Mando del interruptor automático.
  - Relé de protección VIP.
  - Motor para el mando del interruptor automático (opcional)
- Comportamiento de cables de MT:
  - Pasatapas para conexión de cables.
  - 3X Sensores de intensidad de fase.
- Cuba estanca, de acero inoxidable:
  - Embarrado.
  - Seccionador de tres posiciones.
  - Interruptor automático.

Cualquier conexión de unidades funcionales tipo 1L, se realiza siempre por la izquierda. En caso de no ser necesaria la conexión de ningún otro módulo por la izquierda de la función 1A, los zócalos de conexión serán equipados con tapones aislantes. El interruptor automático de corte en carga cumplirá con los requerimientos de la norma CEI 62271-100.

11.1.2. Celda de Entrada de Línea

Cada celda modular con función de salida de línea 0L se compone de:

- Bastidor metálico autosoportante.
- Detectores de presencia de tensión.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Comportamiento de cables de MT.
  - Pasatapas para conexión de cables.
  - Bridas para sujeción de cables de MT
- Cuba estanca, de acero inoxidable.
  - Embarrado
  - Seccionador de 3 posiciones

Para acceder a los cables de media tensión en una celda del tipo 0L de forma segura, se debe poner previamente a tierra el seccionador de puesta a tierra del aerogenerador posterior.

11.1.3. Celda Función de Seccionador

Cada celda modular con función de línea 1L se compone de:

- Bastidor metálico autosoportante.
- Compartimiento de mecanismos de mando:
  - Mando del interruptor-seccionador.
  - Motor para el mando (opcional)
- Compartimento de cables de MT:
  - Pasatapas para conexión de cables.
  - Detector de paso de falta Flair (opcional)

La conexión de la celda con función 1L a la celda con función de protección 1A se realiza siempre por la derecha, mediante biconos monofásicos con aislante elastomérico apantallado.

El seccionador de 3 posiciones cumple con los requerimientos de la norma CEI 62271-102 para los seccionadores y seccionadores de puesta a tierra. La velocidad de actuación en todas las maniobras de apertura y cierre (excepto la apertura del seccionador de puesta a tierra) es independiente de la actuación del operario.

La operación del seccionador de 3 posiciones, puede ser siempre realizada manualmente mediante palanca de accionamiento. La arquitectura del seccionador utilizado es del tipo 3 posiciones (abierto/cerrado/puesto a tierra), lo que por concepto elimina la posibilidad de realizar falsas maniobras.

Solamente una vez puesto a tierra el circuito, queda liberado el enclavamiento que permite el acceso al compartimento de cables de MT. Opcionalmente puede incorporarse un enclavamiento por cerradura, de tal forma que su llave quede liberada con la puesta a tierra cerrada y el panel desenclavado.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

11.2. RED DE TIERRAS DE LOS AEROGENERADORES

La instalación de puesta a tierra de cada aerogenerador se ha desarrollado con la idea de proteger tanto a las personas como a los bienes. Se encuentra especialmente diseñada para su correcto funcionamiento en caso de descargas atmosféricas directas.

Los elementos que componen el sistema de puesta a tierra son:

- Cable cobre de 95 mm^2, para la elaboración de anillo de puesta a tierra, enterrado a una profundidad de 0,80 m.
- Tornillos, arandelas y tuercas para la conexión de los dos finales del cable de puesta a tierra con barra principal de puesta a tierra.
- 16 terminales de conexión, para conseguir una conexión segura entre el anillo de puesta a tierra constituido por cable de cobre y las barras de hierro que refuerzan la zapata.

Para más detalle, ver el documento Planos del presente Proyecto, así como el **Anexo IV** de la presente memoria.

11.3. CONDUCTORES

Como se ha comentado anteriormente, los aerogeneradores se unirán entre sí de tal forma que se agrupen en circuitos eléctricos.

La configuración (circuito simple, doble, etc.) y las secciones de cada tramo de los circuitos vienen detalladas y justificadas en el **Anexo V**. No obstante, se mencionarán las principales características de los conductores seleccionados.

Tanto el cableado de potencia, como el de señal (fibra óptica) y la unión de las instalaciones de puesta a tierra de cada aerogenerador estarán instaladas en la misma zanja de 1,2 m de profundidad y 0,6 m de anchura, tal como se describe en el capítulo de esta memoria, correspondiente a la obra civil y más detalladamente en el **Anexo IV** del presente Proyecto.

11.3.1. Cables XLPE

Los cables XLPE son cables aislados con polietileno propileno. Este se trata de un material que resiste perfectamente la acción de la humedad y además posee la estructura de una goma, por lo que este es un cable idóneo para instalaciones subterráneas en suelos húmedos, incluso por debajo del nivel freático. Además, debido a su reducido diámetro y a la mejor manejabilidad de la goma, es un cable adecuado para instalaciones en las que el recorrido sea muy sinuoso.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Las características de este cable consiguen que sea capaz de trabajar a un alto gradiente (lo que significa menores espesores de aislamiento) y, además, no sólo mantener todas las cualidades inherentes a los tradicionales aislamientos de PVC, sino superarlas, pudiendo trabajar a una temperatura de servicio de 90ºC. Sus pequeñas dimensiones hacen de él un cable más manejable, menos pesado y más fácil de transportar.

A continuación, se pasa a detallar las características particulares del tipo de cable escogido:

	1x150 mm²	**1x240 mm²**	**1x400 mm²**
Tipo	Unipolar 18/30 kV	Unipolar 18/30 kV	Unipolar 18/30 kV
Diámetro Externo	36,2 mm	40,3 mm	45,3 mm
Peso	1330 kg/km	1720 kg/km	2290 kg/km
Resistencia (20ºC)	0.206 Ω/km	0.125 Ω/km	0.078 Ω/km
Reactancia (20ºC)	0.123 Ω/km	0.116 Ω/km	0.107 Ω/km
Intensidad Máxima Admisible (Dir. Enterrado)	260 A	345 A	445 A

Tabla 16. Principales características de los diferentes conductores planteados para utilizar.

11.3.2. Cable de Fibra Óptica

El cable de fibra óptica para telemando y control será del tipo monomodo de doce fibras (el número final de fibras puede variar en función de las necesidades del fabricante del aerogenerador) y unirá los autómatas de control de cada aerogenerador y de la torre meteorológica del Parque con el sistema de control.

Las fibras ópticas serán de sílice y presentarán las siguientes características:

	Fibra Óptica
Tipo	Monomodo
Especificación Fibra	10/125 µm
Construcción	Holgada
Número de Fibras	24
Cubierta Interna	Polietileno
Armadura	Fibra de vidrio
Cubierta Externa	Polietileno

Tabla 17. Principales características del cable de fibra óptica.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

11.3.3. Red de Tierras

A fin de disponer de una red equipotencial y de protección contra sobretensiones, se tenderá un cable de cobre desnudo de 95 mm^2 de sección, que discurrirá a lo largo de todas las zanjas abiertas, y a la que deberá conectarse la red de tierra del aerogenerador. Este cable se dispondrá en el fondo de la zanja, lo más separado posible de los cables de tensión.

Todas las uniones realizadas en la red de puesta a tierra se llevarán a cabo mediante soldaduras aluminotérmicas. Estas soldaduras especiales de alto punto de fusión presentan un buen comportamiento ante descargas atmosféricas a altas frecuencias.

A esta red de puesta a tierra se debe conectar la torre meteorológica del parque, mediante un cable de las mismas características.

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra, por lo menos en una de sus cajas terminales extremas.

12. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

El proyecto técnico original de 02 de marzo de 2011 contemplaba la construcción de una subestación eléctrica transformadora compartida con el Parque Eólico Pico Verea (PE-116), promovido por la empresa Asturiana de Iniciativas Energéticas, S.A.. Con fecha 18 de octubre de 2016, por parte de Asturiana de Iniciativas Energéticas, S.A., se presenta desistimiento al expediente PE-116 "Pico Verea", motivado en una serie de dificultades de carácter regulatorio y económico que no hacen viable el proyecto. Posteriormente el resto de expedientes suplentes también desistieron.

Este hecho, unido al punto de conexión y acceso asignado por Viesgo Distribución Eléctrica, S.L. al proyecto de Parque Eólico Carrugueiro, han provocado que la Subestación Trasformadora se proyecte en otro emplazamiento, más próximo al punto de entronque con el eje Sanzo. Se ha optado por ubicar la subestación anexa a la SET Viento del Sellía, actualmente en tramitación por otro promotor, de tal manera que, aunque se trate de instalaciones de diferente titularidad, compartan solución de evacuación en cuanto a la plataforma donde se ubicarán, los equipos y la traza de evacuación hasta el punto de conexión.

En este punto de la memoria se va a describir la Subestación Transformadora, que denominamos SET "Carrugueiro".

La línea proveniente de los circuitos de agrupación del Parque llegará mediante canalización subterránea hasta la celda de entrada de línea que se encuentra en la subestación.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Para ello, se dispondrá de un edificio de control y celdas con una sola planta destinado al control y evacuación del Parque Eólico. Además, la superficie necesaria para el parque de intemperie, podrá albergar futuros promotores interesados en conectarse a la Subestación.

La sala con la UCP y UCS de la posición de línea de evacuación, destinada a la medida de evacuación del parque, así como para el telecontrol y telemando de la instalación por la compañía distribuidora, estará integrada en el propio edificio de control y tendrá acceso independiente desde el exterior del edificio.

El cerramiento del edificio de control será de paneles prefabricados de hormigón con acabados de paños murarios y cubiertas que reproducirán la construcción tradicional de la zona, tal y como informó la Comisión Permanente del Consejo de Patrimonio Cultural de Asturias, en su sesión de 28 de abril de 2011, en su informe favorable.

12.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL EMPLAZAMIENTO

Las condiciones ambientales empleadas para el diseño de la subestación han sido las siguientes:

- Altitud sobre el nivel del mar: 836 m
- Nivel de contaminación: I Ligero (Zona montañosa)
- Nivel de niebla: Elevado

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

12.2. Niveles de Tensión

- Alta Tensión: 132 kV.
- Media Tensión: 30 kV.
- Servicios Auxiliares en CA: 400/230 V.
- Servicios Auxiliares en CC: 125 V.

Las tensiones mencionadas anteriormente son valores nominales. No obstante, se deben definir otros valores de tensión tales como la tensión más elevada para el material o la tensión soportada a impulso tipo rayo, entre otros. En la siguiente tabla se presentan las magnitudes fundamentales desde el punto de vista eléctrico que vienen definido en el RLAT:

	30 kV	132 kV
Tensión más elevada para el material	36 kV	145 kV
Tensión soportada a corta duración	70 kV	275 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (BIL)	170 kV	650 kV

Tabla 18. Niveles de tensión soportados para las diferentes tensiones nominales de la subestación.

12.3. Descripción de la Instalación

12.3.1. Parte Interna

La subestación está proyectada con capacidad para evacuar la energía de los PP.EE. Carrugueiro (PE-159) y Pereiros (PE-239). No obstante, este último está fuera del alcance del proyecto. Además, se construirá anexa a otra subestación en tramitación (SET Viento del Sellía), por lo que ciertas infraestructuras serán compartidas: plataforma, traza de evacuación, etc. En definitiva, otros parques eólicos en proximidad (de sociedades promotoras independientes) compartirán parte de las infraestructuras privativas de uso común necesarias para poder evacuar a través de una única solución de evacuación conjunta, minimizando el impacto ambiental que se produciría en caso de optar por dos emplazamientos diferentes.

Cada parque eólico dispondrá se sus propias Sala de Control, Sala de Celdas y Equipo de Medida Fiscal Independiente, de forma que se cumpla la directriz 6ª del decreto 42/2008, de 15 de mayo, por el que se aprueban definitivamente las directrices sectoriales de ordenación del territorio para el aprovechamiento de la energía eólica.

En una de las salas del edificio se ubicarán los equipos para gestionar las señales del teledisparo del gestor de Red.

El nuevo edificio proyectado tendrá ubicados los dispositivos correspondientes al mando, señal, protecciones y equipos de medida de la instalación tanto de 30 kV (Media Tensión)

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cantabria y de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

como de 132 kV (Alta Tensión), los sistemas de servicios auxiliares, tanto de corriente alterna como de corriente continua, las cabinas de 30 kV para la llegada de los circuitos de los aerogeneradores y los equipos específicos para el control del Parque Eólico:

- Dos salas de Celdas de MT
- Una sala de control.
- Un aseo y vestuario.
- Una sala destinada a almacén.
- Una sala de Grupo electrógeno.
- Una sala de residuos

La red de 30 kV procedente del Parque Eólico Carrugueiro se conforma por un único circuito en 30 kV, el cual comparte zanja parcialmente con los circuitos procedentes de los PP.EE. Brañadesella y Pereiros. El último tramo, dado que PE Brañadesella se desvía a su punto de conexión, los PP.EE. Carrugueiro y Pereiros discurren por una zanja hasta la SET Carrugueiro.

Los circuitos de 30 kV procedentes de los PP.EE. son dirigidos hacia la sala de celdas de M.T. del edificio a construir en la SET. La configuración de 30 kV será de simple barra.

Las celdas de 30kV para el P.E. Carrugueiro serán las siguientes:

- Una celda de protección de línea.
- Una celda de medida.
- Una celda para protección de equipo de compensación de reactiva.
- Banco de condensadores.
- Una celda para protección del transformador de SS.AA.
- Una celda de protección del transformador de potencia.
- Una posición de reserva.

12.3.2. **Parte Externa**

La configuración en el nivel de 132 KV de la Subestación consta de una posición de transformador, una posición de barras y una posición de línea de evacuación. La posición de transformador corresponde a los PP.EE. Pereiros y Carrugueiro.

La energía generada por los PP.EE. es evacuada a través de un transformador de potencia 30/132KV, 35 MVA (ONAN) y grupo de conexión Ynd11.

La evacuación de energía hacia la línea Subterránea de 132kV, se realiza a través de una posición de línea compartida.

P**ara minimizar en la medida de lo posible el impacto ambiental de esta instalación se buscará reducir al mínimo las dimensiones de la subestación**. Así pues, en la zona de intemperie se ubicarán únicamente el transformador de potencia 30/132 kV, así como las posiciones de 132 kV necesarias (posición de transformador,

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

compartida con la posición de línea) **que se ejecutarán con tecnología encapsulada tipo PASS M0**.

Los equipos eléctricos a instalar son:

- Transformador de potencia 132/30 kV de 35 MVA.
- 3 Autoválvulas de 30 kV para protección del Trafo en el lado de MT
- 1 reactancia de Puesta a tierra.
- 3 Autoválvulas de 132 kV para protección del Trafo en el lado de AT
- 3 transformadores de tensión para la posición de barras 132 kV.
- 2 equipos encapsulado tipo PASS M0 , con los siguientes elementos encapsulados en su interior:
    - Interruptor trifásico operado con mecanismo tipo muelle BLK 222 tripolar.
    - 1 seccionador de p.a.t.
    - Transformadores de intensidad toroidales instalados en los bushings.
- Autoválvulas de 132 kV para protección de salida Línea 132 kV
- 3 transformadores de tensión de línea 132 kV
- Estructura soporte para las botellas de paso aéreo-subterráneo, para dar salida al tramo enterrado de línea en 132 kV, de conexión a la línea eléctrica de evacuación.

Las unidades transformadoras irán alojadas en su módulo correspondiente. La parte superior del mismo será abierta y la inferior la formará el foso de recogida de aceite, sobre el que descansarán los carriles tipo RENFE (de 45 kg/m como mínimo para la rodadura de la máquina.

Las estructuras metálicas de soporte de la aparamenta, se han previsto de forma que su construcción se realice a base de perfiles de acero normalizados de fabricación nacional. Por lo tanto, estas estructuras estarán constituidas por perfiles en doble T de ala ancha (HEB) con objeto de conseguir una mayor sencillez y economía, a la vez que se evita un exceso de estructuras a la vista.

El tratamiento final de todas las estructuras que compongan el parque de intemperie será galvanizado en caliente por inmersión, con un espesor resultante de 80 micras como mínimo, posteriormente y una vez montados en sus bancadas correspondientes, se pintará de acuerdo con la especificación que a tal efecto se facilitará.

Toda la tornillería de unión de las estructuras será de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación.

Con respecto a este último punto, todas las piezas que compongan las estructuras deberán salir de los talleres en donde se construyan totalmente mecanizadas y taladradas, con objeto de proceder a su galvanizado totalmente construidas, no permitiéndose una vez en el punto de montaje o ya montados, ningún tipo de

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

manipulación que no sea el escariado de los taladros para un correcto ensamblado por tornillos.

Las estructuras en su totalidad irán atornilladas a los pernos que se preverán al efecto en las fundaciones correspondientes, los cuales se colocarán antes del hormigonado mediante las plantillas oportunas.

La red de drenajes de la que estará dotada la instalación se ha diseñado teniendo en cuenta que se eviten acumulaciones peligrosas de agua en el interior de las canaletas donde irán alojados los cables.

12.4. ALTURAS Y DISTANCIAS ADOPTADAS PARA EXTERIOR

Teniendo en cuenta el nivel de tensión del parque exterior de la subestación, se dimensionan las distancias para soportar un impulso tipo rayo:

- Distancia entre fases en el aire: 3000 mm
- Distancia fase-tierra en el aire: 2500 mm

12.5. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Se dotará a la instalación de una malla de tierra inferior enterrada a 0,80 m de profundidad, que se extenderá hacia el exterior del cerramiento perimetral y que permita reducir las tensiones de paso y de contacto a niveles admisibles, anulando el peligro de electrocución del personal que transite tanto por el interior como por el exterior de la instalación.

Todos los elementos metálicos de la instalación estarán unidos a la malla de tierras inferior, dando cumplimiento a las exigencias descritas en la ITC-RAT 13 del "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión".

Según lo establecido en el citado Reglamento, apartado 6.1 de la ITC-RAT 13, se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pueden estarlo como consecuencia de averías, accidentes, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unirán a la malla de tierra:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las vallas y cercas metálicas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- Las armaduras metálicas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores, generadores, motores y otras máquinas.
- Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de las líneas aéreas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

Se conectarán directamente a tierra, sin uniones desmontables intermedias, los siguientes elementos, que se consideran puestas a tierra de servicio:

- Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- El neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo precisen.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

Las conexiones previstas se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200 ºC en las uniones y que aseguren la permanencia de la unión. Se hará uso de soldaduras aluminotérmicas Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

12.6. Conductores, Racores y Piezas de Conexión

Los conductores e interconexiones entre aparamenta, se realizarán con:

- Para la posición de línea de evacuación, con cable desnudo de aluminio AAC, de 117 mm^2 de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 292 A.
- Para la posición de transformador, con cable desnudo de aluminio AAC, de 117 mm^2 de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 292 A.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

Las uniones entre bornas de aparellaje y conductores, así como las derivaciones de los embarrados se realizarán mediante piezas de aleación de aluminio, de geometría adecuada y diseñadas para soportar las intensidades permanentes y de corta duración previstas sin que existan calentamientos localizados. Su tornillería será de acero inoxidable y quedará embutida en la pieza para evitar altos gradientes de tensión.

12.6.1. Control y Protecciones del Parque Interior

El control y protección de la zona exterior, así como el de la zona interior y los equipos de protección y automatismo, se centralizará en armarios constituidos por paneles de chapa de acero y un chasis formado con perfiles y angulares metálicos del mismo material.

12.6.2. Unidades de Control

El mando y control de la Subestación será de tipo digital y estará constituido por:

- Una (1) unidad de Control de Subestación (UCS), dispuesta en un armario de chapa de acero en el que se ubicarán, además de la unidad de control propiamente dicha, una pantalla y un teclado en el frente, un reloj de sincronización GPS, una unidad de control para la adquisición de las señales de los servicios auxiliares y una bandeja para la instalación de los módems de comunicación con el Telemando.
- Una Unidad de Control de Posición (UCP) por cada posición de la Subestación, constituida por un rack de 19”, ubicada en el armario de control y protecciones.

Desde cada UCP se podrá controlar y actuar localmente sobre la posición asociada, y desde la UCS se podrá controlar cualquiera de las posiciones, así como disponer de información relativa a medidas, alarmas y estado del sistema en general.

12.6.3. Control y Protecciones

Se instalarán un armario de control y protecciones por cada posición de transformador y de línea, que incluirá el control y protección de la línea y las medidas y las protecciones propias de un sistema de generación.

Los armarios de control y protección estarán compuestos por chasis construidos con perfiles metálicos, cerrados por paneles laterales fijos, acceso anterior con chasis pivotante y puerta frontal de cristal o policarbonato ignífugo, lo cual permite una gran visibilidad, protección contra polvo y suciedad, y fácil manejo y acceso a los aparatos instalados. En los planos adjuntos, se podrá observar un esquema de la disposición de los equipos.

Para la línea de evacuación se instalarán los siguientes equipos de protección:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Una protección principal de distancia (21) de tres fases y tierra con teleprotección funcionando en esquema de distancia escalonada, con función adicional de sobreintensidad direccional de neutro (67N) de reserva integrada y reenganchador (79) incorporado. El disparo será trifásico y deberá llevar la función oscilo incorporada.
- Una protección diferencial (87) de línea.
- Un relé de sincronismo (25).
- Localizador de defectos.
- Oscilografía
- Máxima intensidad no direccional de fases (51) y no direccional de tierras (51N)
- Además, dado que la evacuación será subterránea, se incluye una protección de soterramiento (PSOT), cuya misión será bloquear el reenganche en caso de detectar una falta en la zona soterrada, y una protección por imagen térmica (49).

La función de supervisión de las primeras bobinas de disparo se integrará en la protección de distancia principal.

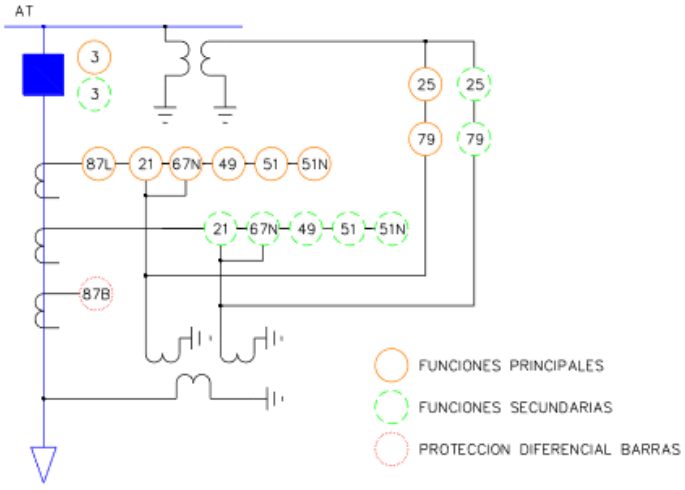


Imagen 5. Protecciones de línea de evacuación

Para el transformador se instalarán los siguientes equipos de protección:

- Un equipo de control de posición (UCP) con multiconvertidor incorporado para dar las señales de tensión, intensidad, potencia activa y reactiva.
- Un relé con las funciones de protección de sobreintensidad de fase y neutra instantánea (50,50N), sobreintensidad de fase y neutro temporizada (51, 51N), supervisión de bobinas (3).
- Una protección diferencial de transformador (87T).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Un equipo de regulación de tensión (90).
- Relé de mínima frecuencia (81m)
- Relé de sobretensión homopolar (59 N)
- Oscilografía.

Para la reactancia de puesta a tierra:

- Un equipo de protección de sobreintensidad de tres fases y neutro para proteger instantáneamente la reactancia de puesta a tierra y temporizada de neutro para faltas en el cable de potencia desde las bornas de baja del transformador hasta la posición de entrada de las celdas de media tensión. (50G/51G).
- Relé de imagen térmica de P.A.T. (49)

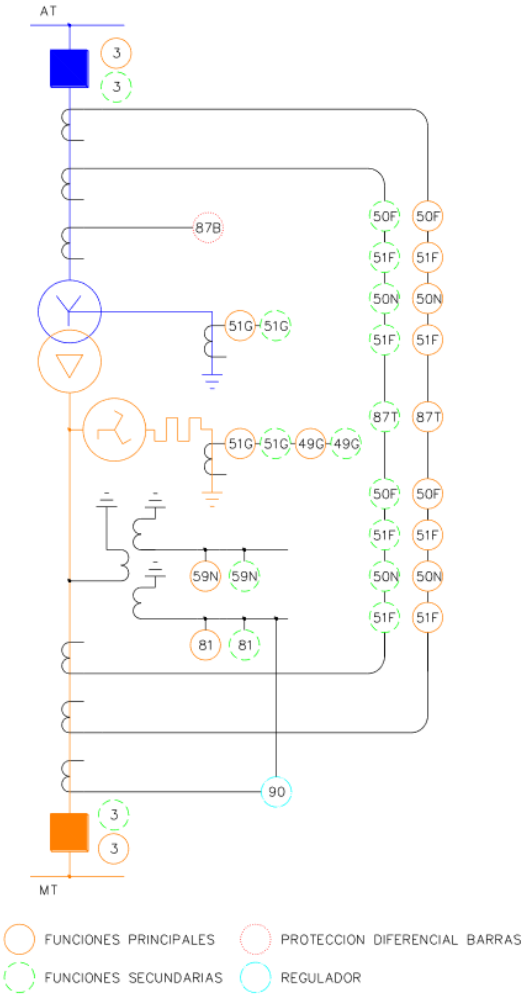


Imagen 6. Protecciones de Transformador y Reactancia P.A.T.

Para la celda del transformador:

VISADO ELECTRONICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Un equipo integrado de protección y control (UCP) que incluye las funciones de protección de sobreintensidad de fase y neutro instantánea (50, 50N), sobreintensidad de fase y neutro temporizada (51, 51N), supervisión de bobinas (3) y reenganche (79).
- Un convertidor de potencia activa y reactiva.

Un contador con registrador integrado para que el despacho tenga los pulsos de energía activa y reactiva.

- Además de las funciones propias del transformador:
  - Imagen térmica (49).
  - Relé Buchholz (63)
  - Temperatura (26)

Para la celda de línea:

- Un equipo integrado de control y protección de posición (UCP) que incluye las funciones de sobreintensidad de fase y neutro instantáneas (50, 50N), sobreintensidad temporizada de fase y neutro sensible (51-51Ns), supervisión de bobinas (3) y reenganche (79).

12.7. Equipo de Medida

Se instalará un equipo de precisión para la compra-venta de energía. Será necesario, por lo tanto, la instalación de un equipo principal en el lado 30 kV y de un equipo redundante, para la comprobación de la medida, en el lado de red de la subestación. Estos equipos irán montados en unos armarios autosoportados. Adicionalmente, y para cumplir dicha función, en estos armarios se instalarán:

- Un contador principal y un contador redundante combinado de activa/reactiva a cuatro hilos clase 0,2S en activa y 0,5 en reactiva, bidireccional, con emisor de impulsos, 3x110√3 V y 3x5 A, simple tarifa y montaje empotrado.
- Un módulo tarificador principal y un módulo tarificador redundante de cuatro entradas con reloj interno incorporado y salida serie de comunicaciones.

Los transformadores de intensidad y los transformadores de tensión para medida del parque con las precisiones pertinentes se instalarán en las celdas de medida.

12.8. Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares necesarios para la instalación procederán del transformador de servicios auxiliares protegido desde una de las cabinas de 30 kV, que será la alimentación principal.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Existirá un transformador de SSAA.

La sala común de posición de salida estará alimentada desde el transformador del edificio.

En caso de caída del transformador de servicios auxiliares o de alguno de los elementos que componen el sistema, se contará con un grupo electrógeno que alimentará directamente los cuadros de servicios auxiliares para no interrumpir la alimentación de los sistemas correspondientes.

12.8.1. Servicios Auxiliares de Corriente Alterna

Para disponer de estos servicios se ha previsto la instalación de un transformador en el edificio. Este transformador se conecta a su correspondiente celda de 30 kV de alimentación a servicios auxiliares y, a su vez, alimenta en baja tensión el cuadro de servicios auxiliares situado en el edificio de mando y control. Las características de este transformador son:

TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES	
Trifásico de Aislamiento	Aceite
Potencia Nominal	50 kVA
Tensión Primario	30 kV ± 4x2.5%
Tensión Secundario	400-230 V
Grupo de Conexión	Dyn11

Tabla 19. Características del transformador de Servicios Auxiliares.

12.8.2. Servicios Auxiliares de Corriente Continua

Para la tensión de corriente continua se ha proyectado la instalación de dos equipos compactos rectificador-batería de 125 Vcc., uno principal que alimentará los circuitos de control y fuerza y otro de reserva, para la alimentación redundante de la unidad de control de subestación y de las segundas bobinas de disparo.

Los dos equipos funcionan ininterrumpidamente y durante el proceso de carga y flotación su funcionamiento responde a un sistema prefijado que actúa automáticamente sin necesitar de ningún tipo de vigilancia o control, lo cual da mayor seguridad en el mantenimiento de un servicio permanente.

También se instalará un equipo compacto rectificador-batería de 48 Vcc para comunicaciones.

12.9. Sistema de Telecontrol

La instalación que se pretende deberá quedar preparada para recoger las señales, alarmas y medidas de la instalación para su transmisión a los centros remotos de

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

operación de las compañías explotadores del parque. Esta transmisión se realizará por fibra óptica, instalada en la línea eléctrica.

A través de esta vía de comunicación se podrán transmitir señales de teledisparo y realizar telemedida.

Los equipos de comunicaciones a instalar se alimentarán desde la fuente conmutada mencionada en los Servicios Auxiliares de Corriente Continua, que se instalará en uno de los armarios de la sala de control.

12.10. APARAMENTA DEL PARQUE DE INTEMPERIE

El parque de intemperie dispondrá, para el control y protección, los siguientes elementos:

- Reactancia de P.A.T.
- Transformador de Potencia
- Transformador de Tensión
- PASS
- Pararrayos Autoválvulas
- Seccionador de puesta a tierra.

La disposición y cantidad de los mismos dependerá del tipo de posición (transformador, línea o barras) que se necesite configurar en cada caso. Además, se utilizarán aisladores de soporte anclados a cimentaciones para soportar los distintos elementos.

12.10.1. Reactancia de P.A.T.

Con el fin de limitar la corriente de defecto a tierra en el sistema de 30 kV, se instalará una reactancia trifásica, en aislamiento seco, conectadas al lado de MT del secundario de los transformadores de potencia y equipada con tres transformadores de intensidad de 300/5A 15VA 5P20.

REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA	
Intensidad de Defecto a Tierra por el Neutro	500 A
Duración del Defecto a Tierra	3 s
Conexión	Zig-Zag (ZN0)
Refrigeración	ONAN

Tabla 20. Características generales de la Reactancia de Puesta a Tierra.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

12.10.2. **Transformador de Potencia.**

Se instalará un transformador de potencia trifásico de 35 MVA de potencia y relación nominal 132/30 kV, en baño de aceite, sobre una bancada situada en la zona del parque intemperie.

El dieléctrico será aceite que circulará en el interior de la cuba por convección natural. La conexión del neutro en el lado de alta tensión será rígida a tierra mientras que la explotación del devanado de media tensión será con el neutro aislado.

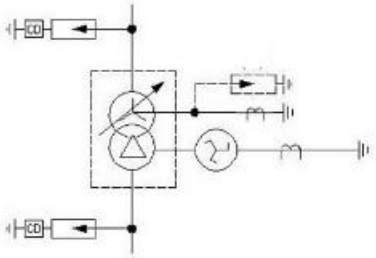


Imagen 7. Esquema conexión transformador de potencia

Las características constructivas más importantes son:

TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
Tipo de servicio	Continuo
Potencia Nominal [MVA]	35 ONAN / 40 ONAF
Relación de transformación	132±10x1,5%/30 kV
Frecuencia [Hz]	50
Conexión	Ynd11
Nivel aislamiento primario [KV]	145
Nivel aislamiento secundario [KV]	36

Tabla 21. Principales características del transformador de potencia.

12.10.3. **Módulo híbrido**

Se prevé la instalación de módulos híbridos. El módulo híbrido integrará las siguientes funciones:

- Interruptor trifásico
- Seccionador tripolar con PAT
- Transformadores de intensidad toroidales instalados en los bushings.

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

- Frecuencia nominal 50 Hz
- Tensión nominal (Um) 145 kV (ef)

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- A frecuencia industrial (50 Hz 1 m) 275 kV (ef)
- Con onda normal 1,2/50 microseg (BIL) 650 kV (cr.)
- Intensidad nominal 3150 A
- Corriente soportada de breve duración (1 seg) 40 kA
- Corriente soportada de pico 100 kA

INTERRUPTOR:

- Tipo LTB-D
- Corriente máxima de apertura en cortocircuito 40 kA
- Corriente máxima de cresta (cierre y apertura) 100 kA
- Comando Accionamiento tripolar a resorte
- Secuencia nominal de operación O-3min-CO-3min-CO
- Tiempo de apertura <= 25ms
- Tiempo de interrupción <= 47ms
- Tiempo de cierre <= 42ms
- Tensión nominal de alimentación de los circuitos auxiliares: 110-125 VDC

SECCIONADOR / SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA:

- Comando accionamiento tripolar con motor
- Tensión nominal de alimentación de los circuitos auxiliares: 110-125 VDC

AISLADORES PASANTES:

- Tensión nominal 145 kV
- Tensión soportada de corta duración: 230 kV
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo: 550 kV
- Distancia de arco 1304 mm / 1633 mm
- Línea de fuga 4670 mm / 5462 mm
- Carga de rotura a flexión: 10.000 N
- Carga de rotura a torsión: 4.000 N

TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD:

- Tipo anillo CT
- Instalación sobre bushings de equipo PASS
- Tensión nominal (Um) 132 kV

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Tensión de aislamiento 145 kV
- Tensiones de prueba (50 Hz,1 min) 275 kV
- Onda normal (1,2/50 ns) 650 kV
- Intensidad limite térmica 31,5 kA
- Intensidad limite dinámica 80 kA
- Relación de transformación:
    - Intensidad primaria 300-600 A
    - Intensidad secundaria. 5-5-5-5 A
- Potencias y clases de precisión:
    - 1 núcleo 15 VA cl.0,2s
    - 2" 30 VA Cl 5P20
    - 3" 30 VA Cl 5P20
    - 4" 50 VA Cl 0,5

12.10.4. Transformador de Tensión

Para alimentar los diversos aparatos de medida y protección de circuitos de 132 kV se ha previsto la instalación de transformadores de tensión inductivos, cuyas características eléctricas esenciales son las siguientes:

TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO	
Relación de transformación	132:√3 / 3x110:√3 – 110:3
Relación	1200
Tensión	145 kV
Potencia y Clases de Precisión	
Secundario 1 (Medida Fiscal)	25 VA Cl 0,2s
Secundario 2 (Protección)	30 VA Cl 3P
Secundario 3 (Protección)	30 VA Cl 3P
Secundario 4	50 VA Cl 3

Tabla 22. Características generales del modelo de transformador de intensidad.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021

VISADO

12.10.5. Pararrayos Autoválvulas

Los dispositivos de protección frente a descargas atmosféricas se instalarán lo más cerca posible de los pórticos de las líneas y de los bornes de los transformadores, tanto en M.T como en A.T. El modelo seleccionado es el siguiente:

PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS		
Tensión más elevada	30 kV	132 kV
Tensión de servicio continuo	36 kV	145 kV
Tensión asignada	>45 kV	>110 kV
Corriente de descarga nominal (8/20 ms)	10 kA	10 kA
Clase de Descargas	1	1
Línea de fuga mínima	31 mm/kV	31 mm/kV
Contador de descargas	SI	SI

Tabla 23. Características generales de los pararrayos autovalvulares.

12.10.6. Aisladores de Soporte

El embarrado tubular irá soportado mediante aisladores rígidos montados en soportes anclados a las cimentaciones. Estos aisladores de apoyo presentan las siguientes características:

AISLADORES DE SOPORTE		
Tipo	C10-170	C10-650
Tensión Nominal	36 kV	145 kV
Tensión soportada de corta duración	70 kV	230 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo	170 kV	550 kV
Carga de Rotura a Flexión	10.000 N	10.000 N
Carga de Rotura a Torsión	3.000 N	4.000 N

Tabla 24. Características generales de los aisladores de soporte.

12.11. Aparamenta del Parque Interno

El parque interno dispondrá de todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación. Estos elementos serán de tipo encapsulado metálico aislamiento en SF_6, para instalación en interior. Las celdas están fabricadas de acuerdo a la norma CEI 298 y cumplen con la denominación de "aparamenta blindada".

Estará compuesto por los siguientes elementos:

- Dos celdas de línea.
- Una celda de medida.
- Una celda de protección por ruptofusible de transformador de SSAA.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Una celda de protección por ruptofusible de banco de condensadores (reserva).
- Una celda de protección por ruptofusible de banco de condensadores.
- Una celda de interruptor automático de protección de transformador.
- Un grupo electrógeno de montaje exterior.

El embarrado y el interruptor automático emplea gas SF_6 como medio de aislamiento, confiriendo a estas celdas las siguientes ventajas:

- Dimensiones reducidas.
- Insensibilidad a la contaminación atmosférica, polvo, insectos, etc., de todas las partes en tensión.
- Alta fiabilidad derivada de la insensibilidad de los agentes externos.
- Alta disponibilidad derivada de la reducida necesidad de mantenimiento.

Las celdas son del tipo "fases agrupadas" y baja presión de trabajo (0,3 bar de presión relativa). Están dotadas de interruptores automáticos y las diferentes funciones de cada circuito están compartimentadas para minimizar la extensión ante cualquier incidente interno, aparte de permitir realizar de forma segura trabajos de mantenimiento sin perturbar el servicio. Cada celda consta de los siguientes compartimentos:

- Interruptor automático.
- Barras generales.
- Salida de cables y transformadores de intensidad.
- Baja tensión y mecanismo de accionamiento

La intensidad nominal de los embarrados principales es de 1250 A.

Con el fin de limitar la corriente de defecto a tierra en el sistema de 30 kV, se instalará una reactancia trifásica, en aislamiento seco, conectadas al lado de MT del secundario de los transformadores de potencia y equipada con tres transformadores de intensidad de 300/5A 15VA 5P20.

REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA	
Intensidad de Defecto a Tierra por el Neutro	500 A
Duración del Defecto a Tierra	30 s
Aislamiento de Partes Activas	Seco

Tabla 25. Características generales de la Reactancia de Puesta a Tierra

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

12.11.1. Descripción de las Celdas

Compartimento de Interruptor

Este compartimento utiliza gas SF_6 como agente aislante y contiene el interruptor automático, está situado en la parte central de la celda y a él se conectan los cables de potencia y el embarrado general a través de pasatapas.

Compartimento de Embarrado Principal

Este compartimento está situado en la parte superior de la celda. Este compartimento utiliza gas SF_6 como medio de aislamiento y en su interior se encuentran los siguientes elementos:

- Embarrado interior y conexiones.
- El seccionador y seccionador de puesta a tierra.

Compartimento de Baja Tensión

Este compartimento se encuentra en la parte inferior de la celda y se encuentra separado de la parte de media tensión. Contiene los equipos y los elementos auxiliares de protección y control en baja tensión.

Compartimento de Conexión de Cables

Está situado en la parte baja de la celda, con acceso desde la zona trasera y contiene:

- Zócalos adecuados para la conexión de los conectores de media tensión.
- Conectores rectos.
- Bridas de sujeción individual de cada cable de potencia.
- Zócalo para transformadores de tensión enchufables.
- Transformadores toroidales de intensidad.

La chapa frontal de las celdas presenta diferentes mandos e indicadores, así como un esquema sinóptico.

Se dejará prevista para la posible instalación, en el caso de ser necesario con los nuevos cambios regulatorios y normativas de regulación de reactiva, de dos baterías autorreguladas de condensadores encapsulados en cabina de tipo intemperie.

La batería se protegerá contra sobretensiones e intensidades y dispondrá de posibilidad de conexión de inductancias de choque para el posible acoplamiento futuro de otras baterías de condensadores.

También se dispondrá de celdas de desequilibrio de relación 5/5 A.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

La conexión y desconexión de la batería vendrá gobernada por el SCADA de control del parque eólico que maniobrará en función del flujo de potencia reactiva, para intentar conseguir en todo momento el factor de potencia más adecuado.

Se dejará espacio suficiente en la sala de celdas para dos celdas de reserva por cada parque eólico para el caso de que cambie la configuración eléctrica de la subestación o el parque.

12.11.2. **Aparellaje**

Cada una de las celdas descritas se compone de los siguientes elementos:

Celda de Línea

- Un interruptor automático tripolar.
- Un seccionador tripolar de tres posiciones con puesta a tierra.
- Tres transformadores de intensidad.
- Indicadores de presencia de tensión.

Celda de Acometida de Transformador

- Un interruptor automático tripolar.
- Un seccionador tripolar de tres posiciones con puesta a tierra.
- Tres transformadores de intensidad.
- Indicadores de presencia de tensión.

Celda de Medida

- Tres transformadores de tensión inductivos.
- Tres transformadores de intensidad.

Celda de Servicios Auxiliares

- Un interruptor-seccionador en carga, mando manual de tres posiciones.
- Tres fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión.

12.11.3. **Interruptor de Celda**

El interruptor incluido en las celdas tiene las siguientes características:

INTERRUPTOR DE CELDA DE LÍNEA	
Aislamiento	SF_6
Intensidad Nominal	1250 A
Intensidad Nominal de Corte (cresta)	80 kA

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

INTERRUPTOR DE CELDA DE LÍNEA	
Intensidad Nominal de Corta Duración (kA/tiempo)	31.5 kA/3s
Grado de Protección	IP65

Tabla 26. Características generales del interruptor instalado en las celdas de línea.

INTERRUPTOR DE CELDA DE TRANSFORMADOR	
Aislamiento	SF_6
Intensidad Nominal	2000 A
Intensidad Nominal de Corte (cresta)	80 kA
Intensidad Nominal de Corta Duración (kA/tiempo)	31.5 kA/3s
Grado de Protección	IP65

Tabla 27. Características generales del interruptor instalado en las celdas de transformador.

12.11.4. Transformador de Intensidad de Celda

El transformador de intensidad instalado en las celdas se utilizará para la protección y medida. Será del tipo toroidal y constará de tres devanados: primario, medida y protección.

La corriente asignada del primario dependerá de la corriente nominal prevista para cada celda.

A continuación, se describen sus características principales:

TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD DE CELDA	
Intensidad Nominal Primario	50, 100, 1000 A
Intensidad Nominal Secundario	5 A
Clase de Aislamiento	E
Potencia Núcleo Medida	25 VA
Clase Núcleo Medida	1
Factor de Sobreintensidad Núcleo Medida	FS5
Potencia Núcleo Protección	30 VA
Clase Núcleo Protección	10
Factor de Sobreintensidad Núcleo Protección	P30

Tabla 28. Características generales del transformador de intensidad instalado en las celdas.

12.11.5. Transformador de Tensión de Celda

Este transformador de tres devanados servirá para alimentar los dispositivos de medida y supervisión, así como a los relés de protección.

TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE CELDA	
Tipo de Montaje	Directamente a Barras
Tensión Nominal Primario	30 kV

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

TRANSFORMADOR DE TENSIÓN DE CELDA	
Factor Normal de Tensión	1.9
Tensión Nominal Secundario	100/√3 V
Límite de Intensidad Térmica	8 A
Intensidad de Larga Duración Nominal	5 A
Clase de Precisión	1
Potencia	30 VA

Tabla 29. Características generales del transformador de tensión instalado en las celdas.

12.11.6. **Seccionador de Tres Posiciones**

Este dispositivo se instala en el interior del compartimento de la barra colectora y dispone de tres posiciones: abierto (aislado), cerrado y listo para conectar a tierra (la conexión a tierra se realiza siempre a través de interruptor automático). La intensidad nominal de este elemento es la misma que las barras principales del sistema de celdas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

13. LÍNEA DE EVACUACIÓN DE ALTA TENSIÓN

En este punto de la memoria se va a describir la línea de evacuación de alta tensión del Parque Eólico.

Se trata de un tramo de línea subterránea de 132 kV que unirá el pórtico de salida de la Subestación Transformadora Carrugueiro con el punto de conexión del eje Sanzo.

Salvo mejor definición futura, la conexión al eje Sanzo se contempla en un principio en el apoyo Nº2 de la línea de alta tensión existente denominada LAAT 132 kV SC San Fernando-La Vaga.

El denominado eje Sanzo 132 kV no es objeto de este proyecto. Éste, se trata de la línea aérea de alta tensión, de titularidad privada (infraestructura de conexión y evacuación de generación, no red de distribución) existente repotenciada o de nueva tramitación, que evacuará la energía de todos los parques eólicos de la zona hasta la SE Sanzo.

13.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Origen del tramo subterráneo	Pórtico conversión aéreo-subterránea de SET Carrugueiro
Conversión aéreo-subterránea	Apoyo conversión subterráneo-aéreo compartido con Viento del Sellía
Final del tramo aéreo	Apoyo Nº2 de LAT 132 KV – San Fernando – La Vaga
Conductor de fase subterráneo	Cable 132kV de XLPE 1x400mm2 Al con pantalla de 120mm^2 Cu
Conductor de fase aéreo	147-AL1/34-ST1A (LA 180)
Número de conductores por fase	1
Cable de comunicaciones	Cable de fibra óptica OPGW48
Montaje del conductor	Directamente enterrado / Circuito aéreo simple
Conexión a tierra de las pantallas	Rígida a tierra

Tabla 30. Resumen de las características generales de la línea de evacuación de alta tensión.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

13.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO.

El último tramo de la línea de evacuación de alta tensión 132 kV se realizará en aéreo, con un único vano. Para ello se proyecta la instalación de un apoyo con conversión aéreo-subterránea, desde el que se entroncará con el apoyo nº2 de la LAT 132 KV – San Fernando – La Vaga existente.

En este apoyo a instalar se dispondrán los terminales unipolares de exterior necesarios para la conexión de ambos conductores (aéreo y subterráneo), así como los elementos de protección necesarios, autoválvulas y tomas de tierra.

El último vano tendrá tense reducido por lo que este apoyo de conversión en su momento deberá ser calculado a efectos mecánicos con apoyo fin de línea.

Este apoyo será metálico de doble circuito y cúpula para la instalación de cable de fibra óptica OPGW. A continuación, se muestran las características del apoyo:

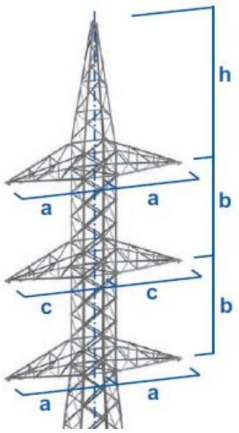


Imagen 8. Disposición de crucetas y dimensiones características.

Apoyo	Dimensiones [m]				
	Cabeza "b"	Cruceta "a"	Cruceta "c"	Cúpula "h"	Altura útil
Conversión Aéreo-Subterránea.	4,44	3	3,2	4,3	12,2

Tabla 31. Dimensiones principales del apoyo.

Además, contará con los siguientes accesorios:

- Cruceta auxiliar que se situará bajo la actual cruceta inferior para soportar la autoválvula y terminal correspondiente a esta fase.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Estructura para bajada de cables a modo de "escalera", fijada a la celosía del apoyo. Esta estructura soportará las bridas de sujeción de los cables. Las bridas serán de material no magnético, nylon, teflón o similar.
- Estructuras soporte para autoválvulas y terminales.

La cimentación del apoyo sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Sobre cada uno de los bloques de hormigón se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

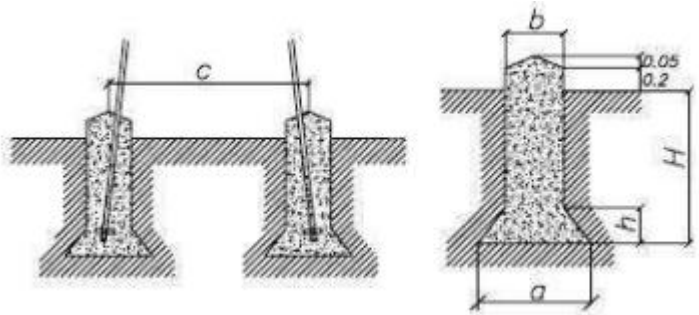


Imagen 9. Detalle de la cimentación del apoyo.

Los valores de ángulo de arranque de tierra y carga admisible del terreno se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Los herrajes, entendidos como todos los elementos necesarios para la fijación de los aisladores a los apoyos y a los conductores y los de fijación del cable de fibra óptica a la torre, serán fundamentalmente de hierro forjado galvanizado en caliente y todos deberán estar tratados adecuadamente frente a la corrosión. Los bulones serán siempre con tuerca, arandela y pasador. Las grapas de compresión tendrán una carga de rotura no inferior al 95% de la del cable correspondiente. Se diseñará para soportar los esfuerzos a que están sometidos chapas de unión del apoyo a los grilletes, prestando especial atención al grueso de la chapa, así como la disposición de los taladros. En el caso de que, por la situación del taladro, la cadena resultase girada en relación a su posición se intercalaría la pieza necesaria para su adecuada instalación (eslabón, ver plano herrajes).

Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Los suministros del material se regirán por las Especificaciones Técnicas de la distribuidora para la Adquisición de Herrajes, Empalmes y Piezas de Derivación y responderán a las Normas UNE:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- UNE 21 006: Herrajes para las líneas eléctricas. Nomenclatura, características generales y ensayos.
- UNE 21 009: Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rótula de los elementos de cadenas de aisladores.
- UNE 21 024: Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.
- UNE 21 158: Herrajes para líneas eléctricas aéreas de alta tensión. Características y ensayos.
- UNE 21 159: Elementos de fijación y empalme para conductores y cables de tierra de líneas eléctricas aéreas de alta tensión. Características y ensayos.

Las cadenas de aisladores serán de tipo inicio/fin de línea.

13.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONDUCTOR.

Los cables utilizados en la red de evacuación tendrán conductores de aluminio aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación para el tramo subterráneo, y conductores de aluminio con alma de acero desnudos para el tramo aéreo. A continuación, se presentan las características de los cables a utilizar:

- Cables de 132kV de XLPE 1x400mm^2 Al con pantalla de 150mm^2 Cu.

Tensión nominal	132KV
Sección (mm2)	400
Material	Al XLPE
Norma	IEC 60840
Características	
Tensión U0 (KV)	76
Tensión Um (KV)	145
Aislamiento rayo (KV)	650
Conductor	
Material	Al
Sección (mm2)	400
Diámetro Exterior (mm)	23,5
Resistencia cc a 20ºC (Ohm/km)	0,0778
Tipo de cuerda	UNE 60228, clase 2 compactada
Pantalla sobre el conductor	
Aislamiento	
Material	XLPE
Espesor (mm)	18
Pantalla sobre el aislamiento	
Material	M. Extrusionada
Espesor (mm)	3,4
Diámetro Exterior (mm)	80,2
Pantalla metálica	
Material	Hilos Cu
Sección (mm2)	150
Barrera no prop. Agua	
Material	Cinta Al Copolímero
Cubierta exterior	

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

Material	Polietileno de Alta Densidad (HDPE)
Espesor (mm)	3,4
Diámetro Exterior (mm)	80,2
Color	Negro
Peso (kg/km)	6.334

Tabla 32- Características de los Cables Subterráneos

- Conductores desnudos de aluminio/acero 147-AL1/34 ST1A (LA-180)

Designación	147-AL1/34 ST1A
Sección (mm2)	181,6 (147,3/34,3)
Material	Aluminio/Acero
Norma	UNE-EN 50182
Conductor	
Alambres AL1	30
Alambres ST1A	7
Diámetro Exterior (mm)	17,50
Características Mecánicas	
Masa lineal (kg/km)	676
Carga de rotura (daN)	6390
Módulo de Elasticidad (daN/mm2)	8000
Coeficiente de dilatación lineal (ºCx10^{-6})	17,8
Características Eléctricas	
Resistencia en c.c. 20ºC (Ω/km)	0,1962
Densidad de corriente (A/mm2)	2,33
Intensidad de corriente (A)	424

Tabla 33. Características del conductor aéreo desnudo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

13.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA.

- Número de fibras 48
- Diámetro exterior del cable (mm) ..... ≤ 18
- Resistencia a la tracción máxima (daN) ..... ≥ 1.000
- Masa (kg/km) ..... ≤ 300
- Radio de curvatura (mm) ..... ≤ 300
- Disposición de tubos ..... 4 tubos de 12 fibras
- Humedad relativa ..... Mínima: 65% hasta 55°C
- Margen de Temperatura ..... -20°C a +70°C
- Tipos de Fibra (norma de referencia) ..... Monomodo convencional (ITU-T G.652.D)

13.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE DE PUESTA A TIERRA.

Se emplearán cables unipolares formados por un conductor de cobre, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina.

Tensión nominal de la Línea	Sección del conductor
132 kV	120 mm^2

Tabla 34- Sección del conductor unipolar Cu de puesta a tierra.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

14. ESTUDIO DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS EN LA PROXIMIDAD DE LAS INSTALACIONES

La exposición a los campos electromagnéticos, generados por líneas de alta tensión y centros de transformación, es decir, de una frecuencia de 50 Hertzios (50 Hz), está generando cierta preocupación por los posibles efectos nocivos para la salud humana. Hay dos componentes de los campos electromagnéticos (CEM) - el campo eléctrico y el campo magnético. La controversia sobre los posibles efectos para la salud humana está centrada en el componente magnético, es decir, los campos magnéticos.

Los campos magnéticos se originan por el movimiento de cargas eléctricas. Cuando hay corriente, la magnitud del campo magnético cambiará con el consumo de energía; cuanto mayor sea la intensidad de la corriente, mayor será la intensidad del campo magnético. Los campos magnéticos son más intensos en los puntos cercanos a su origen y su intensidad disminuye rápidamente conforme aumenta la distancia desde la fuente. Los materiales comunes, como las paredes de los edificios, no bloquean los campos magnéticos.

Las principales fuentes de campos de FEB (frecuencia extremadamente baja) son la red de suministro eléctrico (transformadores, líneas de alta tensión, etc), cables de suministro eléctrico, y todos los aparatos eléctricos.

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión" (RAT). Este reglamento limita los valores máximos de campos electromagnéticos en las proximidades de instalaciones eléctricas de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

14.1. LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

Según establece el apartado 4.7. de la ITC-RAT 14 "Instalaciones Eléctricas de Interior" del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de dichas instalaciones.

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

La comprobación de que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, se realizará mediante los cálculos para el diseño correspondiente, antes de la puesta en marcha de las instalaciones que se ejecuten siguiendo el citado diseño y en sus posteriores modificaciones cuando estas pudieran hacer aumentar el valor del campo magnético.

Particularmente, cuando las instalaciones de alta tensión se encuentren en edificios habitables o anexos a los mismos se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizar los campos magnéticos generados:

- Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán preferentemente la disposición en triangulo y formando ternas, o en atención a las circunstancias particulares del caso, aquella que el proyectista justifique que minimiza la generación de campos magnéticos.
- La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñaran evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurara que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.
- En el caso que por razones constructivas no se pudieran cumplir alguno de estos condicionantes de diseño, se adoptaran medidas adicionales para minimizar dichos valores, como, por ejemplo, el apantallamiento.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá requerir al titular de la instalación que se realicen las medidas de campos magnéticos por organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas magnéticas. Las medidas deben realizarse en condiciones de funcionamiento con carga, y referirse al caso más desfavorable, es decir, a los valores máximos previstos de corriente.

El Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (1999/519/CE) recomienda como restricción básica para el público, en sitios donde pueda permanecer bastante tiempo, unos niveles para el campo electromagnético de 50 Hz: 5 kV/m para el campo eléctrico y 100 μT para el campo magnético.

A frecuencia de 50 Hz la intensidad del campo magnético decrece rápidamente con la distancia a la fuente, por ello, la medida más inmediata y eficaz adoptada es el alejamiento respecto a la fuente.

Según el Real Decreto 1066/2001, el campo magnético deberá ser

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Inferior a 100 μT para el público en general.
- Inferior a 500 μT para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación).

14.2. Condiciones de Diseño del Parque Eólico

Particularmente para el presente proyecto, en la instalación no habrá ningún edificio habitado, por lo que el acceso a las fuentes estará restringido, accediendo únicamente los trabajadores del parque para las labores de mantenimiento.

Tomaremos por tanto el valor de 500 μT como el límite del campo magnético admisible a revisar en las zonas más sensibles de la instalación, a las que sólo podrán acceder los trabajadores del propio parque.

Con objeto de minimizar los campos magnéticos generados, el tendido de los cables de potencia de alta y baja tensión se realizará de modo que las tres fases de una misma terna estén en contacto con una disposición al tresbolillo. Con esta disposición, al estar las tres fases del circuito próximas entre sí, se compensa el campo magnético generado por la intensidad que circula por cada fase.

El campo magnético producido por la intensidad que circula por un conductor en un punto determinado, vendrá dado por la expresión:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Siendo:

- B: Campo magnético producido en Teslas (T)
- μ_0: Permeabilidad del medio, su valor en el espacio libre es de $4\pi \times 10^{-7}$ T·m/A
- I: Corriente eléctrica que circula por el conductor, en Amperios (A)
- r: Distancia del conductor al punto de interés a considerar, en metros (m)

Para obtener el campo resultante del conjunto de todos los conductores en un punto determinado, las componentes verticales y horizontales de B, deben de combinarse individualmente como fasores, considerando los ángulos de las diferentes corrientes.

14.3. Conclusiones Obtenidas y Medidas Adoptadas

Para este proyecto, no habrá ningún edificio habitable, por lo que el acceso a las fuentes estará restringido exclusivamente a los trabajadores del parque para las labores de mantenimiento.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Teniendo en cuenta esto y siguiendo la normativa, las recomendaciones y los cálculos efectuados, se adoptarán las siguientes medidas:

- Las entradas y salidas al centro de transformación o subestación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo, preferentemente formando ternas.
- Los transformadores se ubican en recintos cerrados, que limitan la exposición a su influencia simplemente por distancia mínima.
- Las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permiten reducir los niveles de exposición al público general, ya que el campo magnético disminuye con la distancia (en relación cuadrática).
- El transformador de servicios auxiliares, de 30/0,42 kV, se ubica en el interior de un edificio, lo que contribuye a la disminución del campo en el exterior.
- La altura y separación entre fases de los pórticos de conexión con las líneas aéreas externas permiten reducir el valor de campo magnético en el perímetro de la subestación.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

15. RESUMEN

El parque eólico proyectado tendrá las siguientes características generales:

• N.º de Expediente: PE-159.

• Solicitante: PE CARRUGUEIRO, S.L.U.

• Instalación: Parque Eólico Carrugueiro con una potencia instalada de 15,875 MW, formado por 3 aerogeneradores con centro de transformación de 5.500 kVA de potencia y relación de transformación 0,69/30 kV en cada uno. Una línea subterránea, de 8.015 m de longitud total aproximada, en alta tensión a 30 kV de interconexión entre los aerogeneradores y la subestación SET Carrugueiro 132/30 kV, de 35 MVA, a compartir infraestructuras con el PE Pereiros (PE-254) y con la SET Viento del Sellía. Una línea subterránea, de 484 m de longitud total aproximada, en alta tensión a 132 kV que unirá el pórtico de salida de la SET Carrugueiro con el apoyo Nº2 de la línea de alta tensión existente denominada LAAT 132 kV SC San Fernando-La Vaga.

• Emplazamiento: Principalmente en el entorno de Llares, Carrugueiro-Boal y parcialmente, infraestructuras de evacuación, en terrenos de Castropol.

• Objeto: Producción de energía eléctrica de origen renovable a partir del viento.

• Presupuesto: 13.376.978,44 €.

16. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista administrativo el Proyecto Técnico Parque Eólico Carrugueiro no es un proyecto nuevo, ya ha sido tramitado en el pasado obteniendo la Declaración de Impacto Ambiental favorable.

Son dos los motivos principales que han hecho necesaria la Modificación del mismo, como se ha tratado de explicar a lo largo de esta Memoria; en primer lugar, el cambio del número y modelo de aerogenerador proyectado y en segundo lugar, el punto de acceso y conexión a la red de distribución eléctrica y su correspondiente evacuación.

La evolución tecnológica y mayor eficiencia de los aerogeneradores nos han permitido reducir el número de máquinas de 6 a 3, con el consiguiente beneficio medioambiental, manteniendo prácticamente la misma posición de las ya evaluadas. Por otra parte, todas las líneas eléctricas de evacuación hasta el punto de conexión del eje Sanzo serán subterráneas. La Subestación Transformadora también se adaptará a la nueva situación,

VISADO ELECTRÓNICO COMPLEMENTARIO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

situándose anexa a otra subestación de otro promotor para compartir plataforma y minimizar el impacto, reduciendo su tamaño, pero incorporando igualmente las características de la original.

A través de esta Memoria, acompañada de los Planos, Presupuesto y resto de documentos que conforman el Proyecto, se ha tratado de describir la nueva solución para el Proyecto Técnico Parque Eólico Carrugueiro de manera que permita la tramitación y aprobación por las diferentes Administraciones competentes.

Llanera, octubre de 2021
Sergio Robles Fernández

Ingeniero Industrial
Colegio de Ingenieros Superiores
Industriales de Asturias y León
Colegiado nº 1.879

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ANEXO I.

ESTUDIO DE VALIDACIÓN DEL AEROGENERADOR

Parque Eólico Carrugueiro

(Concejos de Boal y Castropol – Asturias)

Expediente: P.E. 159

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

HISTÓRICO

FECHA	REV.	COMENTARIOS	AUTORES		
			ELABORADO	REVISADO	APROBADO
10/21	00	Creación del Documento	AFF	SVF	SRF

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El presente documento, su contenido, sus anexos y/o modificaciones (el "Documento") ha sido confeccionado por Siemens SGRE Renewable Energy ("SGRE") a efectos puramente informativos, contiene información privada y confidencial referente a SGRE y/o sus filiales (la "Compañía"), y se dirige exclusivamente a su destinatario. En consecuencia, no se podrá revelar, publicar o distribuir, total o parcialmente, sin el consentimiento previo y por escrito de SGRE, y siempre que se haga referencia explícita a la titularidad de SGRE de los indicados derechos de propiedad intelectual. La totalidad del contenido de este Documento, ya sean textos, imágenes, marcas, logotipos, combinaciones de colores, o cualquier otro elemento, su estructura y diseño, la selección y forma de presentación de los materiales incluidos en la misma, están protegidos por derechos de propiedad industrial e intelectual, titularidad de SGRE, que el destinatario y receptor de este Documento debe respetar. En particular, pero sin limitar la generalidad de la obligación de confidencialidad, quedan prohibidas la reproducción, excepto para uso privado, la transformación, distribución, comunicación pública, puesta a disposición de cualquier tercero y, en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de todo o parte de los contenidos de este Documento, así como de su diseño y la selección y forma de presentación de los materiales incluidos en la misma.

ÍNDICE

1 ALCANCE 3
2 DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS 4
3 ANÁLISIS DE DATOS. CLASIFICACIÓN IEC 5
3.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS 5
3.1.1 PERIODO DE MEDIDA DE LOS DATOS DE VIENTO 5
3.1.2 CORTADURA VERTICAL PROMEDIO 5
3.1.3 ROSA DE VIENTO Y ENERGÍA 6
3.1.4 DENSIDAD DEL AIRE 6
3.1.5 VELOCIDAD DE VIENTO MEDIA. PARÁMETROS DE LA DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL 6
3.1.6 INTENSIDAD DE TURBULENCIA 7
3.1.7 VALORES EXTREMOS DE LA VELOCIDAD DE VIENTO 8
3.1.8 CLASIFICACIÓN IEC 9
3.1.9 CONDICIONES AMBIENTALES 9
3.2 CONDICIONES OROGRÁFICAS 10
3.2.1 MAPA DE PENDIENTES 12
3.2.2 PENDIENTES MÁXIMAS EN DIRECCIÓN DE VIENTOS PREDOMINANTES 12
3.2.3 PENDIENTES MÁXIMAS EN DIRECCIÓN DE VIENTOS NO PREDOMINANTES 13
3.2.4 ÍNDICE DE COMPLEJIDAD DEL TERRENO 13
3.2.5 ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR 13
3.2.6 OBSTÁCULOS Y RUGOSIDAD 13
3.3 DISEÑO DE PARQUE EÓLICO 14
3.3.1 CONFIGURACIÓN DEL PARQUE 14
3.3.2 DISTANCIA ENTRE AEROGENERADORES 15
3.3.3 INTENSIDAD DE TURBULENCIA EFECTIVA 15
3.3.4 POSICIÓN DEL MÁSTIL METEOROLÓGICO 16
3.3.5 WAKE ADAPT 16
3.3.6 ESTUDIO DE CARGAS 16
4 RESULTADOS 17
5 REFERENCIAS 18

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO
ICA-TEC-001-R06 (es) Edición 1/SWAT 3.2016

REGISTRO DE CAMBIOS

Informe actual

Código	Rev.	Fecha	Autor	Descripción
GD371825	3	14/05/21	HLODOSO	Nueva configuración y layout (3 posiciones SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW) a 84 m altura de buje)
GD371825	2	29/08/19	ALTN	Nueva configuración y layout (4 posiciones SG 3.4-132 High-winds (AM+2, 3.65 MW) a 84 m altura de buje o 4 posiciones SG 3.4-132 High-winds (AM+3, 3.75 MW) a 84 m altura de buje)
GD371825	1	17/09/18	ALTN	Nueva altura de buje (3 posiciones G114-2.625MW IA a 80 m altura de buje)
GD371825	0	11/05/18	ALTN	Versión inicial (3 posiciones G114-2.625MW IA a 93 m altura de buje)

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1 ALCANCE

En este informe se realiza un análisis de las condiciones de viento y diseño del parque eólico CARRUGUEIRO, atendiendo a las especificaciones de diseño de los aerogeneradores que van a ser instalados. El estudio de verificación se desarrollará acorde con las condiciones de viento y orografía del emplazamiento.

El diseño del P.E. CARRUGUEIRO ha sido proporcionado por el cliente ELECTRA NORTE ENERGÍA (Doc. Apl./Ref. 13) para una configuración compuesta por 3 SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW) a 84 m de altura de buje.

Este informe es una revisión del GD371825 R2 debido a una nueva configuración (modelo de aerogenerador) y layout.

La evaluación para vidas útiles superiores a 20 años consiste en una verificación estructural a fatiga de los principales componentes mecánicos del aerogenerador tales como: palas, multiplicadoras, torres o tren de potencia. No se han tenido en cuenta otras consideraciones en términos de cargas extremas, propiedades del material, componentes eléctricos, etc. Las declaraciones contenidas en este documento con respecto a la vida útil de las turbinas no implican, en ningún caso, que ciertos componentes de las turbinas no se vean afectados por el desgaste y que, en consecuencia, serían necesarios reemplazos de dichos componentes, ni que, si las condiciones del emplazamiento difieren de las identificadas en el análisis de viabilidad del emplazamiento y las turbinas están sujetas a condiciones más onerosas, las turbinas podrían sufrir ciertos daños.

Además, si bien la información contenida en este documento sobre la posible vida útil de las turbinas se ha preparado de buena fe, no se hace ni se hará ninguna garantía, expresa o implícita, y Siemens Gamesa no aceptará ninguna responsabilidad u obligación en relación con la precisión o integridad de la información contenida en este documento con respecto a este tema y, en consecuencia, se renuncia expresamente a dicha responsabilidad.

Este análisis ha sido preparado por SGRE en base a la información suministrada por el cliente, Apl./Ref. Doc. 12 a 15 (en adelante, la INFORMACIÓN). El Cliente declara y garantiza que la información es precisa, veraz y completa, y que coincide con las condiciones reales del emplazamiento, siendo por lo tanto el cliente el responsable único y exclusivo de tal exactitud, veracidad e integridad.

Por otra parte, este análisis se ha realizado utilizando el conocimiento actual de la industria y las normas generalmente aceptadas de la atención profesional, la habilidad, diligencia y competencia, con base en los supuestos operacionales y de diseño establecidos en el certificado de verificación del diseño para el modelo de aerogenerador especificado en este documento. No se da ninguna representación o garantía en cuanto a la consecución o razonabilidad de las proyecciones, estimaciones o declaraciones sobre el futuro o las perspectivas de la Información.

Por lo tanto, si las condiciones reales de funcionamiento en el emplazamiento se desvían de manera adversa de las suposiciones formuladas en este análisis, otros requisitos de funcionamiento de los aerogeneradores distintos a los especificados en este documento pueden ser requeridos. SGRE no se hace responsable de los daños, pérdidas o responsabilidades de cualquier naturaleza (directos o indirectos) en relación con o derivados de la utilización de cualquier información contenida en este documento, a excepción de los daños en tal medida es atribuible a la negligencia grave o dolo de SGRE.

VISADO ELECTRÓNICO AMBITO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2 DEFINICIONES Y ACRÓNIMOS

SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW): Aerogenerador fabricado por SGRE de 132 m de diámetro de rotor y 5.0 MW de potencia nominal.
".": Indicador de separador decimal.
Alfa, factor de cortadura vertical: Exponente de la ley de cortadura potencial de viento.
C_{CT}: Parámetro de corrección de la estructura de la turbulencia.
H_{buje}: Altura de buje.
IEC: International Electrotechnical Commission.
Clase IEC: Clasificación de aerogeneradores de acuerdo a la norma IEC-61400-1.
MERRA2: Modern Era Retrospective-analysis for Research and Applications.
MTI: Método de tormentas independientes.
Velocidad de referencia: Velocidad extrema en promedio de 10 minutos esperada en un periodo de recurrencia de 50 años.
TAB: Extensión de fichero del programa WAsP con distribución de frecuencias y rosa de direcciones.
IT: Intensidad de turbulencia de la velocidad del viento.
IT_{15}: Valor medio ponderado de la IT desde 10 m/s hasta la velocidad de corte del aerogenerador.
Intensidad de Turbulencia: Relación de la desviación estándar de la velocidad de viento con la velocidad media, tomadas en un mismo periodo de tiempo especificado.
V_{med}: Velocidad de viento media.
$V_{máx}$: Velocidad de viento máxima.
$V_{ref\ densidad\ estándar}$: Velocidad de referencia a densidad estándar (1.225 kg/m^3).
V_{ref}: Velocidad de referencia.
P.E.: Parque Eólico.
WAsP: Wind Atlas Analysis and Application Programme.
Distribución de Weibull: Función de probabilidad usada para describir la distribución de la velocidad de viento a lo largo de un periodo de tiempo (usualmente 1 año).
Cortadura vertical del viento: Incremento de la velocidad del viento con la altura respecto al suelo.
WTG: Generador de turbina de viento
X_{UTM}: Coordenada X (este-oeste) en formato UTM ETRS89 (zona 29).
Y_{UTM}: Coordenada Y (norte-sur) en formato UTM ETRS89 (zona 29).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO
ICA-TEC-001-R06 (es) Edición 1

3 ANÁLISIS DE DATOS. CLASIFICACIÓN IEC

Este informe se hace a partir de los datos de viento y el mapa enviados por el cliente, ELECTRA NORTE ENERGÍA (Doc. Apl./Ref. 12 a 14).

El cliente ha suministrado información sobre otros parques eólicos vecinos CANDAL y PENOUTA, pero no de otros obstáculos cercanos. Por tanto, este informe se ha realizado teniendo en cuenta los aerogeneradores del P.E. CARRUGUEIRO y de los parques eólicos vecinos.

Este análisis se ha realizado con los datos indicados en este informe. Cualquier cambio en dichos datos puede conllevar una modificación en las conclusiones.

3.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS

3.1.1 PERIODO DE MEDIDA DE LOS DATOS DE VIENTO

Las coordenadas y el periodo de medida de los mástiles meteorológicos son los siguientes (Doc. Apl./Ref. 12 y 13):

Mástil meteorológico	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Alturas (m)	Periodo de medida
804	673541	4808787	40/38/10/8	31/05/06 - 23/10/12
806	674666	4810404	81/60/40	09/07/10 – 11/02/13

Tabla 1: *Periodo de medida de los mástiles meteorológicos del P.E. CARRUGUEIRO.*

Los datos de viento disponibles en los mástiles 804 y 806 corresponden a series diezminutales (Doc. Apl./Ref. 12).

El mástil 804 ha sido seleccionado como representativo de todas las posiciones del parque atendiendo a criterios de distancia y orografía del emplazamiento.

El periodo de referencia utilizado en el mástil 804 ha sido 01/08/09 - 31/07/11 y la disponibilidad en este periodo es del 98.29 %. Los datos obtenidos durante el periodo de referencia se han utilizado para realizar los cálculos de este informe.

El archivo TAB a altura de buje ha sido calculado por SGRE a partir de los datos enviados por el cliente (Doc. Apl./Ref. 12).

SGRE ha descargado una serie de datos MERRA para comprobar la representatividad a largo plazo de las condiciones de viento medidas en el mástil 804. Tras el estudio, se consideran los datos medidos en el periodo de referencia como representativos del largo plazo y, por lo tanto, no se realiza corrección de los mismos.

3.1.2 CORTADURA VERTICAL PROMEDIO

A continuación se representa el valor del coeficiente de cortadura vertical promedio enviado por el cliente a partir de los datos diez minútales de viento durante el periodo de referencia (Doc. Apl./Ref. 12):

Mástil meteorológico	Alturas (m)	Cortadura vertical
804	40 / 10	0.1

Tabla 2: *Factor de cortadura vertical en el mástil meteorológico 804 del P.E. CARRUGUEIRO.*

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Este valor se ha utilizado para extrapolar las series de datos de viento del mástil desde 40 m de altura de medida hasta 84 m de altura de buje.

Debido a las diferencias entre la altura de medida y la altura de buje, SGRE advierte que las condiciones reales a dicha altura de buje pudieran diferir de las estimadas en este documento. Sería recomendable contar con medidas de viento reales a altura de buje con el fin de reducir las incertidumbres asociadas a la extrapolación en altura.

3.1.3 ROSA DE VIENTO Y ENERGÍA

El siguiente gráfico muestra tanto la rosa de viento y energía, como el ajuste de la distribución de Weibull para el mástil 804 a la altura de medida. El fichero TAB empleado para llevar a cabo este cálculo ha sido calculado por SGRE a partir de los datos brutos proporcionados por el cliente (Doc. Apl./Ref. 12).

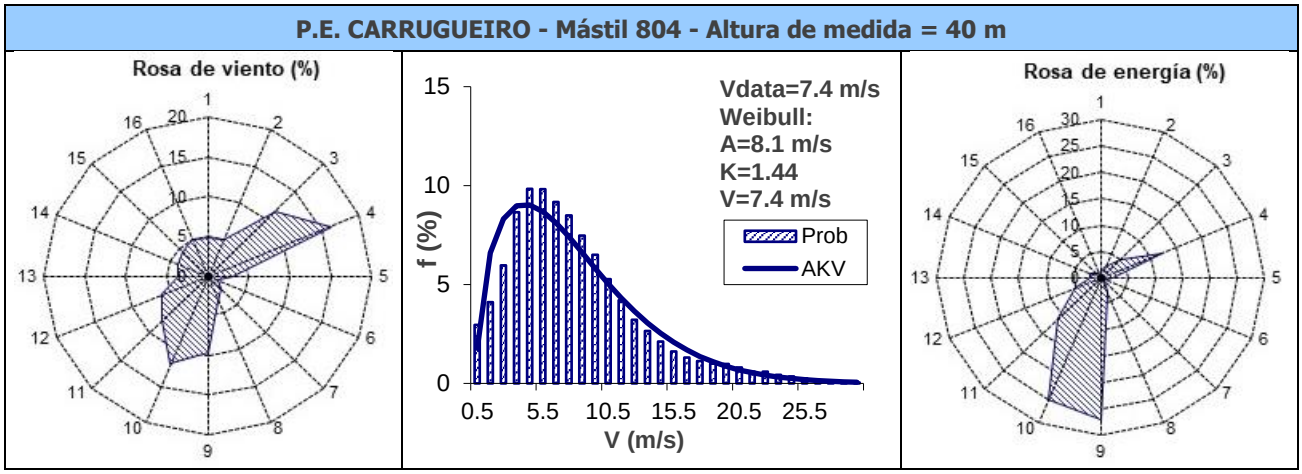


Gráfico 1:*Rosa de viento, ajuste de Weibull y rosa de energía en el mástil meteorológico 804 a 40 m durante el periodo de referencia.*

En el gráfico anterior se muestra el ajuste de distribución de Weibull realizado por WAsP. Este método de ajuste de distribución de Weibull está basado en los criterios de WAsP. Como se puede observar, la distribución de los datos de viento en el mástil no se ajusta correctamente a una distribución de Weibull. Este hecho introduce incertidumbres en la modelización con WAsP de la zona de implantación de los aerogeneradores.

3.1.4 DENSIDAD DEL AIRE

El valor de la densidad del aire en el emplazamiento ha sido suministrado por el cliente, siendo su valor de 1.126 Kg/m^3 (Doc. Apl./Ref. 15).

3.1.5 VELOCIDAD DE VIENTO MEDIA. PARÁMETROS DE LA DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL

La siguiente tabla muestra los parámetros de A, k y velocidad en el mástil y en las posiciones de los aerogeneradores a 84 m de altura de buje. Estos valores han sido calculados por el SGRE con el programa WAsP a partir de los datos proporcionados por el cliente (Doc. Apl./Ref. 12 a 14).

P.E CARRUGUEIRO – 3 SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW) a 84 m altura de buje					
ID	**Coordenada X (m)**	**Coordenada Y (m)**	**A Weibull (m/s)**	**k Weibull**	**V_{media} (m/s)**
804	***673541***	***4808787***	***8.9***	***1.51***	***8.0***
AEG 01	673433	4808974	8.7	1.47	7.9

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 2021 1618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

P.E CARRUGUEIRO – 3 SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW) a 84 m altura de buje					
ID	**Coordenada X (m)**	**Coordenada Y (m)**	**A Weibull (m/s)**	**k Weibull**	**V_{media} (m/s)**
AEG 02	673644	4808762	9.0	1.52	8.1
AEG 03	673587	4808419	8.6	1.53	7.8

Tabla 3: *Velocidad media, parámetros A y k de Weibull en el mástil meteorológico y cada posición del P.E. CARRUGUEIRO.*

3.1.6 INTENSIDAD DE TURBULENCIA

A continuación, se muestra la Intensidad de Turbulencia Característica (percentil 90%) en el mástil 804 estudiado en este parque. Este gráfico ha sido calculado a partir de los datos proporcionados por el cliente a altura de medida, empleando para ello su correspondiente periodo de referencia mencionado en el apartado 3.1.1 (Doc. Apl./Ref. 12):

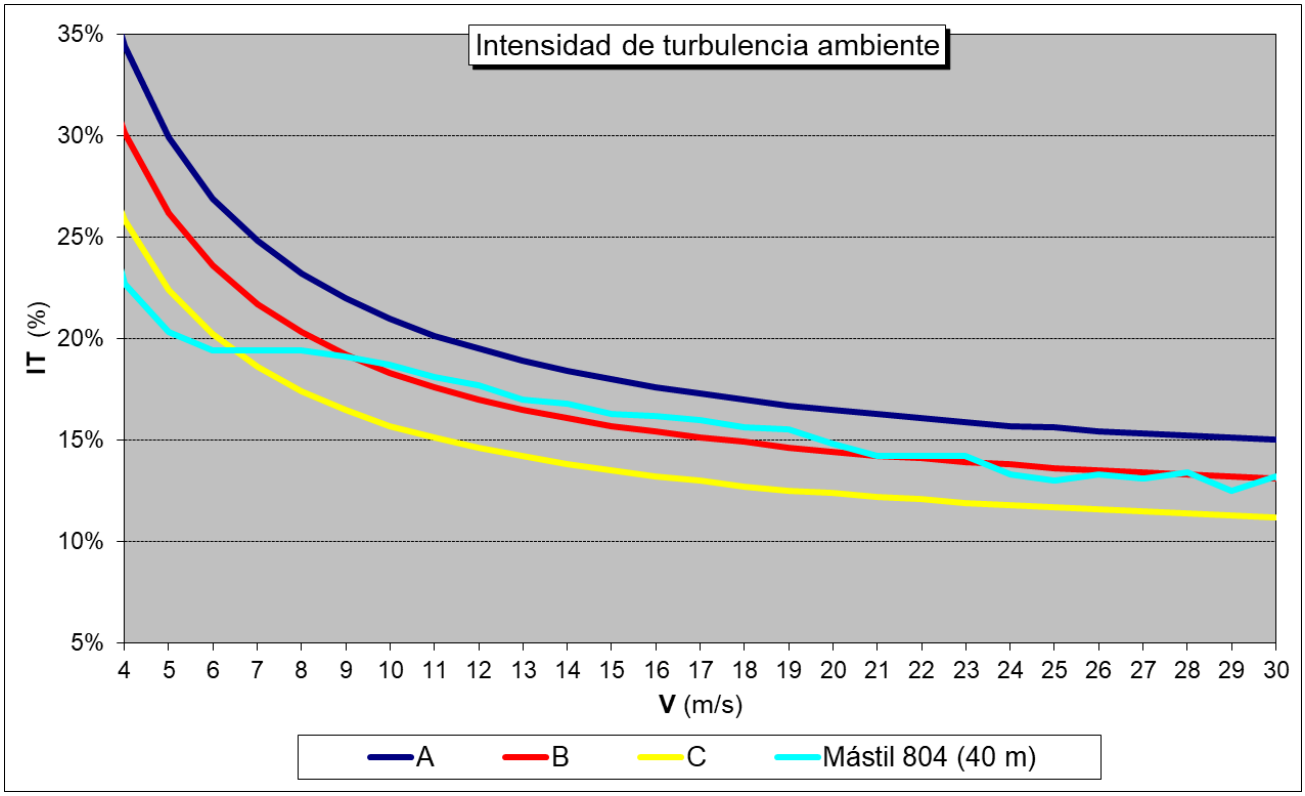


Gráfico 2: *Intensidad de turbulencia en el mástil meteorológico 804 del P.E. CARRUGUEIRO.*

De acuerdo con el gráfico anterior, la Intensidad de Turbulencia Característica medida en el mástil meteorológico 804 a 40 m de altura de medida está por debajo de los límites de la Subclase IEC-A según la clasificación de la norma IEC 61400-1 Ed.3 Amendment 1 standard (Doc. Apl./Ref. 2).

El valor de IT_{15} en el mástil 804 a 40 m en el periodo de referencia 01/08/09 - 31/07/11 es **16.9%.**

Debido a que el número de datos diezminutales a partir del bin 30 en el mástil 804 tienen una baja disponibilidad, la intensidad de turbulencia en estos bines no se considera representativa y no ha sido tenida en cuenta en los cálculos que se muestran a continuación.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.1.7 VALORES EXTREMOS DE LA VELOCIDAD DE VIENTO

Método de Tormentas Independientes (MTI)

El método utilizado para determinar el valor de V_{ref} se basa en los parámetros de distribución A y k de Weibull. Por lo tanto, debido al ajuste inexacto de Weibull y al bajo valor del parámetro k de Weibull en el mástil, se ha aplicado el Método de Tormentas Independientes para obtener la V_{ref} estimada en las posiciones (Doc. Apl./Ref. 6).

El Método de Tormentas Independientes se aplica a la serie de datos de viento promediados diezminutales durante todo el periodo disponible del mástil 804.

El valor de V_{ref} que aplica el Método de Tormentas Independientes se extrapola del mástil a cada posición de aerogenerador del parque eólico, de acuerdo con la relación entre la V_{ref} y la velocidad media del viento calculada en el mástil a 84 m de altura de buje.

En la siguiente tabla se indican los valores obtenidos a 84 m de altura de buje en el mástil y en cada posición de aerogenerador.

P.E CARRUGUEIRO – 3 SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW) a 84 m altura de buje				
ID	**Coordenada X (m)**	**Coordenada Y (m)**	**V_{ref} (m/s)**	**$V_{ref\ Den.\ est.}$ (m/s)**
804	***673541***	***4808787***	***57.6***	***55.2***
AEG 01	673433	4808974	56.5	54.1
AEG 02	673644	4808762	58.3	55.9
AEG 03	673587	4808419	55.6	53.3

Tabla 4: *Valores extremos de velocidad calculados en el P.E. CARRUGUEIRO.*

En base a toda la información disponible (mástil 806) y en conocimiento previo sobre vientos extremos en el área de estudio, se considera que estos valores son exagerados y se corrigen a un valor de V_{ref} a densidad estándar de 48.2 m/s en todas las posiciones del P.E. CARRUEGUEIRO a 84 m de altura de buje.

P.E CARRUGUEIRO – 3 SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW) a 84 m altura de buje				
ID	**Coordenada X (m)**	**Coordenada Y (m)**	**V_{ref} (m/s)**	**$V_{ref\ Den.\ est.}$ (m/s)**
804	***673541***	***4808787***	***50.3***	***48.2***
AEG 01	673433	4808974	50.3	48.2
AEG 02	673644	4808762	50.3	48.2
AEG 03	673587	4808419	50.3	48.2

Tabla 5: *Valores extremos de velocidad corregidos en el P.E. CARRUGUEIRO.*

Velocidad diezminutal máxima, V_{max}

La velocidad de viento máxima obtenida en el mástil 804 a una altura de 40 m durante el periodo de medida es 44.4 m/s.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.1.8 CLASIFICACIÓN IEC

La siguiente tabla muestra la clasificación IEC de acuerdo a la norma IEC 61400-1 Ed.3 Amendment 1 (Doc. Apl./Ref. 2), para el mástil de medida y para cada una de las posiciones propuestas de turbinas a 84 m de altura de buje del P.E. CARRUGUEIRO.

P.E CARRUGUEIRO – 3 SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW) a 84 m altura de buje					
ID	**Coordenada X (m)**	**Coordenada Y (m)**	**V_{media} (m/s)**	**$V_{ref\ Den.\ est.}$ (m/s)**	**Clase IEC**
804	***673541***	***4808787***	***8.0***	***48.2***	***S***
AEG 01	673433	4808974	7.9	48.2	**S**
AEG 02	673644	4808762	8.1	48.2	**S**
AEG 03	673587	4808419	7.8	48.2	**S**

Tabla 6: *Clasificación IEC del P.E. CARRUGUEIRO.*

Como se muestra en la tabla anterior, de acuerdo con la norma IEC 61400-1 Ed.3 Amendment 1 (Doc. Apl./Ref. 2), todas las posiciones del parque eólico se consideran clase IEC-S a 84 m de altura del buje.

3.1.9 CONDICIONES AMBIENTALES

3.1.9.1 Temperatura atmosférica

La temperatura del emplazamiento ha sido suministrado por el cliente (Doc. Apl./Ref. 12).

P.E. CARRUGUEIRO	
Temperatura media	10.1ºC
Temperatura mínima	-4.2ºC
Temperatura máxima	30.5ºC

Tabla 7: *Valores de temperatura en el P.E. CARRUGUEIRO.*

Algunas combinaciones de vientos altos, altas temperaturas, temperatura baja del viento, baja densidad, bajo voltaje o baja frecuencia, alto grado de armónicos, puede provocar una disminución de la potencia nominal para asegurar que las condiciones térmicas de algunos componentes principales como la multiplicadora, generador, etc. se mantengan dentro de los límites de seguridad.

En lugares en los que los bancos de niebla son frecuentes, el riesgo de congelación aumenta en temperaturas cercanas a 0º C. Por lo tanto, si el hielo se deposita sobre las palas, disminuirá su perfil aerodinámico y la potencia de salida.

3.1.9.2 Corrosión y presencia de polvo ambiental

Después de una evaluación preliminar de la corrosión ambiental, el P.E. CARRUGUEIRO ha sido clasificado como C4 de acuerdo con la norma ISO 9223 Standard (Appl./Ref. Doc. 8).

Después de una evaluación preliminar del nivel de polvo, el P.E. CARRUGUEIRO ha sido clasificado como SD de acuerdo con la norma IEC 60721-3-4 Standard. (Appl./Ref. Doc. 9).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.2 CONDICIONES OROGRÁFICAS

Los siguientes gráficos muestran los mapas digitales en 2D y 3D con líneas de contorno de altura y el diseño de las ubicaciones de las turbinas eólicas y del mástil, elaborados a partir del mapa digital y las coordenadas proporcionadas por el cliente (Doc. Apl./Ref. 14):

P.E. CARRUGUEIRO – MAPA 2D

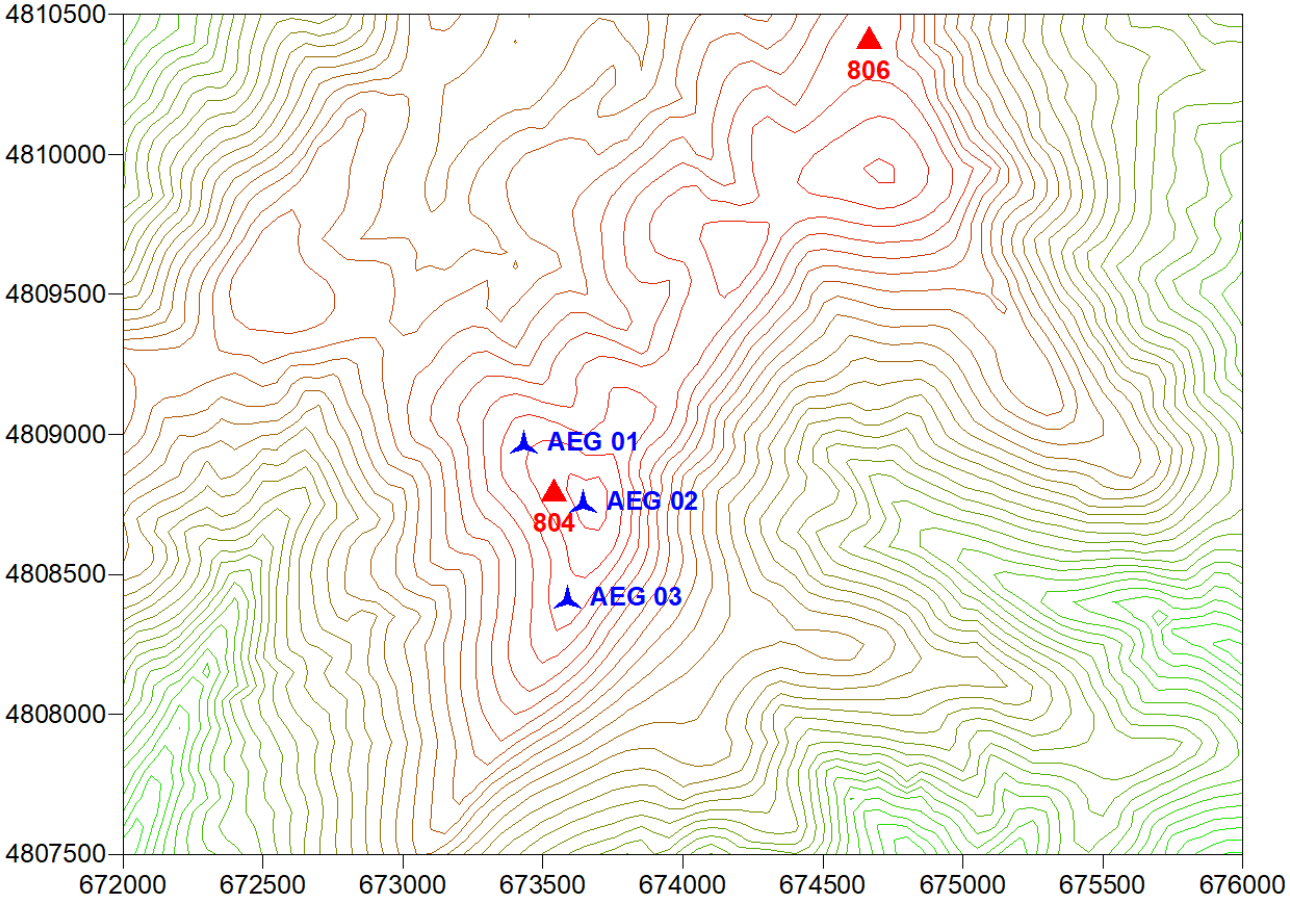


Gráfico 3: *P.E. CARRUGUEIRO con posiciones de aerogeneradores y mástil meteorológico (líneas de contorno cada 20 m).*

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO
ICA-TEC-001-R06 (es) Edición 1

P.E. CARRUGUEIRO – MAPA 3D

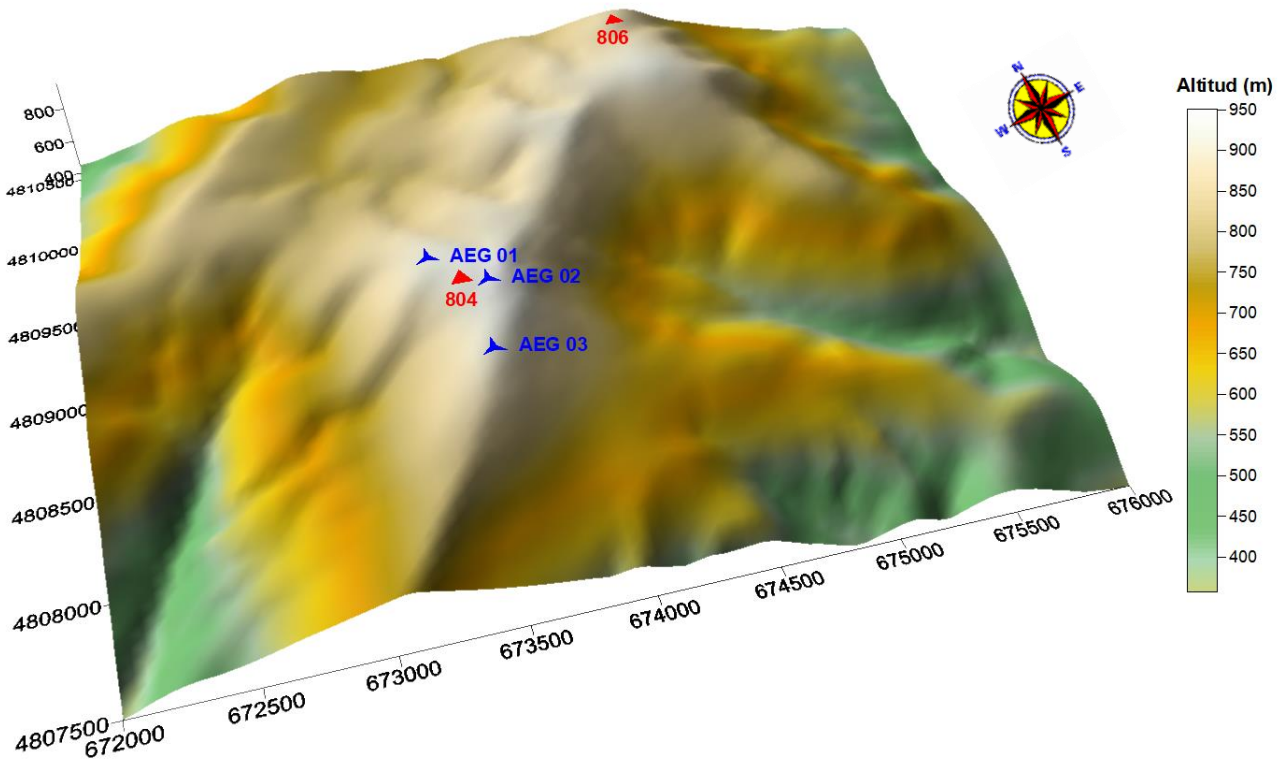


Gráfico 4: *Mapa 3D del P.E. CARRUGUEIRO con las posiciones de aerogeneradores y mástil meteorológico (leyenda en m).*

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.2.1 MAPA DE PENDIENTES

Las pendientes del terreno circundante a las posiciones de aerogenerador se muestran en el siguiente gráfico. La leyenda de las pendientes se realiza en grados (º).

P.E. CARRUGUEIRO – MAPA DE PENDIENTES

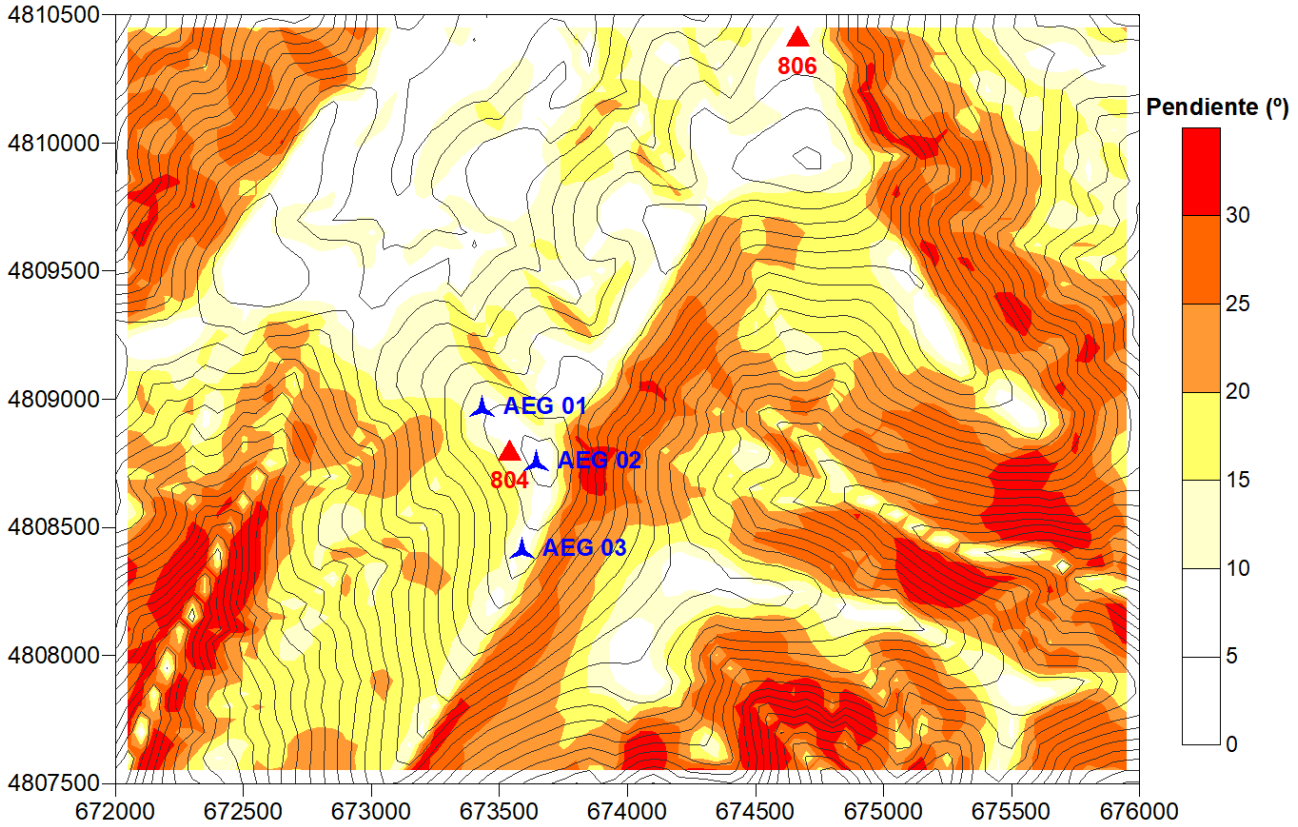


Gráfico 5: *Mapa de pendientes (º) del P.E. CARRUGUEIRO con las ubicaciones del mástil meteorológico y de los aerogeneradores (curvas de nivel cada 20 m).*

3.2.2 PENDIENTES MÁXIMAS EN DIRECCIÓN DE VIENTOS PREDOMINANTES

Se han calculado las pendientes máximas del terreno para cada posición de aerogenerador a una distancia de 5 veces la altura de buje (420 m), teniendo en cuenta las direcciones predominantes del viento (sectores ENE y SSO).

La posición AEG 01 se encuentra ubicada en un emplazamiento con pendientes entre 10º y 20º en direcciones del viento predominantes.

Las posiciones AEG 02 y AEG 03 se encuentran ubicadas en emplazamientos con pendientes entre 20º y 30º en direcciones del viento predominantes.

Debido a las fuertes pendientes del terreno en el parque eólico (de hasta 30º), todas las posiciones pueden tener problemas. La existencia de pendientes del terreno cerca de las ubicaciones propuestas implica presencia de viento vertical, turbulencia y cortadura negativa de valores absolutos difíciles de cuantificar. Estos factores pueden provocar puntualmente problemas de error de orientación con la consiguiente pérdida momentánea de producción y desgaste de coronas. Otros riesgos impredecibles no son asumidos como fallos de diseño del aerogenerador.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.2.3 PENDIENTES MÁXIMAS EN DIRECCIÓN DE VIENTOS NO PREDOMINANTES

Se han calculado las pendientes máximas del terreno para cada posición de aerogenerador a una distancia de 5 veces la altura de buje (420 m), teniendo en cuenta las direcciones no predominantes del viento.

Las posiciones AEG 01 y AEG 03 se encuentran ubicadas en emplazamientos con pendientes entre 20º y 30º en direcciones no predominantes del viento.

La posición AEG 02 se encuentra ubicada en un emplazamiento con pendientes mayores de 30º en direcciones no predominantes del viento.

Debido a las fuertes pendientes del terreno en el parque eólico (de hasta 40º), todas las posiciones pueden tener problemas. La existencia de pendientes del terreno cerca de las ubicaciones propuestas implica presencia de viento vertical, turbulencia y cortadura negativa de valores absolutos difíciles de cuantificar. Estos factores pueden provocar puntualmente problemas de error de orientación con la consiguiente pérdida momentánea de producción y desgaste de coronas. Otros riesgos impredecibles no son asumidos como fallos de diseño del aerogenerador.

3.2.4 ÍNDICE DE COMPLEJIDAD DEL TERRENO

Todas las posiciones propuestas por el cliente en el P.E. CARRUGUEIRO han sido clasificadas como Terreno Complejo (TC) de acuerdo a la norma IEC-61400-1 Ed.4 (Doc. Apl./Ref. 2).

3.2.5 ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR

La altitud sobre el nivel del mar del mástil 804 es 933 m.

La altitud sobre el nivel del mar de las posiciones de aerogenerador propuestas varía entre 913 m en AEG 03, y 946 m en AEG 02, siendo la altitud media del parque de 925 m

3.2.6 OBSTÁCULOS Y RUGOSIDAD

El cliente ha proporcionado un mapa digital del emplazamiento con líneas de contorno y líneas de rugosidad, para simular las condiciones de viento del P.E. CARRUGUEIRO (Doc. Apl./Ref. 14), pero no ha proporcionado información sobre otros obstáculos cercanos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO
ICA-TEC-001-R06 (es) Edición 1

3.3 DISEÑO DE PARQUE EÓLICO

3.3.1 CONFIGURACIÓN DEL PARQUE

El cliente ha suministrado información sobre otros parques eólicos vecinos, CANDAL y PENOUTA, pero no de otros obstáculos cercanos. Por lo tanto, este informe se ha realizado teniendo en cuenta únicamente los aerogeneradores del P.E. CARRUGUEIRO y de los parques eólicos vecinos. En el siguiente gráfico se muestran las posiciones de los tres parques eólicos y de los mástiles meteorológicos:

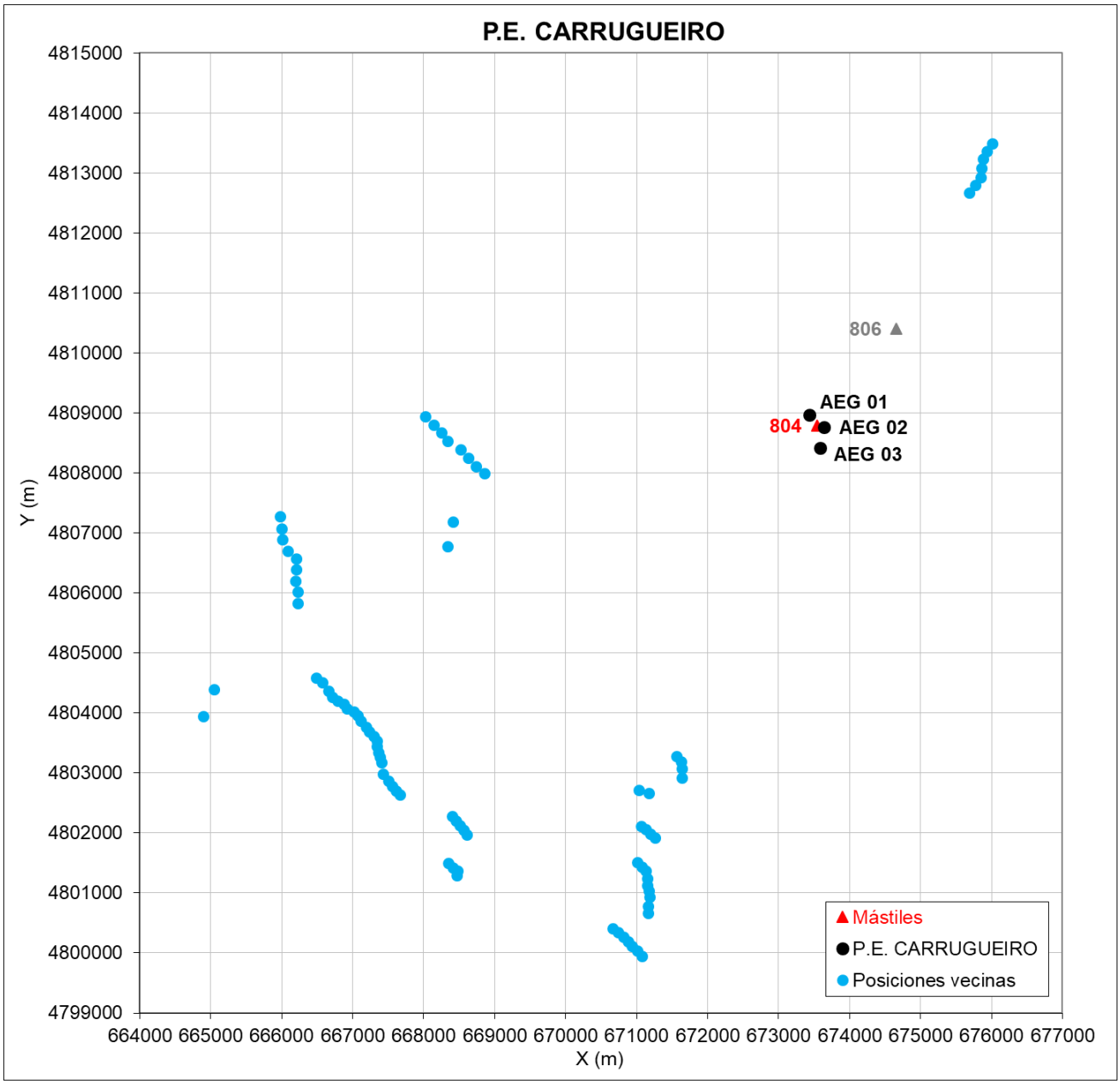


Gráfico 6: *Ubicación de las posiciones y de los mástiles del P.E. CARRUGUEIRO, y de parques eólicos vecinos.*

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.3.2 DISTANCIA ENTRE AEROGENERADORES

Como procedimiento habitual, SGRE no instala aerogeneradores a una distancia inferior de dos diámetros de rotor entre ellos. Todas las posiciones del P.E. CARRUGUEIRO están situadas a una distancia mínima entre posiciones adyacentes de 2.3 diámetros de rotor entre las posiciones AEG 01 y AEG 02, considerando el modelo de aerogenerador SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW) para el diseño del parque propuesto.

3.3.3 INTENSIDAD DE TURBULENCIA EFECTIVA

Se realiza un estudio de intensidad de turbulencia efectiva en el parque que incluye la ambiente más la generada por el efecto de estelas entre aerogeneradores, según la norma IEC-61400-1 Ed.4 (Doc. Apl./Ref. 2).

El objetivo es comprobar que la intensidad de turbulencia adicional producida por los aerogeneradores vecinos, situados a una distancia menor de 10.0 diámetros, no sobrepasa la intensidad de turbulencia establecida para la subclase del modelo de máquina que se pretende instalar: SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW) (subclase IEC-A).

La intensidad de turbulencia ambiente es incrementada en las posiciones clasificadas como TC (sección 3.2.4) para tener en cuenta la distorsión del flujo, como se establece en la norma IEC-61400-1 Ed.4 (Doc. Apl./Ref. 2).

El siguiente gráfico muestra la intensidad de turbulencia efectiva en cada una de las posiciones del P.E. CARRUGUEIRO:

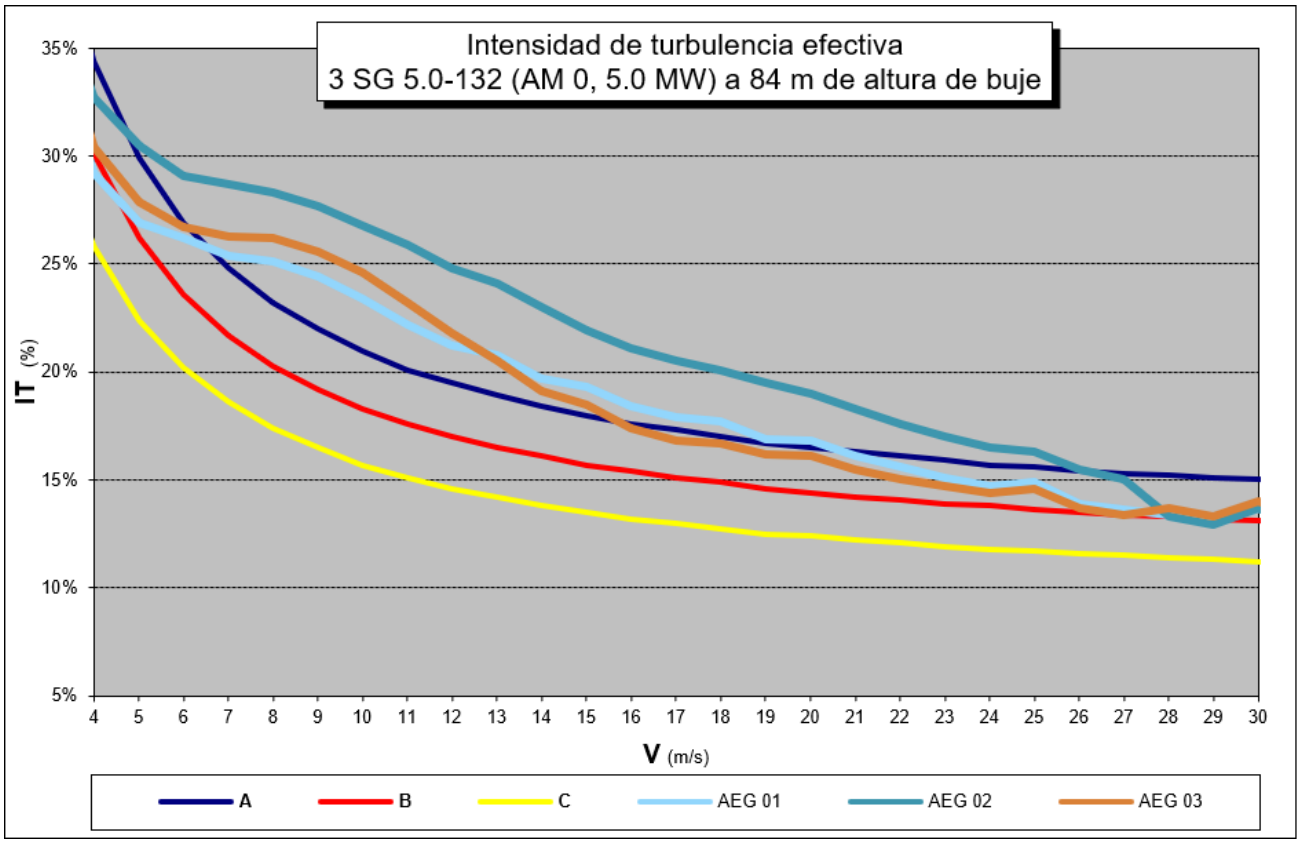


Gráfico 7: *Intensidad de turbulencia efectiva (IT ambiente + IT por estelas) de 3 SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW) a 84 m altura de buje.*

Tal y como se observa en el gráfico anterior, la turbulencia efectiva de todos los aerogeneradores con la configuración analizada excede los límites definidos por la subclase A de acuerdo a la norma IEC-61400-1 Ed.4 (Doc. Apl./Ref. 2). Por lo tanto, para validar estas posiciones, ha sido necesario realizar un estudio de cargas.

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.3.4 POSICIÓN DEL MÁSTIL METEOROLÓGICO

En la siguiente tabla se muestra la distancia mínima y máxima entre el mástil meteorológico y las posiciones de los aerogeneradores:

Mástil meterológico	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	AERO más cercano	Distancia (m)	AERO más lejano	Distancia (m)
804	673541	4808787	AEG 02	106	AEG 03	371

Tabla 8: *Distancias existentes entre los aerogeneradores y el mástil con el que ha sido modelizado el P.E. CARRUGUEIRO.*

3.3.5 WAKE ADAPT

El P.E. CARRUGUEIRO no es aceptable para la instalación de la funcionalidad Wake Adapt.

3.3.6 ESTUDIO DE CARGAS

Se ha realizado un estudio de cargas en base a la norma IEC-61400-1 Ed.4 (Doc. Apl./Ref. 2) considerando una vida útil de 20 y 25 años y se concluye que el emplazamiento es aceptable para la instalación del modelo de aerogenerador SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW) a 84 m de altura de buje en todas las posiciones proporcionadas del P.E. CARRUGUEIRO.

Durante la evaluación a fatiga de vidas útiles de hasta 25 años, según el análisis de fatiga realizado por Siemens Gamesa como parte del análisis de viabilidad del emplazamiento, no se encontraron excedencias en los límites de los componentes de cargas estructurales y canales de carga en términos de cargas de fatiga. Sin embargo, estas conclusiones se encuentran sujetas a (i) la realización de una operación y mantenimiento adecuada y correcta de los aerogeneradores de acuerdo con los Manuales de Operación y Mantenimiento de Siemens Gamesa y las buenas prácticas de la industria eólica y (ii) el funcionamiento de los aerogeneradores dentro de los rangos adecuados de las condiciones del emplazamiento de acuerdo con el análisis de viabilidad del emplazamiento.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4 RESULTADOS

Después del estudio de viabilidad de implantación de 3 aerogeneradores SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW) a 84 m de altura de buje y según las condiciones de viento del P.E. CARRUGUEIRO, se concluye que el modelo citado es aceptable en todas las posiciones propuestas del P.E. CARRUGUEIRO en base a la norma IEC-61400-1 Ed.4 (Doc. Apl./Ref. 2) considerando una vida útil de 20 y 25 años.

Durante la evaluación a fatiga de vidas útiles de hasta 25 años, según el análisis de fatiga realizado por Siemens Gamesa como parte del análisis de viabilidad del emplazamiento, no se encontraron excedencias en los límites de los componentes de cargas estructurales y canales de carga en términos de cargas de fatiga. Sin embargo, estas conclusiones se encuentran sujetas a (i) la realización de una operación y mantenimiento adecuada y correcta de los aerogeneradores de acuerdo con los Manuales de Operación y Mantenimiento de Siemens Gamesa y las buenas prácticas de la industria eólica y (ii) el funcionamiento de los aerogeneradores dentro de los rangos adecuados de las condiciones del emplazamiento de acuerdo con el análisis de viabilidad del emplazamiento.

Debido a las fuertes pendientes del terreno en el parque eólico (de hasta 30º en direcciones predominantes y de hasta 40º en direcciones no predominantes), todas las posiciones pueden tener problemas. La existencia de pendientes del terreno cerca de las ubicaciones propuestas implica presencia de viento vertical, turbulencia y cortadura negativa de valores absolutos difíciles de cuantificar. Estos factores pueden provocar puntualmente problemas de error de orientación con la consiguiente pérdida momentánea de producción y desgaste de coronas. Otros riesgos impredecibles no son asumidos como fallos de diseño del aerogenerador.

Debido a las diferencias entre la altura de medida y la altura de buje, SGRE advierte que las condiciones reales a dicha altura de buje pudieran diferir de las estimadas en este documento. Sería recomendable contar con medidas de viento reales a altura de buje con el fin de reducir las incertidumbres asociadas a la extrapolación en altura.

Este análisis ha sido preparado por SGRE I&T en base a la información suministrada por el cliente, Apl./Ref. Doc. 12 a 15 (en adelante, la INFORMACIÓN). El Cliente declara y garantiza que la información es precisa, veraz y completa, y que coincide con las condiciones reales del emplazamiento, siendo por lo tanto el cliente el responsable único y exclusivo de tal exactitud, veracidad e integridad.

Por otra parte, este análisis se ha realizado utilizando el conocimiento actual de la industria y las normas generalmente aceptadas de la atención profesional, la habilidad, diligencia y competencia, con base en los supuestos operacionales y de diseño establecidos en el certificado de verificación del diseño para el modelo de aerogenerador especificado en este documento. No se da ninguna representación o garantía en cuanto a la consecución o razonabilidad de las proyecciones, estimaciones o declaraciones sobre el futuro o las perspectivas de la Información.

Por lo tanto, si las condiciones reales de funcionamiento en el emplazamiento se desvían de manera adversa de las suposiciones formuladas en este análisis, otros requisitos de funcionamiento de los aerogeneradores distintos a los especificados en este documento pueden ser requeridos. SGRE no se hace responsable de los daños, pérdidas o responsabilidades de cualquier naturaleza (directos o indirectos) en relación con o derivados de la utilización de cualquier información contenida en este documento, a excepción de los daños en tal medida es atribuible a la negligencia grave o dolo de SGRE.

VISADO ELECTRÓNICO MEDIANTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5 REFERENCIAS

1. IEC 61400-1: Wind turbine generator systems – part 1: Safety requirements. Second edition 1999-02
2. IEC 61400-1: Wind turbine – part 1: Design requirements. Ed.3 2005-08.
   IEC 61400-1: Wind turbine – part 1: Design requirements. Ed.3. Amendment 1. 2010-10.
   IEC 61400-1: Wind turbine – part 1: Design requirements. Ed.4 2019.
3. Frandsen, S., "Turbulence and turbulence-generated fatigue loading in wind turbine clusters". Riso-R-1188(EN), July 2003.
4. Adams, B.M., et al., "Dynamic loads in wind farms II", Final report of CEC Joule project JOU2-CT92-0094, GH report 286/R/1, March 1996.
5. Frandsen, St.; Thogersen, L.; Integrated fatigue loading for wind turbines in wind farms by combining ambient turbulence and wakes; Windengineering, Vol. 23 No. 6, 1999.
6. Gumbel re-visited – a new look at extreme value statistics applied to wind speeds. R.I. Harris. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 59 (1996) 1-22.
7. Towards better estimation of extreme wind. N.J. Cook. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 9 (1982) 295-323
8. ISO 9223 Corrosion of metals and alloys.
9. IEC 60721-3-4 Classification of environmental conditions.
10. GD421291 R3: Características y funcionamiento general del aerogenerador SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW)
11. GD417865 R0: Curva de potencia (Cp y Ct) del aerogenerador SG 5.0-132 (AM 0, 5.0 MW).
12. Datos de viento: "Datos Parque Eólico CARRUGUEIRO (Electra Norte).rar".
13. Coordenadas del Parque Eólico: comunicadas por email.
14. Mapa con líneas de contorno: "20180304Asturias_EN_BTN25%2BRoughness.rar".
15. Análisis de las condiciones de viento: "20180209TN_A.Penouta + Corrugueiro_Site Assessment.pdf".
16. ITD-TEC-002-R01. Solicitud de Análisis de Emplazamiento, SAR-1149-FY21.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ANEXO II.

SEÑALAMIENTO E ILUMINACIÓN DE TURBINAS

Parque Eólico Carrugueiro

(Concejos de Boal y Castropol – Asturias)

Expediente: P.E. 159

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

HISTÓRICO

FECHA	REV.	COMENTARIOS	AUTORES		
			ELABORADO	REVISADO	APROBADO
09/21	00	Creación del Documento	AFF	SVF	SRF

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

INDICE

1. NORMATIVA 4

2. SEÑALAMIENTO 5

2.1. AEROGENERADORES 5

3. ILUMINACIÓN 6

3.1. AEROGENERADORES 6

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1. NORMATIVA

El objeto de la presente Anexo es dar cumplimiento a todos aquellos criterios exigidos para el señalamiento y la iluminación de las turbinas del Parque Eólico, según su ubicación y su altura, de manera que se salvaguarde la seguridad de la navegación aérea. Todo ello en función de lo indicado en el **artículo 8 del Real Decreto 297/2013, de 26 de abril, por el que se modifica el Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de Servidumbres Aeronáuticas**, en el que se dice lo siguiente:

"Obstáculos fuera de las proximidades de los aeródromos […] deberán considerarse como obstáculos los que se eleven a una altura superior a los cien metros sobre planicies o partes prominentes del terreno o nivel del mar dentro de aguas jurisdiccionales y que las construcciones que superen tal altura, deberán ser comunicadas a la Dirección General de Aviación Civil, para que ésta adopte las medidas oportunas a fin de garantizar la seguridad de la navegación aérea."

Dado que la altura de los aerogeneradores desde la superficie del terreno en el que se ubican y la punta de la pala cuando esta se encuentra completamente vertical es superior a 100 metros, se deben señalizar e iluminar las turbinas, aunque no se encuentren dentro de territorios con servidumbre aeronáutica.

Por este motivo, y para que las turbinas eólicas y la torre meteorológica del parque no supongan ningún riesgo para la navegación aérea, las características del señalamiento y de la iluminación de las mismas se ajustarán a las especificaciones de la **Guía de Señalamiento e Iluminación de Turbinas y Parques Eólicos,** la cual ha sido elaborada por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) tomando como referencias generales los siguientes documentos:

- Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Volumen 1, Capítulo 6) de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional).
- Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de servidumbres aeronáuticas, modificado por el Real Decreto 297/2013, de 26 de abril.
- Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, Normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y se regula la certificación de los aeropuertos de competencia del Estado.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2. SEÑALAMIENTO

2.1. AEROGENERADORES

Como norma general, para la señalización de parques eólicos se pintarán íntegramente de color blanco o grisáceo los álabes del rotor, la barquilla y los 2/3 superiores del mástil de soporte de todas las turbinas eólicas, cuya cromaticidad estará comprendida dentro de los límites establecidos en el Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, Normas Técnicas de Diseño y Operación de Aeródromos de Uso Público, Apéndice 1; Figura A1-2 Colores de luces aeronáuticas de superficie.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3. ILUMINACIÓN

3.1. AEROGENERADORES

La Guía de Señalamiento e Iluminación de Turbinas y Parques Eólicos indica que se deben usar luces de obstáculos de mediana intensidad cuando se trate de un objeto extenso o su altura por encima del terreno circundante exceda de 45 m.

Por tanto, se dispondrá de un sistema de iluminación Dual Media A / Media C, en la parte superior de la góndola además de un nivel intermedio de luces de baja intensidad Tipo E en torre, según la Imagen 1. La iluminación en la barquilla tendrá un sistema redundante de forma que en caso de que se funda una baliza se conecte automáticamente la reserva:

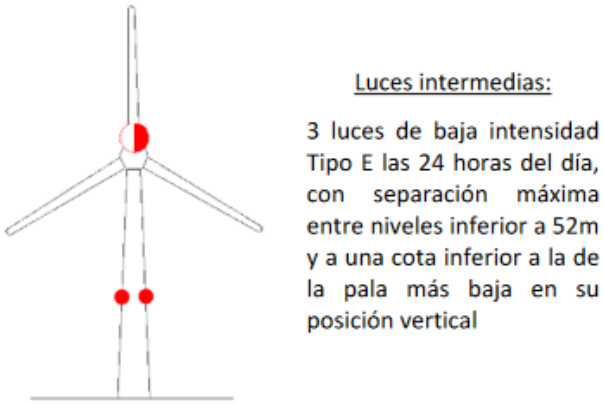


Imagen 1. Sistema de iluminación para tipo E para los aerogeneradores.

Los sistemas duales dispondrán de un sistema que permita el cambio de tipo de luz en función de la luminancia de fondo considerando:

- Día - Luminancia de fondo superior a 500 cd/m^2.
- Crepúsculo - Luminancia de fondo entre 50 cd/m^2 y 500 cd/m^2.
- Noche - Luminancia de fondo inferior a 50 cd/m^2.

Las luces han de cumplir las características descritas en el Anexo I de la citada Guía. A continuación, se reproduce el contenido de dicho Anexo en las siguientes tablas:

1	2	3	4	5	6	7
Tipo de luz	**Color**	**Tipo de señal (régimen de intermitencia)**	**Intensidad Máxima (cd) a una luminancia de fondo dada (b)**			**Tabla de distribución de luz**
			Día (>500 cd/m^2)	**Crepúsculo (50-500 cd/m^2)**	**Noche (<50 cd/m^2)**	
Baja intensidad Tipo A (obstáculo fijo)	Rojo	Fija	N/A	N/A	10	Tabla 6.2

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1	2	3	4	5	6	7
Tipo de luz	**Color**	**Tipo de señal (régimen de intermitencia)**	**Intensidad Máxima (cd) a una luminancia de fondo dada (b)**			**Tabla de distribución de luz**
			Día (>500 cd/m²)	**Crepúsculo (50-500 cd/m²)**	**Noche (<50 cd/m²)**	
Baja Intensidad Tipo B (obstáculo fijo)	Rojo	Fija	N/A	N/A	32	Tabla 6.2
Baja intensidad Tipo C (obstáculo móvil)	Amarillo/azul (a)	Destellos (60-90 fpm)	N/A	40	40	Tabla 6.2
Baja intensidad Tipo D (vehículo guía)	Amarillo	Destellos (60-90 fpm)	N/A	200	200	Tabla 6.2
Baja intensidad Tipo E	Rojo	Destellos (c)	N/A	N/A	32	Tabla 6.2 (Tipo B)
Mediana intensidad Tipo A	Blanco	Destellos (20-60 fpm)	20.000	20.000	2.000	Tabla 6.3
Mediana intensidad Tipo B	Rojo	Destellos (20-60 fpm)	N/A	N/A	2.000	Tabla 6.3
Mediana intensidad Tipo C	Rojo	Fija	N/A	N/A	2.000	Tabla 6.3
Alta intensidad Tipo A	Blanco	Destellos (40-60 fpm)	200.000	20.000	2.000	Tabla 6.3
Alta intensidad Tipo B	Blanco	Destellos (40-60 fpm)	100.000	20.000	2.000	Tabla 6.3

(a) Véase 6.2.2.6

(b) Para las luces de destellos, la intensidad efectiva se determina de conformidad con el *Manual de diseño de aeródromos,* Parte 4.

(c) Para aplicación en turbinas eólicas, los destellos se emitirán a intervalos iguales a los de la luz de la barquilla.

Tabla 1. Características de las luces de obstáculos (Tabla 6-1).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

	Intensidad mínima (a)	Intensidad máxima (a)	Apertura de haz vertical (f)	
			Apertura mínima del haz	Intensidad
Tipo A	10 cd (b)	N/A	10º	5 cd
Tipo B	32 cd (b)	N/A	10º	16 cd
Tipo C	40 cd (b)	400 cd	12º (d)	20 cd
Tipo D	200 cd (c)	400 cd	N/A (e)	N/A

NOTA – Esta tabla no incluye aperturas del haz horizontal recomendadas. 6.2.1.3 requiere una cobertura de 360º alrededor de un obstáculo. Por consiguiente, el número de luces necesarias para cumplir este requisito dependerá de la apertura del haz horizontal de cada luz, así como la forma del obstáculo. De este modo, con aperturas de haz más estrechas se necesitarán más luces.

(a) 360º horizontal. Para luces de destello, la intensidad se lee como intensidad efectiva, determinada de conformidad con el *Manual de diseño de aeródromos* (Doc. 9157), Parte 4.
(b) Entre 2 y 10º vertical. Para los ángulos de elevación vertical se toma como referencia la horizontal cuando la luz está a igual nivel.
(c) Entre 2 y 20º vertical. Para los ángulos de elevación vertical se toma como referencia la horizontal cuando la luz está a igual nivel.
(d) La intensidad máxima debería estar situada a aproximadamente 2,5º vertical.
(e) La intensidad máxima debería estar situada a aproximadamente 17º vertical.
(f) La apertura de haz está definida como el ángulo entre el plano horizontal y las direcciones para las cuales la intensidad excede la mencionada en la columna "*intensidad*".

Tabla 2. Distribución de la luz para luces de obstáculos de baja intensidad (Tabla 6-2).

El sistema de iluminación dispondrá de un dispositivo monitor remoto de aviso de alarma en caso de fallo para asegurar la fiabilidad de los sistemas de iluminación instalados. Adicionalmente, se dispondrá de una fuente de energía secundaria que asegure el funcionamiento de la iluminación al menos en las 12 h siguientes desde que se produce el fallo en la alimentación principal. El tiempo de conmutación a este sistema de emergencia debe ser como máximo de 15 s.

Al tratarse de agrupaciones de varias turbinas eólicas, podría omitirse la iluminación de algunas de ellas, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Si algunas de las turbinas eólicas están alineadas, deberá iluminarse como mínimo las necesarias para dar idea de la alineación y de los quiebros o cambios de dirección que esta pudiera tener, sin que, en ningún caso, la separación entre cada dos turbinas eólicas iluminadas consecutivas, exceda de 900 m.
- Si el Parque Eólico está configurado como una agrupación extensa de turbinas eólicas es suficiente con iluminar los aerogeneradores situados en el perímetro exterior. En los casos en los que alguna de las distancias transversales entre extremos de la agrupación sea superior a los 1.800 m, se deben iluminar adicionalmente turbinas aproximadamente centradas respecto del conjunto.

La configuración del Parque Eólico consiste en una única alineación de 5 aerogeneradores dispuestos a lo largo de un cordal que sigue la orientación de la sierra, siendo la separación entre máquinas:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA [m]
AER-01	AER-02	299,10
AER-02	AER-03	347,70

Tabla 3. Distancias en línea recta entre aerogeneradores.

Por tanto, si la distancia máxima entre dos turbinas iluminadas consecutivas es de hasta 900 m, bastaría con iluminar como mínimo las turbinas eólicas necesarias para dar idea de la alineación.

En este caso, por tanto, la distancia máxima en línea recta entre dos turbinas iluminadas consecutivas será de aproximadamente 576 m, correspondiente a la distancia entre los aerogeneradores AER-01 y AER-03, inferior a los 900 m fijados como límite. Ante esto, es posible dejar sin iluminación la turbina AER-02. No obstante, se iluminarán todas y cada una de las turbinas.

La iluminación de los aerogeneradores que deban estar iluminados y que pertenezcan a un mismo parque eólico, debe estar sincronizada tanto de día como de noche. Por tanto, en todo el Parque Eólico los destellos de las luces de obstáculo serán simultáneos y habrán de emitirse con una frecuencia de 40 destellos por minuto.

Asimismo, la iluminación de parques eólicos próximos (aquellos cuya distancia entre los aerogeneradores que marcan las extremidades más próximas entre sí de los parques sea inferior o igual a 10 km) debe estar sincronizada entre sí tanto de día como de noche.

Al igual que el propio funcionamiento del sistema, el sincronismo de las balizas deberá ser controlado y monitorizado para asegurar su correcto funcionamiento.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ANEXO III.

AEROGENERADOR

Parque Eólico Carrugueiro

(Concejos de Boal y Castropol – Asturias)

Expediente: P.E. 159

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

HISTÓRICO

FECHA	REV.	COMENTARIOS	AUTORES		
			ELABORADO	REVISADO	APROBADO
09/21	00	Creación del Documento	AFF	SVF	SRF

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

INDICE

1. OBJETO 4

2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA PLATAFORMA 5

2.1. ROTOR 5

2.2. GENERADOR 5

2.3. GÓNDOLA 5

2.4. TORRE 6

2.5. PROCESOS DE CONTROL 6

2.5.1. Control del Par 6

2.5.2. Control del Pitch 6

2.5.3. Control de Orientación 6

2.6. SISTEMA DE CONTROL Y SEGURIDAD 6

2.7. CONVERTIDOR 7

2.8. PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN FRENTE A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS 7

3. TORRE Y CIMENTACIÓN 8

3.1. DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS PRINCIPALES 8

3.2. TORRE 8

3.3. CIMENTACIÓN 8

4. RUIDO 10

5. RESUMEN 11

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1. OBJETO

El presente tiene por objeto describir el aerogenerador a instalar en el Parque Eólico. Dada la velocidad de los progresos tecnológicos, la reducción de costes de fabricación y la variabilidad de los catálogos de los fabricantes de aerogeneradores, seleccionar un modelo de aerogenerador en esta fase del proyecto no sería producente. La legislación contempla variaciones de hasta un 15% en el área de barrido y la altura de buje. Por tanto, se procederá a describir el modelo de aerogenerador seleccionado sin perjuicio de que este varíe dentro del rango indicado anteriormente.

Los análisis del régimen de vientos de la zona, las diferentes simulaciones de producción con los distintos tipos de aerogenerador y las soluciones actualmente ofertadas en el mercado han determinado que el modelo sea un aerogenerador de 5,0 MW de potencia unitaria, 132 m de diámetro de rotor y 84 m de altura de buje. Concretamente, el modelo seleccionado es el SG132 5.0MW de SIEMENS GAMESA.

Las principales características del aerogenerador son las siguientes:

Potencia nominal:	5.X MW
Diámetro del rotor:	132 m
Altura de buje:	84 m
Velocidad de arranque/corte:	3/27 m/s
Velocidad de giro nominal (50 Hz):	1120 rpm
Control:	Cambio de paso y velocidad variable
Orientación:	Activa a barlovento
Clase:	IEC IA

Tabla 1. Características principales de la turbina seleccionada

A continuación, se describen cada uno de los componentes del aerogenerador.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA PLATAFORMA

El aerogenerador está basado en la plataforma Siemens Gamesa 4.X. El concepto se basa en la combinación de una multiplicadora de tres etapas y un generador doblemente alimentado. La potencia nominal real depende de los requisitos de ruido, temperatura o de la capacidad de la red local, obteniendo unos niveles de emisión de ruido reducidos gracias al diseño de las palas optimizado. Además, es posible seleccionar diferentes modos de control de emisiones de ruido disminuyendo la potencia nominal.

A continuación, se describe cada uno de los componentes del aerogenerador.

2.1. ROTOR

El rotor consiste en un buje con 3 palas de material reforzado con fibra de vidrio. El sistema de protección frente a descargas atmosféricas está integrado en el diseño del buje y las palas.

La estructura del buje está construida en hierro fundido. Además, el control del pitch cubre más de 90º, usando anillos giratorios entre el buje del rotor y la raíz de la pala. Cada una de las palas tiene un control de pitch independiente mediante engranajes montados sobre el buje. La entrada al interior del buje se hace a través del hueco del eje principal.

2.2. GENERADOR

El generador es una máquina trifásica asíncrona doblemente alimentada, para garantizar el máximo nivel de fiabilidad, con un rotor enrollado, conectado a un convertidor de frecuencia PWM. El estator y el rotor están fabricados con laminaciones de material magnético apiladas y bobinados.

El generador se enfría con aire acondicionado con un sistema de refrigeración líquido/aire.

Para realizar las labores de mantenimiento, están incorporado un sistema interno de enclavamientos y un pequeño sistema de freno para fijar la posición del rotor.

2.3. GÓNDOLA

La góndola está fabricada en hierro fundido compacto de forma que las cargas del rotor se transfieren a la torre y al sistema de orientación de forma eficiente. El generador se monta directamente sobre la góndola y determina el ángulo de inclinación del eje principal. La parte baja de la góndola se ensambla a la torre a través de un anillo giratorio.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2.4. TORRE

La torre de acero se construye a partir de las secciones de placa curvada, con una pequeña pieza soldada en la parte superior.

2.5. PROCESOS DE CONTROL

2.5.1. Control del Par

La operación de la turbina eólica se basa en el principio de velocidad variable. La diferencia entre el par aerodinámico y el par eléctrico determina la velocidad del rotor para velocidades inferiores a la nominal, es decir, bajo carga parcial. El contra par está optimizado para cada posible situación y sigue una relación óptima de la velocidad de punta de las palas en la medida de lo posible. Cuando se alcanza el punto de máxima carga, la potencia generada a la salida se mantiene constante gracias a este proceso de control del par, que es gestionado por el convertidor de potencia.

2.5.2. Control del Pitch

El control del pitch se refiere a controlar el ángulo de ataque de las palas de forma que se pueda controlar y limitar la velocidad de giro del aerogenerador en situaciones de viento superiores al nominal. Para ello, el aerogenerador tiene tres sistemas independientes para accionar el control del ángulo de las palas.

2.5.3. Control de Orientación

El sistema de orientación contiene un anillo de giro de engranajes y un máximo de 12 unidades de orientación. Para evitar el deslizamiento del sistema, se aplica un freno de orientación activo. Este freno se puede levantar (parcialmente) durante la orientación.

El controlador de la turbina se encarga del proceso de orientación. Los sensores de entrada para este proceso son los anemómetros y el sensor de giro. El controlador minimiza las cargas de y acciones de orientación.

2.6. SISTEMA DE CONTROL Y SEGURIDAD

El sistema de control está construido de forma modular. Algunas funciones están controladas por subsistemas. Se utiliza un bus de campo para la comunicación entre la inteligencia local y el sistema de control de la turbina.

El hardware del sistema de control de la turbina está ubicado en gabinetes de control, ubicados en el buje del rotor, la góndola y la base de la torre. Los controladores están mutuamente conectados por el bus de campo.

La función principal del control del pitch es controlar la velocidad de giro del rotor dentro de un rango especificado. Esta función se realiza mediante 3 motores y unidades de paso de pala independientes. Los tres ángulos de la pala se sincronizan durante la operación.

VISADO ELECTRÓNICO DE DOCUMENTO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El sistema de seguridad (sistema de emergencia / protección) está construido alrededor de los mismos tres sistemas independientes de paso de corriente alterna de construcción idéntica. En caso de fallo en la turbina (controles) o en la red de suministro, el inversor que gestiona el control del pitch (con alto nivel de protección) cumple la tarea de detenerlo girando rápidamente las palas del rotor hasta la posición de bandera. La potencia de respaldo del sistema de seguridad es proporcionada por ultra condensadores. Si falla un sistema de inclinación de la pala, los otros dos pueden llevar la turbina a un estado seguro. Además, se monitoriza y verifica el estado de los condensadores durante el funcionamiento.

El equipo de góndola se encarga del control de orientación y la medición del viento, como la dirección y la velocidad del viento.

2.7. CONVERTIDOR

El convertidor de frecuencia se encuentra conectado directamente con el rotor. Es un sistema de conversión consecutiva 4Q B2B de carga parcial que, como se ha comentado anteriormente, opera mediante modulación de ancho de pulso (PWM). Este permite el funcionamiento del generador a velocidad y voltaje variable, suministrando energía a frecuencia constante al transformador de MT.

El sistema está refrigerado por agua y posee una disposición modular para facilitar el mantenimiento.

2.8. PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN FRENTE A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

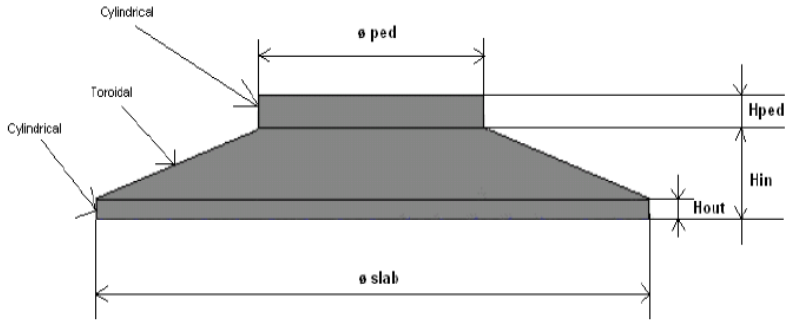
La columna vertebral principal de puesta a tierra comienza con los pararrayos de las palas, a través del soporte del generador no giratorio hacia la góndola y la torre hacia los electrodos de puesta a tierra de la base. El refuerzo de la base y los electrodos de puesta a tierra juntos forman el punto de tierra central de la turbina eólica, al cual están conectadas todas las conexiones a tierra. El soporte de la estación eólica y la góndola también tienen pararrayos, conectados a la estructura de soporte de la góndola.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3. TORRE Y CIMENTACIÓN

3.1. DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS PRINCIPALES

En la siguiente Figura se muestran los principales parámetros relativos a la cimentación del aerogenerador.



FOUNDATION GEOMETRY	
øslab= Slab diameter [m]	19.9
Hout= Outter egde height [m]	0.50
Hin= Inner edge height [m]	2.9
øped= Pedestal diameter [m]	5.50
Hped= Pedestal height [m]	0.50

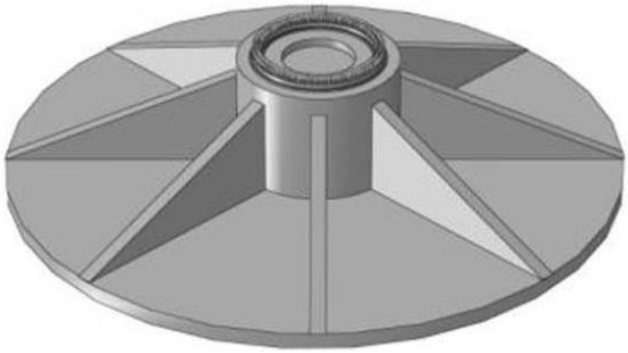


Figura 1. Principales parámetros de la cimentación utilizada.

Respecto a la torre, esta está formada por 4 secciones, de diámetros proporcionalmente descendientes desde la base (4,115 metros en su parte inferior) hasta la cima (3,503 metros en su parte superior) teniendo un peso total de la estructura de 204412,9 Kg.

3.2. TORRE

La torre tiene una altura de 84 m y viene provista de sus correspondientes plataformas, escaleras y alumbrado de emergencia. A su vez, lleva un elevador guiado por cable que facilita el mantenimiento del aerogenerador.

3.3. CIMENTACIÓN

Las cimentaciones estándar tienen forma combinada de tronco de cono y cilindro. Han sido calculadas basándose en las cargas certificadas del aerogenerador y considerando un terreno estándar.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

En el caso de que las hipótesis manejadas sufran variaciones, los valores definidos no tendrán valor y será necesario un recálculo de las cimentaciones. Para cada emplazamiento, será necesario revisar las características del terreno junto con los datos de viento para seleccionar la cimentación más adecuada.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4. RUIDO

Los niveles de ruido generados por las turbinas son mostrados a continuación a la altura del buje en la siguiente tabla, el Parque puede disponer un sistema de reducción de ruido (NRS) con la configuración básica SCADA, cuyo objetivo es limitar el ruido emitido de todos los aerogeneradores con diferentes modos de operación. De esta manera se puede cumplir cualquier tipo de normativa local y limitar el impacto ambiental.

Velocidad del viento (m/s)	Nivel Sonoro a la altura del buje (dB)
3	95,1
3,5	95,1
4	95,1
4,5	95,1
5	95,1
5,5	97,2
6	99,2
6,5	101,1
7	102,7
7,5	104,3
8	105,7
8,5	107,1
9	108,5
9,5	109,3
10	109,3
10,5	109,3
11	109,3
11,5	109,3
12	109,3
12,5	109,3
13	109,3
13,5	109,3
14	109,3
14,5	109,3
15	109,3

Tabla 2 Niveles de ruido generados por las turbinas

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

5. RESUMEN

Rotor	
Tipo	Tripala, eje horizontal
Diámetro	132 m
Área barrida	13685 m^2
Regulación de potencia	Pitch y par de torsión con velocidad variable
Inclinación del rotor	6º
Pala	
Longitud	71.0 m
Perfil aerodinámico	Siemens Gamesa
Material	GRE (Fibras de vidrio embebidas en resina epoxi)
Color	Gris RAL 7035 o Blanco RAL 9018
Freno aerodinámico	
Tipo	Activo, hidráulico
Freno mecánico	
Tipo	Frenos de discos hidráulicos
Generador	
Tipo	Asíncrono, DFIG
Cubierta de la Góndola	
Tipo	Totalmente encerrada
Color	Blanco RAL 9018
Condiciones de salida de la energía	
Potencia nominal	5.X MW
Tensión	690 V
Frecuencia	50 o 60 Hz
Controlador	
Sistema SCADA	Sistema SCADA SGRE
Torre	
Tipo	Acero tubular / Híbrido
Altura de Buje	84 m
Protección frente a corrosión	Pintura
Color	Blanco RAL 9018
Datos de operación	
Arranque por velocidad del viento	3 m/s
Velocidad del viento para obtención de máxima potencia	11,2 m/s
Corte por velocidad del viento	27 m/s
Re-arranque por velocidad del viento	24 m/s
Peso	
Número de secciones de la torre	4
Peso por sección	<65.000 Kg

Tabla 3. Resumen de las características del aerogenerador.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

ANEXO IV.

OBRA CIVIL

Parque Eólico Carrugueiro

(Concejos de Boal y Castropol – Asturias)

Expediente: P.E. 159

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

HISTÓRICO

FECHA	REV.	COMENTARIOS	AUTORES		
			ELABORADO	REVISADO	APROBADO
10/21	00	Creación del Documento	AFF	SVF	SRF

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

INDICE

1. OBJETO 5

2. PLANTA 5

2.1. TRAZADO 5

2.2. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA 6

2.2.1. Eje 1 6

2.2.2. Eje 2 7

2.2.3. Eje 3 7

2.2.4. Eje 4 7

2.3. REPLANTEO 8

2.3.1. Eje 1 8

2.3.2. Eje 2 10

2.3.3. Eje 3 11

2.3.4. Eje 4 11

3. ALZADO 12

3.1. TRAZADO 12

3.2. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA 12

3.2.1. Eje 1 12

3.2.2. Eje 2 13

3.2.3. Eje 3 13

3.2.4. Eje 4 13

3.3. REPLANTEO 14

3.3.1. Eje 1 14

3.3.2. Eje 2 15

3.3.3. Eje 3 16

3.3.4. Eje 4 16

4. SECCION TRANSVERSAL 17

5. MEDICIONES TIERRAS 18

5.1. EJE 1 19

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5.2. EJE 2 24

5.3. EJE 3 25

5.4. EJE 4 25

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1. OBJETO

El objeto del presente Anexo es la definición de los trabajos de Obra Civil necesarios para la ejecución del Parque Eólico Carrugueiro, situado en el concejo de Boal (Asturias). Esto incluye el trazado, la definición geométrica y el replanteo tanto en planta como en alzado, así como las secciones transversales.

2. PLANTA

2.1. TRAZADO

Para el acceso a las posiciones de los aerogeneradores, se diseña un eje principal, Eje 1, en dirección Norte-Sur, aprovechando un camino existente que parte de la AS-361, cercano al cruce con el pueblo de Brañadesella, y sube hasta el pico Carrugueiro, sirviendo de acceso a los aerogeneradores 1 y 3.

En el P.K. 1+740 del Eje 1 comienza un ramal auxiliar que llega hasta el aerogenerador 2.

- **Eje 1** Tiene 2595.98m de longitud y definidas una serie de curvas cuyo radio en planta oscila entre los 350 y los 75 m. Sirve de acceso directo a los aerogeneradores 1 y 3.

Desde el Eje 1 se accede al resto de las instalaciones del parque mediante los siguientes ejes secundarios.

- **Eje 2** Comienza en el P.K. 1+740 del eje 1. De 429.39m de longitud, sirve de acceso al aerogenerador número 2 con curvas entre 75 y 60m de radio.

Para definir el entronque entre la carretera AS-361 y el Eje 1 del parque, se diseñan los siguientes ejes auxiliares.

- **Eje 3** Comienza en el P.K. 0+025 del eje 1, de 50m de longitud, sirve de acceso al pueblo de Brañadesella, con curvas entre 10 y 12m de radio.
- **Eje 4** Comienza en el P.K. 0+025 del eje 1, es una recta de 20.96m de longitud, sirve de acceso a la AS-361, desde el parque eólico.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

2.2. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

2.2.1. Eje 1

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	26,511	0	672906,089	4809354,88	0	0	1091,851	0,9896098	-0,143779
2	CIRC.	52,464	26,511	672932,324	4809351,07	75	0	1091,851	672921,541	4809276,85
3	RECTA	10,67	78,975	672977,579	4809326,7	0	0	1537,182	0,6646256	-0,7471766
4	CIRC.	56,342	89,645	672984,67	4809318,72	75	0	1537,182	672928,632	4809268,88
5	RECTA	4,086	145,988	673003,61	4809267,06	0	0	2015,431	-0,0242367	-0,9997062
6	CIRC.	129,407	150,074	673003,511	4809262,97	-60	0	2015,431	673063,494	4809261,52
7	RECTA	0,00085	279,481	673095,453	4809210,74	0	0	642,382	0,8463267	0,5326642
8	CIRC.	53,327	280,331	673096,172	4809211,19	-200	0	642,382	672989,64	4809380,46
9	RECTA	34,359	333,658	673137,007	4809245,24	0	0	472,637	0,6760703	0,7368372
10	CIRC.	78,213	368,017	673160,236	4809270,56	100	0	472,637	673233,92	4809202,95
11	RECTA	31,327	446,23	673229,297	4809302,85	0	0	970,558	0,9989308	0,0462311
12	CIRC.	26,848	477,557	673260,59	4809304,3	75	0	970,558	673264,058	4809229,38
13	RECTA	2,176	504,406	673287,061	4809300,76	0	0	1198,455	0,9518037	-0,3067079
14	CIRC.	60,176	506,582	673289,132	4809300,09	75	0	1198,455	673266,129	4809228,71
15	RECTA	11,451	566,757	673333,442	4809261,78	0	0	1709,242	0,4410087	-0,8975028
16	CIRC.	56,576	578,208	673338,492	4809251,51	-60	0	1709,242	673392,342	4809277,97
17	CIRC.	49,501	634,784	673382,123	4809218,84	200	0	1108,954	673348,061	4809021,77
18	CIRC.	99,624	684,285	673429,366	4809204,49	-65	0	1266,52	673455,79	4809263,88
19	CIRC.	0,000705	783,909	673514,127	4809235,21	200	0	290,789	673693,623	4809147
20	CIRC.	32,112	784,613	673514,439	4809235,84	125	0	293,032	673626,429	4809180,32
21	RECTA	45,441	816,725	673532,222	4809262,48	0	0	456,577	0,6572696	0,7536556
22	CIRC.	62,227	862,167	673562,089	4809296,72	90	0	456,577	673629,918	4809237,57
23	RECTA	13,829	924,393	673615,384	4809326,39	0	0	896,741	0,9868745	0,161489
24	CIRC.	36,57	938,223	673629,032	4809328,62	150	0	896,741	673653,255	4809180,59
25	RECTA	12,896	974,793	673665,482	4809330,09	0	0	1051,948	0,9966726	-0,0815093
26	CIRC.	37,694	987,689	673678,335	4809329,04	100	0	1051,948	673670,184	4809229,37
27	RECTA	68,798	1025,383	673714,448	4809319,04	0	0	1291,917	0,896699	-0,4426408
28	CIRC.	26,661	1094,181	673776,139	4809288,59	200	0	1291,917	673687,611	4809109,25
29	RECTA	23,326	1120,842	673799,19	4809275,23	0	0	1376,781	0,8299119	-0,5578944
30	CIRC.	43,937	1144,168	673818,549	4809262,22	-125	0	1376,781	673888,285	4809365,96
31	RECTA	35,868	1188,105	673858,53	4809244,55	0	0	1153,011	0,9712551	-0,238041
32	CIRC.	92,434	1223,973	673893,367	4809236,01	60	0	1153,011	673879,084	4809177,74
33	RECTA	48,58	1316,407	673937,765	4809165,22	0	0	2133,77	-0,208582	-0,9780049
34	CIRC.	66,196	1364,987	673927,632	4809117,71	100	0	2133,77	673829,831	4809138,57
35	RECTA	21,063	1431,183	673894,155	4809062	0	0	2555,184	-0,765669	-0,6432348
36	CIRC.	13,526	1452,246	673878,027	4809048,45	-100	0	2555,184	673942,351	4808971,89
37	RECTA	23,19	1465,772	673868,29	4809039,08	0	0	2489,075	0,6719375	0,7406078

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
38	CIRC.	36,252	1488,962	673852,708	4809021,91	125	0	2469,075	673760,132	4809105,9
0	CLOT.	67,155	1525,214	673824,823	4808998,94	0	91,621	2653,705	673762,288	4808975,06
0	CLOT.	23,984	1592,369	673762,288	4808975,06	0	91,621	2824,715	673762,288	4808975,06
39	CIRC.	41,784	1616,353	673739,285	4808968,27	-350	0	2802,903	673845,922	4808634,91
40	CIRC.	81,01	1658,137	673700,341	4808953,2	75	0	2726,901	673669,145	4809021,4
41	CIRC.	88,98	1739,147	673623,687	4808961,75	-250	0	3414,537	673472,161	4808762,9
42	CIRC.	47,443	1828,128	673544,901	4809002,09	-90	0	3187,95	673518,715	4808915,98
43	RECTA	67,254	1875,571	673498,029	4809003,57	0	0	2852,357	-0,9732274	-0,2298443
44	CIRC.	115,756	1942,825	673432,576	4808988,11	-60	0	2852,357	673446,366	4808929,72
45	RECTA	239,936	2058,581	673396,523	4808896,32	0	0	1624,142	0,5566897	-0,8307205
46	CIRC.	146,249	2298,518	673530,093	4808697	250	0	1624,142	673322,413	4808557,83
47	RECTA	151,201	2444,767	673572,409	4808559,18	0	0	1996,562	0,0053998	-0,9999854
			2595,968	673573,226	4808407,98			1996,562		

2.2.2. Eje 2

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	0,000864	0	673592,627	4808981,97	0	0	3320,08	-0,8762465	0,4818631
2	CIRC.	92,389	0,000864	673591,87	4808982,38	-75	0	3320,08	673555,73	4808916,66
3	RECTA	31,32	93,254	673505,766	4808972,6	0	0	2535,853	-0,7457879	-0,6661835
4	CIRC.	133,186	124,574	673482,408	4808951,73	-60	0	2535,853	673522,379	4808906,99
5	RECTA	21,316	257,76	673510,886	4808848,1	0	0	1122,709	0,9814809	-0,1915603
6	CIRC.	48,649	279,075	673531,807	4808844,01	75	0	1122,709	673517,44	4808770,4
7	RECTA	101,666	327,725	673573,358	4808820,38	0	0	1535,659	0,6664117	-0,745584
			429,39	673641,109	4808744,58			1535,659		

2.2.3. Eje 3

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	4,886	0	672931,392	4809351,22	0	0	2111,421	-0,1741279	-0,984723
2	CIRC.	20,135	4,886	672930,541	4809346,4	10	0	2111,421	672920,694	4809348,15
3	RECTA	1,114	25,021	672914,902	4809339,99	0	0	3393,24	-0,8152124	0,5791621
4	CIRC.	22,939	26,134	672913,994	4809340,64	-24	0	3393,24	672900,094	4809321,07
5	RECTA	1	49,073	672892,134	4809343,72	0	0	2784,771	-0,943393	-0,331677
			50,073	672891,191	4809343,38			2784,771		

2.2.4. Eje 4

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARAMETRO	AZIMUT	Cos/Xc/Xinf	Sen/Yc/Yinf
1	RECTA	20,96	0	672929,796	489351,427	0	0	60,317	0,0946042	0,995515
			0	672929,796	489351,427			60,317		

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2.3. REPLANTEO

2.3.1. Eje 1

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	AZIMUT	DIST. EJE
RECTA	0,000	672906,089	4809354,882	0,000	109,185	0,000
RECTA	20,000	672925,881	4809352,006	0,000	109,185	0,000
CIRC.	26,511	672932,324	4809351,070	75,000	109,185	0,000
CIRC.	40,000	672945,427	4809347,944	75,000	120,635	0,000
CIRC.	60,000	672963,318	4809339,136	75,000	137,612	0,000
RECTA	78,975	672977,579	4809326,696	0,000	153,718	0,000
RECTA	80,000	672978,260	4809325,931	0,000	153,718	0,000
CIRC.	89,645	672984,670	4809318,724	75,000	153,718	0,000
CIRC.	100,000	672990,997	4809310,537	75,000	162,507	0,000
CIRC.	120,000	672999,771	4809292,630	75,000	179,484	0,000
CIRC.	140,000	673003,516	4809273,045	75,000	196,461	0,000
RECTA	145,988	673003,610	4809267,059	0,000	201,543	0,000
CIRC.	150,074	673003,511	4809262,974	-60,000	201,543	0,000
CIRC.	160,000	673004,091	4809253,076	-60,000	191,012	0,000
CIRC.	180,000	673010,123	4809234,105	-60,000	169,791	0,000
CIRC.	200,000	673022,031	4809218,151	-60,000	148,570	0,000
CIRC.	220,000	673038,503	4809206,972	-60,000	127,350	0,000
CIRC.	240,000	673057,726	4809201,797	-60,000	106,129	0,000
CIRC.	260,000	673077,584	4809203,198	-60,000	84,908	0,000
RECTA	279,481	673095,453	4809210,740	0,000	64,238	0,000
RECTA	280,000	673095,893	4809211,016	0,000	64,238	0,000
CIRC.	280,331	673096,172	4809211,193	-200,000	64,238	0,000
CIRC.	300,000	673112,278	4809222,471	-200,000	57,977	0,000
CIRC.	320,000	673127,437	4809235,503	-200,000	51,611	0,000
RECTA	333,658	673137,007	4809245,244	0,000	47,264	0,000
RECTA	340,000	673141,295	4809249,917	0,000	47,264	0,000
RECTA	360,000	673154,816	4809264,654	0,000	47,264	0,000
CIRC.	368,017	673160,236	4809270,561	100,000	47,264	0,000
CIRC.	380,000	673168,847	4809278,885	100,000	54,892	0,000
CIRC.	400,000	673185,229	4809290,299	100,000	67,625	0,000
CIRC.	420,000	673203,552	4809298,232	100,000	80,357	0,000
CIRC.	440,000	673223,087	4809302,365	100,000	93,090	0,000
RECTA	446,230	673229,297	4809302,847	0,000	97,056	0,000
RECTA	460,000	673243,052	4809303,484	0,000	97,056	0,000
CIRC.	477,557	673260,590	4809304,295	75,000	97,056	0,000
CIRC.	480,000	673263,032	4809304,369	75,000	99,129	0,000
CIRC.	500,000	673282,830	4809301,988	75,000	116,106	0,000
RECTA	504,406	673287,061	4809300,761	0,000	119,845	0,000
CIRC.	506,582	673289,132	4809300,093	75,000	119,845	0,000
CIRC.	520,000	673301,468	4809294,860	75,000	131,235	0,000
CIRC.	540,000	673317,652	4809283,210	75,000	148,212	0,000
CIRC.	560,000	673330,193	4809267,706	75,000	165,189	0,000
RECTA	566,757	673333,442	4809261,784	0,000	170,924	0,000
CIRC.	578,208	673338,492	4809251,506	-60,000	170,924	0,000
CIRC.	580,000	673339,306	4809249,910	-60,000	169,023	0,000
CIRC.	600,000	673351,405	4809234,102	-60,000	147,802	0,000
CIRC.	620,000	673368,011	4809223,122	-60,000	126,582	0,000
CIRC.	634,784	673382,123	4809218,844	200,000	110,895	0,000
CIRC.	640,000	673387,251	4809217,888	200,000	112,556	0,000
CIRC.	660,000	673406,635	4809212,996	200,000	118,922	0,000
CIRC.	680,000	673425,433	4809206,193	200,000	125,288	0,000
CIRC.	684,285	673429,366	4809204,493	-65,000	126,652	0,000
CIRC.	700,000	673444,353	4809199,894	-65,000	111,260	0,000
CIRC.	720,000	673464,269	4809199,435	-65,000	91,672	0,000
CIRC.	740,000	673483,389	4809205,030	-65,000	72,084	0,000
CIRC.	760,000	673499,916	4809216,152	-65,000	52,495	0,000
CIRC.	780,000	673512,298	4809231,757	-65,000	32,907	0,000
CIRC.	783,909	673514,127	4809235,211	200,000	29,079	0,000
CIRC.	784,613	673514,439	4809235,843	125,000	29,303	0,000
CIRC.	800,000	673522,104	4809249,174	125,000	37,140	0,000
RECTA	816,725	673532,222	4809262,476	0,000	45,658	0,000
RECTA	820,000	673534,374	4809264,944	0,000	45,658	0,000
RECTA	840,000	673547,520	4809280,017	0,000	45,658	0,000
RECTA	860,000	673560,665	4809295,090	0,000	45,658	0,000
CIRC.	862,167	673562,089	4809296,723	90,000	45,658	0,000
CIRC.	880,000	673575,061	4809308,918	90,000	58,272	0,000
CIRC.	900,000	673592,135	4809319,254	90,000	72,419	0,000
CIRC.	920,000	673611,068	4809325,572	90,000	86,566	0,000

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	AZIMUT	DIST. EJE
RECTA	924,393	673615,384	4809326,387	0,000	89,674	0,000
CIRC.	938,223	673629,032	4809328,620	150,000	89,674	0,000
CIRC.	940,000	673630,788	4809328,897	150,000	90,428	0,000
CIRC.	960,000	673650,703	4809330,568	150,000	98,917	0,000
RECTA	974,793	673665,482	4809330,090	0,000	105,195	0,000
RECTA	980,000	673670,672	4809329,666	0,000	105,195	0,000
CIRC.	987,689	673678,335	4809329,039	100,000	105,195	0,000
CIRC.	1000,000	673690,513	4809327,284	100,000	113,032	0,000
CIRC.	1020,000	673709,560	4809321,293	100,000	125,765	0,000
RECTA	1025,383	673714,448	4809319,042	0,000	129,192	0,000
RECTA	1040,000	673727,555	4809312,572	0,000	129,192	0,000
RECTA	1060,000	673745,489	4809303,719	0,000	129,192	0,000
RECTA	1080,000	673763,423	4809294,866	0,000	129,192	0,000
CIRC.	1094,181	673776,139	4809288,589	200,000	129,192	0,000
CIRC.	1100,000	673781,319	4809285,938	200,000	131,044	0,000
CIRC.	1120,000	673798,490	4809275,700	200,000	137,410	0,000
RECTA	1120,842	673799,190	4809275,231	0,000	137,678	0,000
RECTA	1140,000	673815,090	4809264,543	0,000	137,678	0,000
CIRC.	1144,168	673818,549	4809262,218	-125,000	137,678	0,000
CIRC.	1160,000	673832,211	4809254,240	-125,000	129,615	0,000
CIRC.	1180,000	673850,726	4809246,733	-125,000	119,429	0,000
RECTA	1188,105	673858,530	4809244,550	0,000	115,301	0,000
RECTA	1200,000	673870,083	4809241,719	0,000	115,301	0,000
RECTA	1220,000	673889,508	4809236,958	0,000	115,301	0,000
CIRC.	1223,973	673893,367	4809236,012	60,000	115,301	0,000
CIRC.	1240,000	673908,242	4809230,175	60,000	132,306	0,000
CIRC.	1260,000	673923,795	4809217,749	60,000	153,527	0,000
CIRC.	1280,000	673934,426	4809200,917	60,000	174,748	0,000
CIRC.	1300,000	673938,964	4809181,534	60,000	195,968	0,000
RECTA	1316,407	673937,765	4809165,222	0,000	213,377	0,000
RECTA	1320,000	673937,015	4809161,708	0,000	213,377	0,000
RECTA	1340,000	673932,844	4809142,148	0,000	213,377	0,000
RECTA	1360,000	673928,672	4809122,588	0,000	213,377	0,000
CIRC.	1364,987	673927,632	4809117,710	100,000	213,377	0,000
CIRC.	1380,000	673923,412	4809103,318	100,000	222,934	0,000
CIRC.	1400,000	673914,543	4809085,429	100,000	235,667	0,000
CIRC.	1420,000	673902,298	4809069,658	100,000	248,399	0,000
RECTA	1431,183	673894,155	4809062,002	0,000	255,518	0,000
RECTA	1440,000	673887,404	4809056,330	0,000	255,518	0,000
CIRC.	1452,246	673878,027	4809048,453	-100,000	255,518	0,000
CIRC.	1460,000	673872,290	4809043,240	-100,000	250,582	0,000
RECTA	1465,772	673868,290	4809039,080	0,000	246,908	0,000
RECTA	1480,000	673858,730	4809028,543	0,000	246,908	0,000
CIRC.	1488,962	673852,708	4809021,905	125,000	246,908	0,000
CIRC.	1500,000	673844,940	4809014,068	125,000	252,529	0,000
CIRC.	1520,000	673829,227	4809001,730	125,000	262,715	0,000
CLOT.	1525,214	673824,823	4808998,939	125,000	265,371	0,000
CLOT.	1540,000	673811,777	4808991,995	160,293	272,072	0,000
CLOT.	1560,000	673793,243	4808984,501	259,335	278,498	0,000
CLOT.	1580,000	673774,181	4808978,455	678,662	281,891	0,000
CLOT.	1592,369	673762,288	4808975,056	-1000000,000	282,472	0,000
CLOT.	1600,000	673754,947	4808972,973	-1100,052	282,251	0,000
CIRC.	1616,353	673739,285	4808968,273	-350,000	280,290	0,000
CIRC.	1620,000	673735,817	4808967,143	-350,000	279,627	0,000
CIRC.	1640,000	673717,023	4808960,313	-350,000	275,989	0,000
CIRC.	1658,137	673700,341	4808953,200	75,000	272,690	0,000
CIRC.	1660,000	673698,637	4808952,446	75,000	274,271	0,000
CIRC.	1680,000	673679,423	4808947,111	75,000	291,248	0,000
CIRC.	1700,000	673659,483	4808947,029	75,000	308,224	0,000
CIRC.	1720,000	673640,225	4808952,204	75,000	325,201	0,000
CIRC.	1739,147	673623,687	4808961,750	-250,000	341,454	0,000
CIRC.	1740,000	673623,008	4808962,265	-250,000	341,237	0,000
CIRC.	1760,000	673606,594	4808973,683	-250,000	336,144	0,000
CIRC.	1780,000	673589,319	4808983,752	-250,000	331,051	0,000
CIRC.	1800,000	673571,296	4808992,408	-250,000	325,958	0,000
CIRC.	1820,000	673552,638	4808999,596	-250,000	320,865	0,000
CIRC.	1828,128	673544,901	4809002,087	-90,000	318,795	0,000
CIRC.	1840,000	673533,348	4809004,784	-90,000	310,397	0,000
CIRC.	1860,000	673513,417	4809005,825	-90,000	296,250	0,000
RECTA	1875,571	673498,029	4809003,572	0,000	285,236	0,000
RECTA	1880,000	673493,719	4809002,554	0,000	285,236	0,000
RECTA	1900,000	673474,254	4808997,957	0,000	285,236	0,000
RECTA	1920,000	673454,790	4808993,360	0,000	285,236	0,000
RECTA	1940,000	673435,325	4808988,763	0,000	285,236	0,000

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	AZIMUT	DIST. EJE
CIRC.	1942,825	673432,576	4808988,114	-60,000	285,236	0,000
CIRC.	1960,000	673416,649	4808981,844	-60,000	267,012	0,000
CIRC.	1980,000	673401,230	4808969,251	-60,000	245,792	0,000
CIRC.	2000,000	673390,780	4808952,307	-60,000	224,571	0,000
CIRC.	2020,000	673386,449	4808932,876	-60,000	203,350	0,000
CIRC.	2040,000	673388,715	4808913,098	-60,000	182,130	0,000
RECTA	2058,581	673396,523	4808896,319	0,000	162,414	0,000
RECTA	2060,000	673397,313	4808895,140	0,000	162,414	0,000
RECTA	2080,000	673408,447	4808878,526	0,000	162,414	0,000
RECTA	2100,000	673419,580	4808861,911	0,000	162,414	0,000
RECTA	2120,000	673430,714	4808845,297	0,000	162,414	0,000
RECTA	2140,000	673441,848	4808828,683	0,000	162,414	0,000
RECTA	2160,000	673452,982	4808812,068	0,000	162,414	0,000
RECTA	2180,000	673464,116	4808795,454	0,000	162,414	0,000
RECTA	2200,000	673475,249	4808778,839	0,000	162,414	0,000
RECTA	2220,000	673486,383	4808762,225	0,000	162,414	0,000
RECTA	2240,000	673497,517	4808745,611	0,000	162,414	0,000
RECTA	2260,000	673508,651	4808728,996	0,000	162,414	0,000
RECTA	2280,000	673519,785	4808712,382	0,000	162,414	0,000
CIRC.	2298,518	673530,093	4808696,999	250,000	162,414	0,000
CIRC.	2300,000	673530,915	4808695,765	250,000	162,792	0,000
CIRC.	2320,000	673541,271	4808678,661	250,000	167,885	0,000
CIRC.	2340,000	673550,228	4808660,785	250,000	172,978	0,000
CIRC.	2360,000	673557,727	4808642,250	250,000	178,071	0,000
CIRC.	2380,000	673563,721	4808623,175	250,000	183,164	0,000
CIRC.	2400,000	673568,172	4808603,682	250,000	188,257	0,000
CIRC.	2420,000	673571,050	4808583,895	250,000	193,349	0,000
CIRC.	2440,000	673572,338	4808563,942	250,000	198,442	0,000
RECTA	2444,767	673572,409	4808559,176	0,000	199,656	0,000
RECTA	2460,000	673572,492	4808543,943	0,000	199,656	0,000
RECTA	2480,000	673572,600	4808523,943	0,000	199,656	0,000
RECTA	2500,000	673572,708	4808503,944	0,000	199,656	0,000
RECTA	2520,000	673572,816	4808483,944	0,000	199,656	0,000
RECTA	2540,000	673572,924	4808463,944	0,000	199,656	0,000
RECTA	2560,000	673573,032	4808443,945	0,000	199,656	0,000
RECTA	2580,000	673573,140	4808423,945	0,000	199,656	0,000
RECTA	2595,968	673573,226	4808407,977	0,000	199,656	0,000

2.3.2. Eje 2

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	AZIMUT	DIST. EJE
RECTA	0,000	673592,627	4808981,966	0,000	332,008	0,000
CIRC.	0,864	673591,870	4808982,383	-75,000	332,008	0,000
CIRC.	20,000	673574,114	4808989,376	-75,000	315,765	0,000
CIRC.	40,000	673554,303	4808991,650	-75,000	298,788	0,000
CIRC.	60,000	673534,593	4808988,624	-75,000	281,812	0,000
CIRC.	80,000	673516,378	4808980,510	-75,000	264,835	0,000
RECTA	93,254	673505,766	4808972,598	0,000	253,585	0,000
RECTA	100,000	673500,735	4808968,104	0,000	253,585	0,000
RECTA	120,000	673485,819	4808954,780	0,000	253,585	0,000
CIRC.	124,574	673482,408	4808951,733	-60,000	253,585	0,000
CIRC.	140,000	673472,344	4808940,099	-60,000	237,218	0,000
CIRC.	160,000	673464,263	4808921,905	-60,000	215,997	0,000
CIRC.	180,000	673462,581	4808902,068	-60,000	194,776	0,000
CIRC.	200,000	673467,481	4808882,773	-60,000	173,556	0,000
CIRC.	220,000	673478,425	4808866,144	-60,000	152,335	0,000
CIRC.	240,000	673494,208	4808854,010	-60,000	131,115	0,000
RECTA	257,760	673510,886	4808848,097	0,000	112,271	0,000
RECTA	260,000	673513,084	4808847,668	0,000	112,271	0,000
CIRC.	279,075	673531,807	4808844,014	75,000	112,271	0,000
CIRC.	280,000	673532,713	4808843,831	75,000	113,056	0,000
CIRC.	300,000	673551,523	4808837,211	75,000	130,032	0,000
CIRC.	320,000	673567,923	4808825,868	75,000	147,009	0,000
RECTA	327,725	673573,358	4808820,383	0,000	153,566	0,000
RECTA	340,000	673581,539	4808811,231	0,000	153,566	0,000
RECTA	360,000	673594,867	4808796,320	0,000	153,566	0,000
RECTA	380,000	673608,195	4808781,408	0,000	153,566	0,000
RECTA	400,000	673621,523	4808766,496	0,000	153,566	0,000
RECTA	420,000	673634,852	4808751,585	0,000	153,566	0,000
RECTA	429,390	673641,109	4808744,583	0,000	153,566	0,000

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

2.3.3. Eje 3

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	AZIMUT	DIST. EJE
RECTA	0,000	672931,392	4809351,216	0,000	211,142	0,000
CIRC.	4,886	672930,541	4809346,404	10,000	211,142	0,000
CIRC.	20,000	672919,540	4809338,213	10,000	307,362	0,000
RECTA	25,021	672914,902	4809339,994	0,000	339,324	0,000
CIRC.	26,134	672913,994	4809340,639	-24,000	339,324	0,000
CIRC.	40,000	672901,053	4809345,054	-24,000	302,544	0,000
RECTA	49,073	672892,134	4809343,715	0,000	278,477	0,000
RECTA	50,073	672891,191	4809343,383	0,000	278,477	0,000

2.3.4. Eje 4

TIPO	P.K.	X	Y	RADIO	AZIMUT	DIST. EJE
RECTA	0,000	672929,796	4809351,427	0,000	6,032	0,000
RECTA	20,000	672931,688	4809371,338	0,000	6,032	0,000
RECTA	20,960	672931,779	4809372,293	0,000	6,032	0,000

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3. ALZADO

3.1. TRAZADO

El trazado en alzado se ha adaptado en la medida de lo posible a la orografía existente del terreno aprovechando la existencia de un camino que llega hasta el pico Carrugueiro, siendo necesario su regulación longitudinal para adaptar las pendientes a las necesarias para el transporte de los elementos que constituyen los elementos de los aerogeneradores.

En lo que respecta al kV de los acuerdos verticales en alzado, oscilan entre 500 y 5.000.

- **Eje 1** pendiente máxima del 12% y mínima del 0.5%.
- **Eje 2** pendiente máxima del 15% y mínima del 0.5%.
- **Eje 3** pendiente máxima del 7% y mínima del 0.6%.
- **Eje 4** pendiente máxima del 2% y mínima del 0.7%.

3.2. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

3.2.1. Eje 1

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VERTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(%)	(m)	(kv)	P.K.	Cota	P.K.	Cota	P.K.	Cota	(m)	(%)
4,689324	73,107	1000	76,554	802,087	40,001	800,373	113,107	806,474	0,668	7,311
12	109,147	1500	255,988	823,62	201,415	817,071	310,562	826,197	0,993	-7,276
4,723515	64,147	1500	369,61	828,986	337,536	827,471	401,683	831,873	0,343	4,276
9	80	2000	584,393	848,317	544,393	844,717	624,393	850,317	0,4	-4
5	52,5	1500	659,835	852,089	633,585	850,777	686,085	852,483	0,23	-3,5
1,5	71,5	1300	722,636	853,031	686,886	852,495	758,386	855,534	0,492	5,5
7	30	2000	825,045	860,2	810,045	859,15	840,045	861,025	0,056	-1,5
5,5	75	5000	1095,092	875,052	1057,592	872,99	1132,592	877,677	0,141	1,5
7	93,75	1250	1645,69	913,594	1598,815	910,313	1692,565	913,36	0,879	-7,5
-0,5	45,5	1300	1717,102	913,237	1694,352	913,351	1739,852	913,92	0,199	3,5
3	45,5	1300	1798,32	915,674	1775,57	914,991	1821,07	915,56	0,199	-3,5
-0,5	37,5	1500	1958,804	914,871	1940,054	914,965	1977,554	914,309	0,117	-2,5
-3	60	1000	2008,247	913,388	1978,247	914,288	2038,247	914,288	0,45	6
3	60	1000	2100,732	916,162	2070,732	915,262	2130,732	915,262	0,45	-6
-3	70	1000	2167,319	914,165	2132,319	915,215	2202,319	915,565	0,613	7
4	64,368	1000	2277,756	918,582	2245,572	917,295	2309,94	917,798	0,518	-6,437
-2,436797	96,84	5000	2483,228	913,575	2434,808	914,755	2531,648	913,333	0,234	1,937
-0,5							2595,391	913,015		

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

3.2.2. Eje 2

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VERTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(%)	(m)	(kv)	P.K.	Cota	P.K.	Cota	P.K.	Cota	(m)	(%)
					-19,038	914,438				
2,970811	89,411	5000	52,285	916,556	7,58	915,228	96,991	918,684	0,2	1,788
4,759036	102,41	1000	192,728	923,24	141,523	920,803	243,933	930,921	1,311	10,241
15	72,5	500	313,481	941,353	277,231	935,916	349,731	941,534	1,314	-14,5
0,5							429,274	941,932		

3.2.3. Eje 3

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VERTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(%)	(m)	(kv)	P.K.	Cota	P.K.	Cota	P.K.	Cota	(m)	(%)
					0,01	799,696				
-0,644215	34,957	550	18,003	799,58	0,525	799,693	35,481	798,357	0,278	-6,356
-7							50	797,341		

3.2.4. Eje 4

PENDIENTE	LONGITUD	PARAMETRO	VERTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO		BISECT.	DIF.PEN
(%)	(m)	(kv)	P.K.	Cota	P.K.	Cota	P.K.	Cota	(m)	(%)
					0,01	799,621				
-0,71694	6,415	500	4,467	799,589	1,26	799,612	7,675	799,525	0,01	-1,283
-2	10	1000	12,957	799,419	7,957	799,519	17,957	799,369	0,013	1
-1							20,876	799,34		

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.3. REPLANTEO

3.3.1. Eje 1

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
0	Rampa	798,497	4,69%
20	Rampa	799,435	4,69%
40	Rampa	800,373	4,69%
40,001	tg. entrada	800,373	4,69%
60	KV 1000	801,511	6,69%
80	KV 1000	803,049	8,69%
100	KV 1000	804,987	10,69%
113,107	tg. salida	806,474	12,00%
120	Rampa	807,301	12,00%
140	Rampa	809,701	12,00%
160	Rampa	812,101	12,00%
180	Rampa	814,501	12,00%
200	Rampa	816,901	12,00%
201,415	tg. entrada	817,071	12,00%
220	KV -1500	819,186	10,76%
240	KV -1500	821,205	9,43%
260	KV -1500	822,957	8,09%
280	KV -1500	824,442	6,76%
300	KV -1500	825,661	5,43%
310,562	tg. salida	826,197	4,72%
320	Rampa	826,643	4,72%
337,536	tg. entrada	827,471	4,72%
340	KV 1500	827,59	4,89%
360	KV 1500	828,701	6,22%
380	KV 1500	830,078	7,55%
400	KV 1500	831,722	8,89%
401,683	tg. salida	831,873	9,00%
420	Rampa	833,522	9,00%
440	Rampa	835,322	9,00%
460	Rampa	837,122	9,00%
480	Rampa	838,922	9,00%
500	Rampa	840,722	9,00%
520	Rampa	842,522	9,00%
540	Rampa	844,322	9,00%
544,393	tg. entrada	844,717	9,00%
560	KV -2000	846,061	8,22%
580	KV -2000	847,605	7,22%
600	KV -2000	848,949	6,22%
620	KV -2000	850,092	5,22%
624,393	tg. salida	850,317	5,00%
633,585	tg. entrada	850,777	5,00%
640	KV -1500	851,084	4,57%
660	KV -1500	851,865	3,24%
680	KV -1500	852,379	1,91%

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
1400	Rampa	896,396	7,00%
1420	Rampa	897,796	7,00%
1440	Rampa	899,196	7,00%
1460	Rampa	900,596	7,00%
1480	Rampa	901,996	7,00%
1500	Rampa	903,396	7,00%
1520	Rampa	904,796	7,00%
1540	Rampa	906,196	7,00%
1560	Rampa	907,596	7,00%
1580	Rampa	908,996	7,00%
1598,815	tg. entrada	910,313	7,00%
1600	KV -1250	910,395	6,91%
1620	KV -1250	911,616	5,31%
1640	KV -1250	912,517	3,71%
1660	KV -1250	913,098	2,11%
1680	KV -1250	913,359	0,51%
1686,315	Punto alto	913,375	0,00%
1692,565	tg. salida	913,36	-0,50%
1694,352	tg. entrada	913,351	-0,50%
1700	KV 1300	913,335	-0,07%
1700,852	Punto bajo	913,335	0,00%
1720	KV 1300	913,476	1,47%
1739,852	tg. salida	913,92	3,00%
1740	Rampa	913,924	3,00%
1760	Rampa	914,524	3,00%
1775,57	tg. entrada	914,991	3,00%
1780	KV -1300	915,116	2,66%
1800	KV -1300	915,494	1,12%
1814,57	Punto alto	915,576	0,00%
1820	KV -1300	915,565	-0,42%
1821,07	tg. salida	915,56	-0,50%
1840	Pendiente	915,465	-0,50%
1860	Pendiente	915,365	-0,50%
1880	Pendiente	915,265	-0,50%
1900	Pendiente	915,165	-0,50%
1920	Pendiente	915,065	-0,50%
1940	Pendiente	914,965	-0,50%
1940,054	tg. entrada	914,965	-0,50%
1960	KV -1500	914,733	-1,83%
1977,554	tg. salida	914,309	-3,00%
1978,247	tg. entrada	914,288	-3,00%
1980	KV 1000	914,237	-2,82%
2000	KV 1000	913,872	-0,82%
2008,247	Punto bajo	913,838	0,00%

VISADO ELECTRÓNICO-MENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
686,085	tg. salida	852,483	1,50%
686,886	tg. entrada	852,495	1,50%
700	KV 1300	852,758	2,51%
720	KV 1300	853,413	4,05%
740	KV 1300	854,377	5,59%
758,386	tg. salida	855,534	7,00%
760	Rampa	855,647	7,00%
780	Rampa	857,047	7,00%
800	Rampa	858,447	7,00%
810,045	tg. entrada	859,15	7,00%
820	KV -2000	859,822	6,50%
840	KV -2000	861,022	5,50%
840,045	tg. salida	861,025	5,50%
860	Rampa	862,122	5,50%
880	Rampa	863,222	5,50%
900	Rampa	864,322	5,50%
920	Rampa	865,422	5,50%
940	Rampa	866,522	5,50%
960	Rampa	867,622	5,50%
980	Rampa	868,722	5,50%
1000	Rampa	869,822	5,50%
1020	Rampa	870,922	5,50%
1040	Rampa	872,022	5,50%
1057,592	tg. entrada	872,99	5,50%
1060	KV 5000	873,123	5,55%
1080	KV 5000	874,272	5,95%
1100	KV 5000	875,502	6,35%
1120	KV 5000	876,812	6,75%
1132,592	tg. salida	877,677	7,00%
1140	Rampa	878,196	7,00%
1160	Rampa	879,596	7,00%
1180	Rampa	880,996	7,00%
1200	Rampa	882,396	7,00%
1220	Rampa	883,796	7,00%
1240	Rampa	885,196	7,00%
1260	Rampa	886,596	7,00%
1280	Rampa	887,996	7,00%
1300	Rampa	889,396	7,00%
1320	Rampa	890,796	7,00%
1340	Rampa	892,196	7,00%
1360	Rampa	893,596	7,00%
1380	Rampa	894,996	7,00%

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
2020	KV 1000	913,907	1,18%
2038,247	tg. salida	914,288	3,00%
2040	Rampa	914,34	3,00%
2060	Rampa	914,94	3,00%
2070,732	tg. entrada	915,262	3,00%
2080	KV -1000	915,498	2,07%
2100	KV -1000	915,712	0,07%
2100,732	Punto alto	915,712	0,00%
2120	KV -1000	915,527	-1,93%
2130,732	tg. salida	915,262	-3,00%
2132,319	tg. entrada	915,215	-3,00%
2140	KV 1000	915,014	-2,23%
2160	KV 1000	914,768	-0,23%
2162,319	Punto bajo	914,765	0,00%
2180	KV 1000	914,921	1,77%
2200	KV 1000	915,475	3,77%
2202,319	tg. salida	915,565	4,00%
2220	Rampa	916,272	4,00%
2240	Rampa	917,072	4,00%
2245,572	tg. entrada	917,295	4,00%
2260	KV -1000	917,768	2,56%
2280	KV -1000	918,079	0,56%
2285,572	Punto alto	918,095	0,00%
2300	KV -1000	917,991	-1,44%
2309,94	tg. salida	917,798	-2,44%
2320	Pendiente	917,553	-2,44%
2340	Pendiente	917,066	-2,44%
2360	Pendiente	916,578	-2,44%
2380	Pendiente	916,091	-2,44%
2400	Pendiente	915,603	-2,44%
2420	Pendiente	915,116	-2,44%
2434,808	tg. entrada	914,755	-2,44%
2440	KV 5000	914,631	-2,33%
2460	KV 5000	914,205	-1,93%
2480	KV 5000	913,858	-1,53%
2500	KV 5000	913,592	-1,13%
2520	KV 5000	913,405	-0,73%
2531,648	tg. salida	913,333	-0,50%
2540	Pendiente	913,291	-0,50%
2560	Pendiente	913,191	-0,50%
2580	Pendiente	913,091	-0,50%
2595,968	Pendiente	913,012	-0,50%

3.3.2. Eje 2

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
0	Rampa	915,003	2,97%
7,58	tg. entrada	915,228	2,97%
20	KV 5000	915,613	3,22%

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
240	KV 1000	930,339	14,61%
243,933	tg. salida	930,921	15,00%
260	Rampa	933,331	15,00%

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
40	KV 5000	916,297	3,62%
60	KV 5000	917,06	4,02%
80	KV 5000	917,904	4,42%
96,991	tg. salida	918,684	4,76%
100	Rampa	918,827	4,76%
120	Rampa	919,779	4,76%
140	Rampa	920,731	4,76%
141,523	tg. entrada	920,803	4,76%
160	KV 1000	921,853	6,61%
180	KV 1000	923,375	8,61%
200	KV 1000	925,296	10,61%
220	KV 1000	927,617	12,61%

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
277,231	tg. entrada	935,916	15,00%
280	KV -500	936,323	14,45%
300	KV -500	938,813	10,45%
320	KV -500	940,502	6,45%
340	KV -500	941,391	2,45%
349,731	tg. salida	941,534	0,50%
360	Rampa	941,586	0,50%
380	Rampa	941,686	0,50%
400	Rampa	941,786	0,50%
420	Rampa	941,886	0,50%
429,39	Rampa	941,933	0,50%

3.3.3. Eje 3

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
0	Pendiente	799,696	-0,64%
0,525	tg. entrada	799,693	-0,64%
20	KV -550	799,223	-4,19%

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
35,481	tg. salida	798,357	-7,00%
40	Pendiente	798,041	-7,00%
50,073	Pendiente	797,336	-7,00%

3.3.4. Eje 4

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
0	Pendiente	799,621	-0,72%
1,26	tg. entrada	799,612	-0,72%
7,675	tg. salida	799,525	-2,00%
7,957	tg. entrada	799,519	-2,00%

P.K.	TIPO	COTA	PENDIENTE
17,957	tg. salida	799,369	-1,00%
20	Pendiente	799,349	-1,00%
20,96	Pendiente	799,339	-1,00%

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4. SECCION TRANSVERSAL

El ancho de los caminos es de 5 m, con sobreanchos en determinadas curvas para facilitar el paso de los transportes con los componentes de los aerogeneradores y los vehículos de obra.

Además, para el montaje de los elementos que componen el aerogenerador se necesita una plataforma adosada y paralela a los caminos.

Las plataformas se diseñan principalmente con el fin de realizar todas las labores de montaje del aerogenerador, colocación de grúas, acopio de nacelle, buje, elementos de las torres, etc. Sus dimensiones aparecen en el plano de secciones tipo y están a la misma cota que el camino.

El firme, tanto en caminos como en plataformas, consiste en una capa de zahorra artificial de 25 cm de espesor compactada al 95% del P.M, sobre una capa de, 25cm de espesor de suelo seleccionado procedente de la propia excavación o préstamo.

Los taludes en desmonte serán de 1h 2v y en terraplén 3h 2v.

Para la evacuación del agua de lluvia se aplicará pendiente transversal del 2%, bombeo, al camino, con cunetas laterales en tierras de 60cm de ancho y 30cm de profundidad.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5. MEDICIONES TIERRAS

En la siguiente tabla se resume el movimiento de tierras total necesario para el proyecto.

RESUMEN MEDICIONES				
	DESMONTE [m³]	**MATERIAL SELECCIONADO [m³]**	**TERRAPLÉN [m³]**	**VEGETAL [m³]**
VIALES				
Eje 1	15.351	4.997	15.013	9.066
Eje 2	6.486	1.199	7.436	2.304
Eje 3	44	93	30	116
Eje 4	25	36	3	45
Total	**21.906**	**6.325**	**22.482**	**11.531**
ZAPATAS				
AERO 1	2.293		1.759	191
AERO 2	2.040		1.506	186
AERO 3	2.059		1.525	186
Total	**6.392**		4.789	**563**
TOTAL	**28.298**	**6.325**	**27.270**	**12.094**

A continuación, se desglosan las mediciones de los ejes del parque eólico.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5.1. EJE 1

PERFIL	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.
0	D TIERRA	1,219	0	0	SUELO SEL 1	1,359	0	0
	VEGETAL	1,695	0	0				
20	D TIERRA	0,848	20,67	20,7	SUELO SEL 1	1,352	27,11	27,1
	VEGETAL	1,679	33,74	33,7				
40	D TIERRA	1,695	25,43	46,1	SUELO SEL 1	1,352	27,04	54,2
	VEGETAL	1,693	33,71	67,5				
60	D TIERRA	0,963	26,58	72,7	SUELO SEL 1	1,395	27,47	81,6
	TERRAPLEN	0,001	0,01	0	VEGETAL	2,523	42,16	109,6
80	D TIERRA	0	9,63	82,3	SUELO SEL 1	1,44	28,35	110
	TERRAPLEN	0,672	6,73	6,8	VEGETAL	1,735	42,58	152,2
100	SUELO SEL 1	1,543	29,83	139,8	TERRAPLEN	3,756	44,28	51
	VEGETAL	2,04	37,75	189,9				
120	SUELO SEL 1	1,543	30,86	170,7	TERRAPLEN	6,206	99,62	150,7
	VEGETAL	2,415	44,55	234,5				
140	SUELO SEL 1	1,543	30,86	201,5	TERRAPLEN	12,527	187,34	338
	VEGETAL	3,02	54,35	288,9				
160	SUELO SEL 1	1,544	30,87	232,4	TERRAPLEN	18,043	305,7	643,7
	VEGETAL	3,293	63,13	352				
180	D TIERRA	3,485	34,85	117,2	SUELO SEL 1	1,412	29,55	261,9
	TERRAPLEN	5,493	235,36	879,1	VEGETAL	4,493	77,87	429,9
200	D TIERRA	0	34,85	152	SUELO SEL 1	1,536	29,48	291,4
	TERRAPLEN	2,405	78,99	958	VEGETAL	2	64,93	494,8
220	SUELO SEL 1	1,543	30,8	322,2	TERRAPLEN	11,232	136,38	1094,4
	VEGETAL	2,862	48,62	543,4				
240	SUELO SEL 1	1,543	30,87	353,1	TERRAPLEN	5,833	170,66	1265,1
	VEGETAL	2,374	52,36	595,8				
260	D TIERRA	1,687	16,87	168,9	SUELO SEL 1	1,478	30,21	383,3
	TERRAPLEN	0,047	58,81	1323,9	VEGETAL	1,898	42,72	638,5
280	D TIERRA	2,856	45,43	214,3	SUELO SEL 1	1,459	29,37	412,7
	TERRAPLEN	0	0,47	1324,4	VEGETAL	1,943	38,41	676,9
300	D TIERRA	1,146	40,02	254,3	SUELO SEL 1	1,465	29,24	441,9
	TERRAPLEN	0,025	0,25	1324,6	VEGETAL	1,903	38,46	715,4
320	D TIERRA	2,182	33,28	287,6	SUELO SEL 1	1,445	29,1	471
	TERRAPLEN	0,006	0,31	1324,9	VEGETAL	1,925	38,28	753,6
340	D TIERRA	1,177	33,59	321,2	SUELO SEL 1	1,502	29,47	500,5
	TERRAPLEN	1,901	19,07	1344	VEGETAL	2,579	45,04	798,7
360	D TIERRA	0,089	12,66	333,9	SUELO SEL 1	1,426	29,27	529,7
	TERRAPLEN	4,566	64,68	1408,7	VEGETAL	2,955	55,34	854
380	D TIERRA	0,008	0,96	334,8	SUELO SEL 1	1,475	29	558,7
	TERRAPLEN	9,489	140,55	1549,2	VEGETAL	3,732	66,88	920,9
400	D TIERRA	0	0,08	334,9	SUELO SEL 1	1,543	30,18	588,9
	TERRAPLEN	14,176	236,65	1785,9	VEGETAL	3,036	67,69	988,6
420	SUELO SEL 1	1,544	30,87	619,8	TERRAPLEN	16,968	311,44	2097,3
	VEGETAL	3,507	65,44	1054				
440	SUELO SEL 1	1,543	30,87	650,7	TERRAPLEN	10,523	274,9	2372,2
	VEGETAL	2,636	61,43	1115,4				
460	SUELO SEL 1	1,515	30,58	681,2	TERRAPLEN	6,971	174,93	2547,1
	VEGETAL	2,319	49,54	1165				
480	D TIERRA	0,096	0,96	335,9	SUELO SEL 1	1,47	29,86	711,1
	TERRAPLEN	7,529	145	2692,1	VEGETAL	3,493	58,11	1223,1
500	D TIERRA	0	0,96	336,8	SUELO SEL 1	1,537	30,03	741,1
	TERRAPLEN	5,368	128,98	2821,1	VEGETAL	3,91[illegible]	74,02	1297,1

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

PERFIL	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.
520	D TIERRA	6,762	67,62	404,4	SUELO SEL 1	1,502	30,34	771,5
	TERRAPLEN	2,485	78,54	2899,7	VEGETAL	3,694	76,04	1373,2
540	D TIERRA	11,1	178,62	583	SUELO SEL 1	1,459	29,61	801,1
	TERRAPLEN	0	24,85	2924,5	VEGETAL	3,668	73,62	1446,8
560	D TIERRA	13,954	250,54	833,6	SUELO SEL 1	1,459	29,19	830,3
	VEGETAL	3,416	70,84	1517,6				
580	D TIERRA	1,756	157,1	990,7	SUELO SEL 1	1,501	29,61	859,9
	TERRAPLEN	1,019	10,19	2934,7	VEGETAL	2,536	59,52	1577,1
600	D TIERRA	1,018	27,74	1018,4	SUELO SEL 1	1,502	30,03	889,9
	TERRAPLEN	2,767	37,86	2972,6	VEGETAL	2,626	51,62	1628,8
620	D TIERRA	1,036	20,54	1039	SUELO SEL 1	1,501	30,03	919,9
	TERRAPLEN	1,932	46,99	3019,6	VEGETAL	2,474	51	1679,8
640	D TIERRA	2,033	30,69	1069,6	SUELO SEL 1	1,501	30,03	949,9
	TERRAPLEN	1,331	32,63	3052,2	VEGETAL	2,491	49,65	1729,4
660	D TIERRA	4,955	69,88	1139,5	SUELO SEL 1	1,501	30,02	980
	TERRAPLEN	2,755	40,86	3093,1	VEGETAL	3,544	60,35	1789,8
680	D TIERRA	4,235	91,9	1231,4	SUELO SEL 1	1,459	29,6	1009,6
	TERRAPLEN	0	27,55	3120,6	VEGETAL	2,24	57,84	1847,6
700	D TIERRA	2,65	68,85	1300,3	SUELO SEL 1	1,501	29,61	1039,2
	TERRAPLEN	1,843	18,43	3139	VEGETAL	2,8	50,39	1898
720	D TIERRA	0	26,5	1326,8	SUELO SEL 1	1,543	30,44	1069,6
	TERRAPLEN	23,102	249,45	3388,5	VEGETAL	4,03	68,3	1966,3
740	SUELO SEL 1	1,543	30,86	1100,5	TERRAPLEN	34,544	576,47	3965
	VEGETAL	4,258	82,88	2049,2				
760	D TIERRA	1,341	13,41	1340,2	SUELO SEL 1	1,502	30,45	1130,9
	TERRAPLEN	0,973	355,17	4320,1	VEGETAL	2,155	64,13	2113,3
780	D TIERRA	4,596	59,38	1399,6	SUELO SEL 1	1,459	29,61	1160,5
	TERRAPLEN	0	9,73	4329,8	VEGETAL	1,998	41,53	2154,8
800	D TIERRA	2,831	74,27	1473,8	SUELO SEL 1	1,492	29,51	1190,1
	TERRAPLEN	0,086	0,86	4330,7	VEGETAL	2,539	45,37	2200,2
820	D TIERRA	2,001	48,32	1522,2	SUELO SEL 1	1,374	28,66	1218,7
	TERRAPLEN	0,001	0,87	4331,6	VEGETAL	1,753	42,92	2243,1
840	D TIERRA	0,604	26,06	1548,2	SUELO SEL 1	1,501	28,75	1247,5
	TERRAPLEN	0,556	5,57	4337,1	VEGETAL	2,033	37,86	2281
860	D TIERRA	0,148	7,52	1555,7	SUELO SEL 1	1,416	29,18	1276,7
	TERRAPLEN	1,969	25,25	4362,4	VEGETAL	2,615	46,48	2327,5
880	D TIERRA	4,886	50,34	1606,1	SUELO SEL 1	1,467	28,83	1305,5
	TERRAPLEN	0,607	25,76	4388,1	VEGETAL	3,123	57,38	2384,8
900	D TIERRA	6,859	117,45	1723,5	SUELO SEL 1	1,43	28,96	1334,4
	TERRAPLEN	0,307	9,14	4397,3	VEGETAL	3,165	62,87	2447,7
920	D TIERRA	3,421	102,8	1826,3	SUELO SEL 1	1,475	29,04	1363,5
	TERRAPLEN	0,875	11,82	4409,1	VEGETAL	2,736	59	2506,7
940	D TIERRA	2,827	62,49	1888,8	SUELO SEL 1	1,497	29,72	1393,2
	TERRAPLEN	1,369	22,43	4431,5	VEGETAL	2,358	50,94	2557,7
960	D TIERRA	2,789	56,16	1945	SUELO SEL 1	1,501	29,98	1423,2
	TERRAPLEN	1,375	27,44	4459	VEGETAL	2,462	48,2	2605,9
980	D TIERRA	2,029	48,18	1993,1	SUELO SEL 1	1,501	30,03	1453,2
	TERRAPLEN	2,003	33,79	4492,8	VEGETAL	2,499	49,61	2655,5
1000	D TIERRA	0,284	23,13	2016,3	SUELO SEL 1	1,501	30,03	1483,2
	TERRAPLEN	4,041	60,45	4553,2	VEGETAL	2,428	49,27	2704,7
1020	D TIERRA	0,245	5,29	2021,6	SUELO SEL 1	1,44	29,41	1512,7
	TERRAPLEN	5,344	93,86	4647,1	VEGETAL	3,154	55,82	2760,6
1040	D TIERRA	0,036	2,81	2024,4	SUELO SEL 1	1,425	28,65	1541,3
	TERRAPLEN	2,213	75,57	4722,6	VEGETAL	1,919	50,74	2811,3
1060	D TIERRA	0,956	9,92	2034,3	SUELO SEL 1	1,481	29,06	1570,4

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021

VISADO

PERFIL	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.
	TERRAPLEN	0,625	28,38	4751	VEGETAL	1,958	38,77	2850,1
1080	D TIERRA	1,482	24,38	2058,7	SUELO SEL 1	1,49	29,7	1600,1
	TERRAPLEN	0,581	12,06	4763,1	VEGETAL	1,975	39,33	2889,4
1100	D TIERRA	0,847	23,29	2082	SUELO SEL 1	1,496	29,86	1629,9
	TERRAPLEN	1,269	18,49	4781,6	VEGETAL	1,975	39,5	2928,9
1120	D TIERRA	2,261	31,07	2113	SUELO SEL 1	1,501	29,97	1659,9
	TERRAPLEN	1,64	29,08	4810,7	VEGETAL	2,199	41,74	2970,7
1140	D TIERRA	4,62	68,8	2181,8	SUELO SEL 1	1,501	30,02	1689,9
	TERRAPLEN	1,661	33,01	4843,7	VEGETAL	2,378	45,76	3016,4
1160	D TIERRA	7	116,19	2298	SUELO SEL 1	1,501	30,03	1720
	TERRAPLEN	1,852	35,13	4878,8	VEGETAL	2,681	50,58	3067
1180	D TIERRA	7,651	146,51	2444,5	SUELO SEL 1	1,502	30,03	1750
	TERRAPLEN	2,097	39,49	4918,3	VEGETAL	2,854	55,35	3122,3
1200	D TIERRA	6,658	143,09	2587,6	SUELO SEL 1	1,501	30,03	1780
	TERRAPLEN	0,852	29,49	4947,8	VEGETAL	2,445	52,99	3175,3
1220	D TIERRA	18,774	254,31	2841,9	SUELO SEL 1	1,459	29,6	1809,6
	TERRAPLEN	0	8,52	4956,3	VEGETAL	5,475	79,2	3254,5
1240	D TIERRA	25,955	447,29	3289,2	SUELO SEL 1	1,459	29,19	1838,8
	VEGETAL	4,247	97,22	3351,8				
1260	D TIERRA	25,035	509,9	3799,1	SUELO SEL 1	1,459	29,19	1868
	VEGETAL	4,38	86,27	3438				
1280	D TIERRA	15,556	405,91	4205	SUELO SEL 1	1,459	29,19	1897,2
	VEGETAL	4,269	86,5	3524,5				
1300	D TIERRA	1,177	167,34	4372,4	SUELO SEL 1	1,472	29,32	1926,5
	TERRAPLEN	0,082	0,82	4957,1	VEGETAL	2,134	64,03	3588,5
1320	D TIERRA	0,06	12,38	4384,8	SUELO SEL 1	1,421	28,93	1955,4
	TERRAPLEN	2,945	30,27	4987,4	VEGETAL	2,953	50,86	3639,4
1340	D TIERRA	4,059	41,19	4425,9	SUELO SEL 1	1,459	28,8	1984,2
	TERRAPLEN	0	29,45	5016,8	VEGETAL	1,968	49,21	3688,6
1360	D TIERRA	9,59	136,48	4562,4	SUELO SEL 1	1,459	29,19	2013,4
	VEGETAL	2,429	43,98	3732,6				
1380	D TIERRA	14,16	237,5	4799,9	SUELO SEL 1	1,459	29,19	2042,6
	VEGETAL	3,073	55,02	3787,6				
1400	D TIERRA	19,68	338,4	5138,3	SUELO SEL 1	1,459	29,19	2071,8
	VEGETAL	3,312	63,85	3851,5				
1420	D TIERRA	21,469	411,49	5549,8	SUELO SEL 1	1,459	29,19	2101
	VEGETAL	3,143	64,55	3916				
1440	D TIERRA	17,081	385,51	5935,3	SUELO SEL 1	1,459	29,19	2130,2
	VEGETAL	2,588	57,32	3973,3				
1460	D TIERRA	11,688	287,7	6223	SUELO SEL 1	1,459	29,19	2159,4
	VEGETAL	2,554	51,43	4024,8				
1480	D TIERRA	7,85	195,38	6418,4	SUELO SEL 1	1,459	29,19	2188,5
	VEGETAL	2,26	48,14	4072,9				
1500	D TIERRA	3,1	109,5	6527,9	SUELO SEL 1	1,5	29,6	2218,1
	TERRAPLEN	0,315	3,15	5020	VEGETAL	2,738	49,98	4122,9
1520	D TIERRA	0,411	35,11	6563	SUELO SEL 1	1,418	29,18	2247,3
	TERRAPLEN	3,388	37,03	5057	VEGETAL	3,222	59,6	4182,5
1540	D TIERRA	0	4,11	6567,1	SUELO SEL 1	1,513	29,3	2276,6
	TERRAPLEN	3,424	68,12	5125,1	VEGETAL	2,149	53,71	4236,2
1560	D TIERRA	1,146	11,46	6578,6	SUELO SEL 1	1,4	29,13	2305,8
	TERRAPLEN	0,001	34,25	5159,4	VEGETAL	1,778	39,27	4275,5
1580	D TIERRA	5,156	63,02	6641,6	SUELO SEL 1	1,459	28,6	2334,4
	TERRAPLEN	0	0,01	5159,4	VEGETAL	2,041	38,19	4313,7
1600	D TIERRA	5,992	111,48	6753,1	SUELO SEL 1	1,459	29,19	2363,5
	VEGETAL	2,132	41,73	4355,4				

VISADO ELECTRONICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

PERFIL	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.
1620	D TIERRA	3,725	97,17	6850,3	SUELO SEL 1	1,383	28,43	2392
	TERRAPLEN	0,001	0,01	5159,4	VEGETAL	2,106	42,38	4397,8
1640	D TIERRA	6,855	105,79	6956,1	SUELO SEL 1	1,459	28,42	2420,4
	TERRAPLEN	0	0,01	5159,4	VEGETAL	2,393	44,99	4442,8
1660	D TIERRA	13,874	207,29	7163,3	SUELO SEL 1	1,459	29,18	2449,6
	VEGETAL	3,072	54,66	4497,4				
1680	D TIERRA	12,375	262,49	7425,8	SUELO SEL 1	1,459	29,18	2478,8
	VEGETAL	3,079	61,51	4558,9				
1700	D TIERRA	0	123,75	7549,6	SUELO SEL 1	1,457	29,16	2507,9
	TERRAPLEN	19,176	191,76	5351,2	VEGETAL	11,429	145,08	4704
1720	SUELO SEL 1	1,501	29,58	2537,5	TERRAPLEN	21,434	406,1	5757,3
	VEGETAL	16,452	278,82	4982,8				
1740	D TIERRA	8,645	86,45	7636	SUELO SEL 1	1,459	29,6	2567,1
	TERRAPLEN	0	214,34	5971,6	VEGETAL	2,26	187,12	5169,9
1760	D TIERRA	13,947	225,92	7862	SUELO SEL 1	1,459	29,18	2596,3
	VEGETAL	2,467	47,27	5217,2				
1780	D TIERRA	12,271	262,18	8124,1	SUELO SEL 1	1,352	28,11	2624,4
	VEGETAL	1,822	42,89	5260,1				
1800	D TIERRA	10,542	228,13	8352,3	SUELO SEL 1	1,352	27,04	2651,4
	VEGETAL	1,798	36,2	5296,3				
1820	D TIERRA	11,854	223,97	8576,2	SUELO SEL 1	1,459	28,11	2679,6
	VEGETAL	2,441	42,39	5338,7				
1840	D TIERRA	11,096	229,51	8805,7	SUELO SEL 1	1,459	29,18	2708,7
	VEGETAL	2,989	54,29	5393				
1860	D TIERRA	8,445	195,41	9001,2	SUELO SEL 1	4,513	59,72	2768,5
	TERRAPLEN	19,717	197,17	6168,8	VEGETAL	7,702	106,91	5499,9
1880	D TIERRA	13,297	217,41	9218,6	SUELO SEL 1	5,23	97,43	2865,9
	TERRAPLEN	17,93	376,47	6545,2	VEGETAL	8,021	157,23	5657,1
1900	D TIERRA	33,907	472,03	9690,6	SUELO SEL 1	7,244	124,74	2990,6
	TERRAPLEN	12,903	308,33	6853,6	VEGETAL	10,176	181,97	5839,1
1920	D TIERRA	94,139	1280,46	10971,1	SUELO SEL 1	11,204	184,48	3175,1
	TERRAPLEN	15,735	286,38	7139,9	VEGETAL	15,191	253,67	6092,8
1940	D TIERRA	54,627	1487,66	12458,7	SUELO SEL 1	11,204	224,07	3399,2
	TERRAPLEN	33,954	496,89	7636,8	VEGETAL	15,509	307	6399,8
1960	D TIERRA	0	546,27	13005	SUELO SEL 1	1,535	127,38	3526,6
	TERRAPLEN	12,725	466,79	8103,6	VEGETAL	3,136	186,45	6586,2
1980	SUELO SEL 1	1,538	30,73	3557,3	TERRAPLEN	20,457	331,82	8435,4
	VEGETAL	3,838	69,74	6656				
2000	SUELO SEL 1	1,543	30,82	3588,1	TERRAPLEN	34,208	546,64	8982,1
	VEGETAL	4,869	87,06	6743				
2020	SUELO SEL 1	1,543	30,87	3619	TERRAPLEN	35,458	696,66	9678,7
	VEGETAL	5,823	106,91	6849,9				
2040	SUELO SEL 1	1,544	30,87	3649,9	TERRAPLEN	21,276	567,34	10246,1
	VEGETAL	4,415	102,38	6952,3				
2060	D TIERRA	0,003	0,03	13005	SUELO SEL 1	1,458	30,02	3679,9
	TERRAPLEN	7,402	286,78	10532,8	VEGETAL	3,853	82,68	7035
2080	D TIERRA	2,566	25,69	13030,7	SUELO SEL 1	1,493	29,51	3709,4
	TERRAPLEN	0,769	81,71	10614,6	VEGETAL	2,407	62,6	7097,6
2100	D TIERRA	2,259	48,25	13078,9	SUELO SEL 1	1,501	29,94	3739,3
	TERRAPLEN	0,607	13,77	10628,3	VEGETAL	2,195	46,02	7143,6
2120	D TIERRA	1,613	38,72	13117,7	SUELO SEL 1	1,501	30,03	3769,3
	TERRAPLEN	0,721	13,28	10641,6	VEGETAL	2,192	43,87	7187,5
2140	D TIERRA	1,536	31,49	13149,2	SUELO SEL 1	1,501	30,03	3799,4
	TERRAPLEN	1,467	21,88	10663,5	VEGETAL	2,101	42,03	7230,4
2160	D TIERRA	2,488	40,24	13189,4	SUELO SEL 1	1,476	29,77	3829,1

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

PERFIL	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.
	TERRAPLEN	0,502	19,69	10683,2	VEGETAL	2,007	41,08	7271,5
2180	D TIERRA	2,889	53,77	13243,2	SUELO SEL 1	1,382	28,58	3857,7
	TERRAPLEN	0,001	5,03	10688,2	VEGETAL	1,881	38,87	7310,4
2200	D TIERRA	3,723	66,13	13309,3	SUELO SEL 1	1,394	27,76	3885,5
	TERRAPLEN	0,001	0,02	10688,2	VEGETAL	1,919	38	7348,4
2220	D TIERRA	6,059	97,83	13407,1	SUELO SEL 1	1,413	28,07	3913,5
	TERRAPLEN	0,001	0,02	10688,2	VEGETAL	1,993	39,12	7387,5
2240	D TIERRA	7,64	136,99	13544,1	SUELO SEL 1	1,485	28,98	3942,5
	TERRAPLEN	0,173	1,74	10690	VEGETAL	2,103	40,96	7428,4
2260	D TIERRA	7,048	146,88	13691	SUELO SEL 1	1,502	29,87	3972,4
	TERRAPLEN	0,392	5,65	10695,6	VEGETAL	2,196	42,99	7471,4
2280	D TIERRA	4,375	114,23	13805,2	SUELO SEL 1	1,501	30,03	4002,4
	TERRAPLEN	0,973	13,65	10709,3	VEGETAL	2,232	44,28	7515,7
2300	D TIERRA	2,803	71,77	13877	SUELO SEL 1	1,502	30,03	4032,4
	TERRAPLEN	1,638	26,12	10735,4	VEGETAL	2,245	44,77	7560,5
2320	D TIERRA	1,756	45,59	13922,6	SUELO SEL 1	1,501	30,03	4062,5
	TERRAPLEN	2,763	44,01	10779,4	VEGETAL	2,256	45,01	7605,5
2340	D TIERRA	1,985	37,41	13960	SUELO SEL 1	1,501	30,02	4092,5
	TERRAPLEN	1,188	39,51	10818,9	VEGETAL	2,056	43,12	7648,6
2360	D TIERRA	1,391	33,76	13993,8	SUELO SEL 1	1,384	28,86	4121,4
	TERRAPLEN	0,077	12,64	10831,6	VEGETAL	1,872	39,28	7687,9
2380	D TIERRA	2,774	41,65	14035,4	SUELO SEL 1	1,467	28,51	4149,9
	TERRAPLEN	0,009	0,86	10832,4	VEGETAL	1,953	38,25	7726,1
2400	D TIERRA	3,932	67,06	14102,5	SUELO SEL 1	1,502	29,68	4179,5
	TERRAPLEN	0,957	9,66	10842,1	VEGETAL	2,304	42,57	7768,7
2420	D TIERRA	1,975	59,06	14161,5	SUELO SEL 1	1,501	30,03	4209,6
	TERRAPLEN	2,191	31,47	10873,6	VEGETAL	2,495	47,99	7816,7
2440	D TIERRA	0,88	28,54	14190,1	SUELO SEL 1	1,501	30,02	4239,6
	TERRAPLEN	3,959	61,5	10935,1	VEGETAL	2,674	51,7	7868,4
2460	D TIERRA	1,816	26,96	14217	SUELO SEL 1	1,499	30	4269,6
	TERRAPLEN	1,972	59,32	10994,4	VEGETAL	2,546	52,21	7920,6
2480	D TIERRA	7,574	93,9	14310,9	SUELO SEL 1	1,414	29,13	4298,7
	TERRAPLEN	0,001	19,74	11014,1	VEGETAL	2,334	48,8	7969,4
2500	D TIERRA	5,942	135,15	14446,1	SUELO SEL 1	4,533	59,47	4358,2
	TERRAPLEN	35,721	357,22	11371,3	VEGETAL	8,686	110,19	8079,6
2520	D TIERRA	3,364	93,06	14539,1	SUELO SEL 1	5,23	97,62	4455,8
	TERRAPLEN	36,227	719,47	12090,8	VEGETAL	8,814	175	8254,6
2540	D TIERRA	12,232	155,96	14695,1	SUELO SEL 1	7,482	127,11	4582,9
	TERRAPLEN	27,987	642,13	12732,9	VEGETAL	10,927	197,41	8452
2560	D TIERRA	26,652	388,83	15083,9	SUELO SEL 1	11,204	186,86	4769,8
	TERRAPLEN	33,915	619,01	13352	VEGETAL	15,283	262,1	8714,1
2580	D TIERRA	0	266,52	15350,4	SUELO SEL 1	4,661	158,65	4928,4
	TERRAPLEN	46,249	801,64	14153,6	VEGETAL	7,642	229,25	8943,3
2595,968	SUELO SEL 1	3,952	68,76	4997,2	TERRAPLEN	61,405	859,52	15013,1
	VEGETAL	7,57	121,45	9064,8				

MATERIAL	VOLUMEN
D TIERRA	15350,4
SUELO SEL 1	4997,2
TERRAPLEN	15013,1
VEGETAL	9064,8

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5.2. EJE 2

PERFIL	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.
20	D TIERRA	27,368	273,68	273,7	SUELO SEL 1	0,622	6,22	6,2
	VEGETAL	2,465	24,65	24,6				
40	D TIERRA	36,813	641,81	915,5	SUELO SEL 1	1,498	21,2	27,4
	VEGETAL	3,902	63,67	88,3				
60	D TIERRA	37,108	739,2	1654,7	SUELO SEL 1	1,498	29,96	57,4
	VEGETAL	3,985	78,87	167,2				
80	D TIERRA	44,381	814,89	2469,6	SUELO SEL 1	1,498	29,96	87,3
	VEGETAL	4,005	79,89	247,1				
100	D TIERRA	39,679	840,6	3310,2	SUELO SEL 1	1,498	29,96	117,3
	VEGETAL	3,376	73,8	320,9				
120	D TIERRA	27,701	673,8	3984	SUELO SEL 1	1,498	29,95	147,3
	VEGETAL	2,836	62,11	383				
140	D TIERRA	34,12	618,21	4602,2	SUELO SEL 1	1,498	29,96	177,2
	VEGETAL	4,002	68,38	451,4				
160	D TIERRA	25,807	599,28	5201,5	SUELO SEL 1	1,498	29,96	207,2
	VEGETAL	4,286	82,88	534,3				
180	D TIERRA	3,336	291,44	5492,9	SUELO SEL 1	1,402	28,99	236,2
	VEGETAL	3,79	80,76	615				
200	D TIERRA	0	33,36	5526,3	SUELO SEL 1	1,584	29,85	266
	TERRAPLEN	19,155	191,56	191,6	VEGETAL	3,888	76,78	691,8
220	SUELO SEL 1	1,584	31,68	297,7	TERRAPLEN	38,191	573,46	765
	VEGETAL	5,005	88,93	780,7				
240	SUELO SEL 1	1,584	31,68	329,4	TERRAPLEN	46,886	850,77	1615,8
	VEGETAL	5,427	104,32	885				
260	SUELO SEL 1	1,584	31,68	361,1	TERRAPLEN	39,063	859,49	2475,3
	VEGETAL	4,936	103,64	988,7				
280	SUELO SEL 1	1,584	31,68	392,7	TERRAPLEN	30,634	696,97	3172,3
	VEGETAL	4,364	93,01	1081,7				
300	SUELO SEL 1	1,58	31,64	424,4	TERRAPLEN	19,172	498,06	3670,3
	VEGETAL	3,616	79,8	1161,5				
320	SUELO SEL 1	1,575	31,55	455,9	TERRAPLEN	9,704	288,76	3959,1
	VEGETAL	2,869	64,85	1226,4				
340	SUELO SEL 1	4,675	62,5	518,4	TERRAPLEN	33,831	435,35	4394,4
	VEGETAL	7,259	101,29	1327,6				
360	D TIERRA	0,365	3,65	5529,9	SUELO SEL 1	5,386	100,6	619
	TERRAPLEN	39,107	729,38	5123,8	VEGETAL	8,415	156,75	1484,4
380	D TIERRA	8,842	92,08	5622	SUELO SEL 1	10,247	156,33	775,4
	TERRAPLEN	43,597	827,04	5950,8	VEGETAL	14,341	227,57	1712
400	D TIERRA	33,024	418,66	6040,7	SUELO SEL 1	11,5	217,47	992,8
	TERRAPLEN	41,866	854,63	6805,5	VEGETAL	15,902	302,44	2014,4
420	D TIERRA	4,099	371,23	6411,9	SUELO SEL 1	4,671	161,71	1154,5
	TERRAPLEN	12,861	547,27	7352,7	VEGETAL	6,816	227,18	2241,6
429,39	D TIERRA	11,725	74,29	6486,2	SUELO SEL 1	4,671	43,86	1198,4
	TERRAPLEN	4,779	82,82	7435,6	VEGETAL	6,396	62,03	2303,6

MATERIAL	VOLUMEN
D TIERRA	6486,2
SUELO SEL 1	1198,4
TERRAPLEN	7435,6
VEGETAL	2303,6

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5.3. EJE 3

PERFIL	MATERIAL A	REA PERFIL V	OL. PARCIAL V	OL. ACUMUL.	MATERIAL A	REA PERFIL V	OL. PARCIAL V	OL. ACUMUL.
5	D TIERRA	1,443	3,61	3,6	SUELO SEL 1	2,116	5,29	5,3
	VEGETAL	2,55	6,37	6,4				
10	D TIERRA	2,413	9,64	13,2	SUELO SEL 1	2,12	10,59	15,9
	VEGETAL	2,674	13,06	19,4				
15	D TIERRA	0,084	6,24	19,5	SUELO SEL 1	1,938	10,15	26
	TERRAPLEN	0,23	0,57	0,6	VEGETAL	2,337	12,53	32
20	D TIERRA	0	0,21	19,7	SUELO SEL 1	2,079	10,04	36,1
	TERRAPLEN	1,777	5,02	5,6	VEGETAL	2,556	12,23	44,2
25	SUELO SEL 1	1,965	10,11	46,2	TERRAPLEN	2,749	11,31	16,9
	VEGETAL	2,579	12,84	57				
30	D TIERRA	0,127	0,32	20	SUELO SEL 1	1,88	9,61	55,8
	TERRAPLEN	1,087	9,59	26,5	VEGETAL	2,36	12,35	69,4
35	D TIERRA	0,538	1,66	21,7	SUELO SEL 1	1,807	9,22	65
	TERRAPLEN	0,083	2,93	29,4	VEGETAL	2,183	11,36	80,7
40	D TIERRA	1,794	5,83	27,5	SUELO SEL 1	1,869	9,19	74,2
	TERRAPLEN	0,001	0,21	29,6	VEGETAL	2,352	11,34	92,1
45	D TIERRA	1,387	7,95	35,5	SUELO SEL 1	1,867	9,34	83,5
	TERRAPLEN	0,001	0,01	29,6	VEGETAL	2,35	11,76	103,8
50	D TIERRA	1,866	8,13	43,6	SUELO SEL 1	1,893	9,4	92,9
	TERRAPLEN	0,006	0,02	29,7	VEGETAL	2,397	11,87	115,7
50,073	D TIERRA	1,872	0,14	43,7	SUELO SEL 1	1,894	0,14	93,1
	TERRAPLEN	0,005	0	29,7	VEGETAL	2,397	0,17	115,9

MATERIAL	VOLUMEN
D TIERRA	43,7
SUELO SEL 1	93,1
TERRAPLEN	29,7
VEGETAL	115,9

5.4. EJE 4

PERFIL	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.	MATERIAL	AREA PERFIL	VOL. PARCIAL	VOL. ACUMUL.
2,5	D TIERRA	0,984	0	0	SUELO SEL 1	5,905	0	0
	TERRAPLEN	1,663	0	0	VEGETAL	7,355	0	0
5	D TIERRA	1,675	3,32	3,3	SUELO SEL 1	3,951	12,32	12,3
	TERRAPLEN	0,113	2,22	2,2	VEGETAL	4,871	15,28	15,3
10	D TIERRA	3,33	12,51	15,8	SUELO SEL 1	2,192	15,36	27,7
	TERRAPLEN	0	0,28	2,5	VEGETAL	2,757	19,07	34,4
15	D TIERRA	0,527	9,64	25,5	SUELO SEL 1	1,2	8,48	36,2
	TERRAPLEN	0,002	0	2,5	VEGETAL	1,482	10,6	44,9

MATERIAL	VOLUMEN
D TIERRA	25,5
SUELO SEL 1	36,2
TERRAPLEN	2,5
VEGETAL	44,9

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

ANEXO V.

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Parque Eólico Carrugueiro

(Concejos de Boal y Castropol – Asturias)

Expediente: P.E. 159

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

HISTÓRICO

FECHA	REV.	COMENTARIOS	AUTORES		
			ELABORADO	REVISADO	APROBADO
10/21	00	Creación del Documento	AFF	SVF	SRF

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ÍNDICE

1. RED DE MEDIA TENSIÓN 4

1.1. INTERCONEXIÓN ENTRE AEROGENERADORES 4

1.2. CABLEADO DE POTENCIA, SEÑAL Y RED DE TIERRAS ENTRE AEROGENERADORES 5

1.2.1. Potencia 5

1.2.2. Fibra Óptica 5

1.2.3. Red de Tierras 6

2. CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA 7

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ZANJA 7

2.2. ARQUETAS 10

2.3. HITOS DE SEÑALIZACIÓN 11

2.4. PUESTA EN MARCHA 11

2.5. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS 12

2.5.1. Cruzamientos 12

2.5.2. Proximidades y Paralelismos 13

3. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS 14

4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS 15

4.1. DATOS DE PARTIDA 15

4.1.1. Temperatura Máxima Admisible 15

4.1.2. Temperatura del Terreno 15

4.1.3. Resistividad Térmica del Terreno 16

4.1.4. Disposición de los Conductores 16

4.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE 18

4.3. CAÍDA DE TENSIÓN 18

4.4. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO 19

4.5. PÉRDIDA DE POTENCIA 20

4.6. PROTECCIONES 20

4.7. RESUMEN CÁLCULOS ELÉCTRICOS 22

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

1. RED DE MEDIA TENSIÓN

Los aerogeneradores que constituirán el Parque Eólico generan energía a baja tensión y se transforma en 30 kV gracias a los transformadores instalados en el interior de los propios aerogeneradores. Los aerogeneradores se agruparán constituyendo circuitos mediante celdas de conexión instaladas en el interior de las torres de los aerogeneradores. Desde los aerogeneradores partirán los circuitos en 30 kV en líneas subterráneas que se conectarán a la sala de 30 kV en la subestación.

Con vistas a minimizar el impacto medioambiental, la zanja se ha proyectado de forma que discurra, en la medida de lo posible, paralela al vial interno del propio Parque, a los viales ya existentes y a las zanjas de canalización eléctrica existentes.

Según la ITC-LAT-06, la red proyectada es de Categoría A. Dados los niveles de tensión a la salida de los aerogeneradores, los conductores y los accesorios utilizados deben poseer unas características mínimas. Estas características se resumen a continuación:

NIVELES DE TENSIÓN - RED MEDIA TENSIÓN	
Tensión Nominal	30 kV
Tensión Más Elevada	36 kV
Tensión a Impulso Tipo Rayo	145 kV
U_o/U o U_o	18/30 kV

Tabla 1. Valores de tensión normalizados para la red de evacuación de los aerogeneradores.

1.1. INTERCONEXIÓN ENTRE AEROGENERADORES

Los aerogeneradores se conectarán entre sí formando diferentes circuitos que acabarán en el Edificio de Control del Parque Eólico situado en la subestación estará constituida por los siguientes tramos independientes que se describen a continuación:

ORIGEN	DESTINO	LONGITUD [m]
CAR-03	CAR-02	484
CAR-02	CAR-01	386
CAR-01	SET	7.146

Tabla 2. Descripción de los tramos independientes que constituyen la red de evacuación del parque eólico.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1.2. Cableado de Potencia, Señal y Red de Tierras entre Aerogeneradores

1.2.1. Potencia

Para interconectar los aerogeneradores entre sí, se necesita emplear cableado de potencia que será del tipo XLPE.

Los cables XLPE son cables aislados con polietileno reticulado. Se trata de un cable de características muy notables, tanto de pérdidas en el dieléctrico, resistividad térmica y eléctrica como rigidez dieléctrica. La aparición de arborescencias en presencia de humedad obliga a utilizar diseños de cables con protecciones adicionales frente al agua,

A continuación, se detalla las características particulares del tipo de cable escogido:

	1x150 mm²	1x240 mm²	1x400 mm²
Tipo	Unipolar 18/30 kV	Unipolar 18/30 kV	Unipolar 18/30 kV
Diámetro Externo	36,2 mm	40,3 mm	45,3 mm
Peso	1330 kg/km	1720 kg/km	2290 kg/km
Resistencia (20ºC)	0.206 Ω/km	0.125 Ω/km	0.078 Ω/km
Reactancia (20ºC)	0.123 Ω/km	0.116 Ω/km	0.107 Ω/km
Intensidad Máxima Admisible (Dir. Enterrado)	260 A	345 A	445 A

Tabla 3. Características principales de los diferentes conductores planteados para utilizar en la red de media tensión.

1.2.2. Fibra Óptica

El cable de fibra óptica para telemando y control será del tipo monomodo de doce fibras (el número final de fibras puede variar en función de las necesidades del fabricante del aerogenerador) y unirá los autómatas de control de cada aerogenerador y de la torre meteorológica de Parque, con el sistema de control central instalado en el edificio de control.

Las fibras ópticas serán de sílice y presentarán las siguientes características:

	Fibra Óptica
Tipo	Monomodo
Especificación Fibra	9/125 µm
Construcción	Holgada
Número de Fibras	24

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

	Fibra Óptica
Cubierta Interna	Polietileno
Armadura	Acero Corrugado
Cubierta Externa	Polietileno

Tabla 4. Principales características del cable de fibra óptica.

1.2.3. Red de Tierras

A fin de disponer de una red equipotencial y de protección contra sobretensiones, se tenderá un cable de cobre desnudo de 95 mm^2 de sección, que discurrirá a lo largo de todas las zanjas abiertas, y a la que deberá conectarse la red de tierra del aerogenerador. Este cable se dispondrá en el fondo de la zanja, lo más separado posible de los cables de tensión.

Todas las uniones realizadas en la red de puesta a tierra se llevarán a cabo mediante soldaduras aluminotérmicas. Estas soldaduras especiales de alto punto de fusión presentan un buen comportamiento ante descargas atmosféricas a altas frecuencias.

A esta red de puesta a tierra se debe conectar la torre meteorológica del parque, mediante un cable de las mismas características.

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra, por lo menos en una de sus cajas terminales extremas.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2. CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

Las líneas subterráneas que componen la red de media tensión se tenderán sobre canalizaciones subterráneas. Estas zanjas se han diseñado atendiendo a los radios de curvatura mínimos de los cables e intentando reducir al mínimo el impacto ambiental.

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ZANJA

La zanja de cableado se diseña en función de los requerimientos de la ITC-LAT 06, según la cual:

- *La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 en calzada.*
- *La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos, como ocurrirá en el caso que nos ocupa.*
- *Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena dulce procedente de cantera o material de características equivalentes de espesor mínimo 75 mm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 75 mm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena dulce procedente de cantera o material con características equivalentes.*
- *Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de AT. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.*

Las zanjas tipo diseñadas serán de una profundidad de 1 m en el lateral del vial o 1,3 m en terrenos de cultivo y una anchura variable entre 0,25 m y 0,56 m. Para doble circuito la separación entre conductores es de 0,4 m, tal y como se muestra en las siguientes imágenes:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

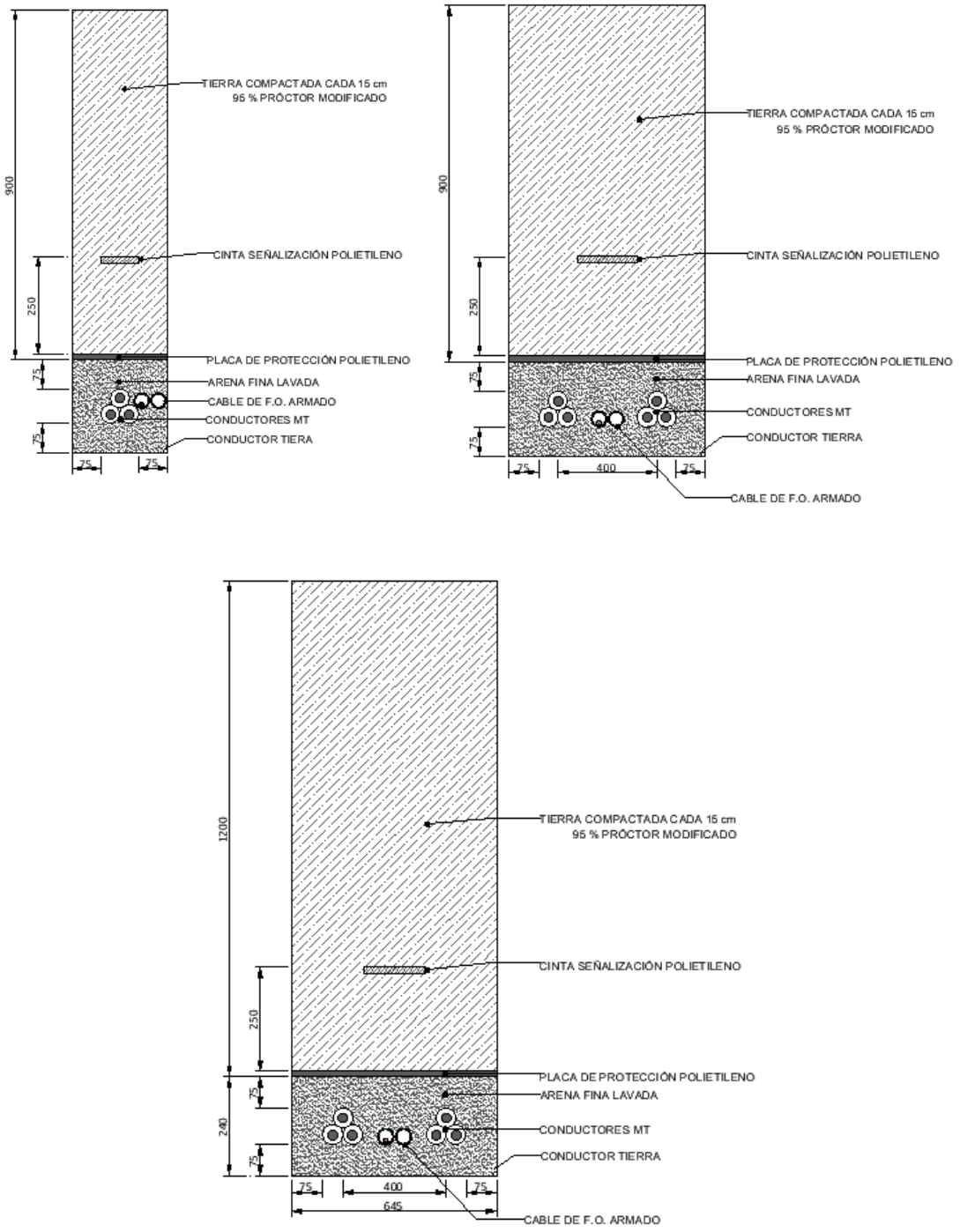


Imagen 1. Esquema detallado de las zanjas tipo diseñadas para la red de media tensión.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. El cable de cobre desnudo que unirá todas las tierras de los aerogeneradores irá colocado en el fondo de la zanja a una profundidad de 1,15 m por el lateral del vial y de 1,45 por terrenos de cultivo. Por encima de éste se tenderá una capa de 75 mm de arena dulce procedente de cantera, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. El tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Sobre esta primera capa se depositará la terna de cables de media tensión a instalar y los tubos PE-AD donde irá la fibra óptica.Por encima otra capa de arena de las mismas características. A continuación, se colocará una placa de protección mecánica con la indicación de riesgo eléctrico que cubra el ancho total de las zanjas. Posteriormente, se depositará una capa de material de relleno seleccionado procedente de la excavación o de tierra de préstamo de arena todo-uno o zahorras, de 100 mm de espesor y apisonada mediante medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa se colocará, a lo largo de todo el recorrido de la zanja, una señalización de cinta de polietileno, que advierta de la existencia de cables eléctricos de Alta Tensión por debajo de ella, según normativa RU0206. Por último, se depositará una capa de tierra idéntica a la descrita anteriormente para finalizar el relleno de la zanja.

En aquellos puntos en que la zanja discurra bajo el vial del Parque se cumplirán las especificaciones fijadas en la ITC-LAT 06, por lo que los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m. El cruce se hará lo más perpendicular posible al eje del vial.

La zanja del Parque Eólico se cruzará con el vial interno del mismo (ver documento Planos del presente Proyecto); albergando circuito doble y simple. En este caso la zanja será de 1,2 m de profundidad y un ancho variable entre 0,32 o 0,57 m dependiendo de las ternas a enterrar siguiendo la estructura que se indica en la siguiente imagen:

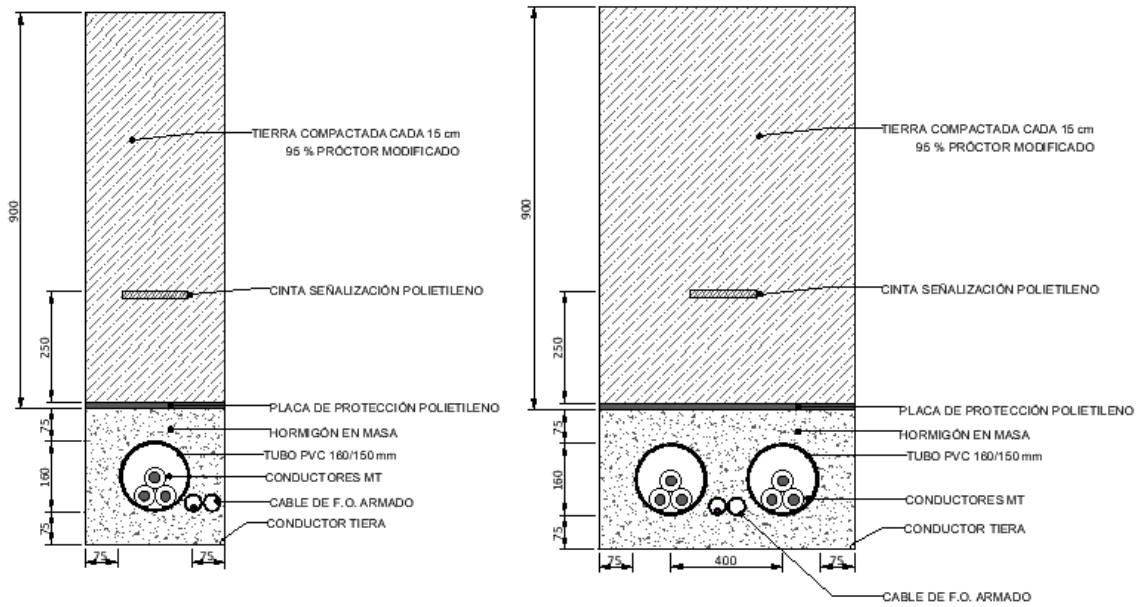


Imagen 2. Esquema detallado de las zanjas en cruzamiento con viales.

El cable de cobre que unirá todas las tierras de los aerogeneradores y del edificio de control, irá colocado en el fondo de la zanja. Por encima de este se tenderá una primera capa de 75 mm de hormigón HM-20.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

A continuación, se tenderán los dos tubos de PE-AD, corrugado en su cara externa y liso en su cara interna (D = 160 mm), uno por cada terna de cables de media tensión y se colocará el bitubo PE-AD, corrugado en su cara externa y liso en su cara interna (D = 50 mm), que protege la fibra óptica de comunicaciones. Por encima se aplicarán otros 75 mm del mismo hormigón.

La siguiente capa consistirá en tierra de excavación compactada cada 15 cm 95% Próctor modificado. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Embebida en esta capa se colocarán las cintas de polietileno que advierten de la existencia de cables eléctricos de Alta Tensión por debajo de ella, según recomendación UNESA RU0205. Finalmente, los últimos 150 mm de la zanja estarán constituidos por la reposición del firme del vial.

2.2. ARQUETAS

Los puntos más sensibles de la red de media tensión son los empalmes de los conductores de potencia. Por ello, se procurará minimizar el número de empalmes a lo largo del trazado. Sin embargo, en aquellos casos en los que sea imprescindible, los empalmes irán bajo una arqueta para tener un acceso fácil a los mismos.

Estas arquetas serán de obra de fábrica de tapa de hormigón de dimensiones de 1,0 x 1,0 m para permitir el trabajo de un operario con comodidad. Por encima de ellas, para evitar posibles actos de vandalismo, se tenderá una capa de tierra vegetal. A continuación, se muestra un esquema de diseño de la arqueta a colocar:

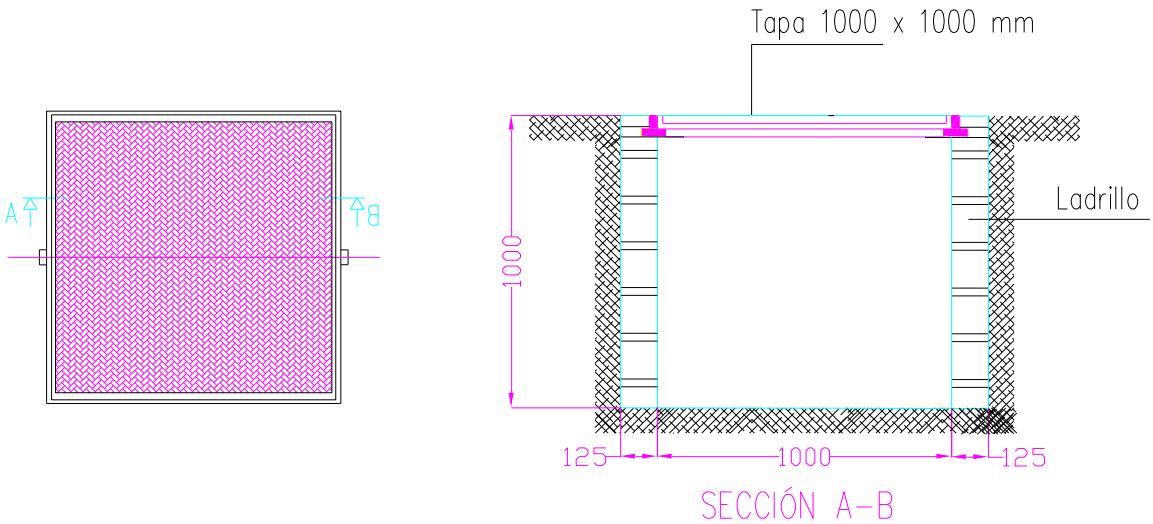


Imagen 3. Esquema detallado de las arquetas de los conductores de potencia.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

Al igual que los conductores de potencia, también se evitará en la medida de lo posible los empalmes en el cable de fibra óptica, realizándose bajo arqueta en aquellos casos en que sea imprescindible su existencia.

Las arquetas en este caso también serán de obra de fábrica, pero de tapa de fundición de dimensiones 0,5 x 0,5 m, y para evitar posibles casos de vandalismo se verterá sobre ellas una capa de tierra vegetal.

En aquellos puntos donde sea necesaria la realización de empalmes se dejarán cocas de cable de 2 m para posibles incidencias. En la llegada al aerogenerador también se colocará la coca de cable necesaria para su conexionado en los pasatapas de las celdas, el resto de coca se depositará en el foso del aerogenerador.

2.3. HITOS DE SEÑALIZACIÓN

Se colocarán mojones de hormigón a lo largo de toda la zanja, con una separación de 50 m. Estos estarán pintados de un color llamativo en su parte superior y sobresaldrán 20 cm del terreno. En la siguiente imagen se muestra un detalle de estos elementos:

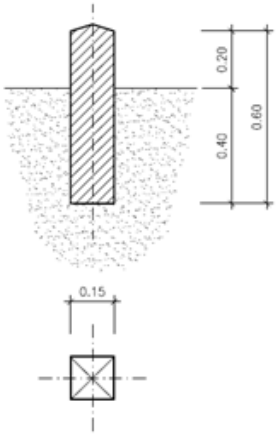


Imagen 4. Esquema detallado de los mojones de hormigón instalados.

A lo largo de la zanja se señalizarán los puntos en los que se produzca el empalme de cables (lo que implicara la existencia de la correspondiente arqueta), mediante la colocación en ese punto de un hito de señalización pintado de un color diferente al resto. También se señalizarán con hitos los cambios de dirección de la zanja.

2.4. PUESTA EN MARCHA

Una vez que la instalación se concluya, se comprobará que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados a tal efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

2.5. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, *para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.*

La zanja proyectada sufre cruzamientos con el vial interno del Parque. Adicionalmente, en parte de su recorrido existen paralelismos tanto con el vial interno del Parque como con las plataformas de montaje de los aerogeneradores. A continuación, se pasa a detallar estas situaciones:

2.5.1. Cruzamientos

La zanja proyectada sufre varios cruzamientos que se describen a continuación:

CRUCE	ELEMENTO	COORDENADAS UTM (ETRS-89; HUSO 29)		DESCRIPCIÓN
		X (m)	Y (m)	
1	Vial del parque	672.930,27	4.809.356,38	CRUCE LSMT CON EJE Nº 4 P.K. 0+005
2	Vial del parque	673.799,94	4.809.274,74	CRUCE LSMT CON EJE Nº 1 P.K. 1+121
3	Vial del parque	673.900,94	4.809.233,62	CRUCE LSMT CON EJE Nº 1 P.K. 1+230
4	Vial del parque	673.469,05	4.808.934,47	CRUCE LSMT CON EJE Nº 2 P.K. 0+143

Tabla 5. Descripción de los cruzamientos existentes en el Parque Eólico.

Los cruces con viales y caminos se harán perpendiculares al eje del vial. En estos casos los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud; cumpliéndose que la profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

Durante la realización de las obras queda terminantemente prohibida la circulación indiscriminada de vehículos, así como el acopio de material sobre las instalaciones.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m.

2.5.2. Proximidades y Paralelismos

Con vistas a minimizar el impacto medioambiental, la zanja se ha proyectado de forma que discurra, en la medida de lo posible, paralela al vial interno del propio Parque. Adicionalmente en algún tramo de su recorrido la zanja presenta paralelismo las plataformas de montaje de los aerogeneradores.

Al igual que en los cruzamientos, se siguen las indicaciones establecidas en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, *[…] para las líneas subterráneas la distancia horizontal mínima que ha de mantener la zanja proyectada con el vial interno o la plataforma de montaje será de 0,3 m.*

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

3. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

La zanja, tendrá fijada una banda de servidumbre de 3 m de ancho para la red interna del parque y de 6 m para la línea de evacuación.

La Relación de Bienes y Derechos Afectados se incluye como Anexo al presente Proyecto.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

En esta sección se establecen los criterios y requisitos técnicos mínimos para el dimensionamiento de los conductores de potencia de la red de media tensión. Estos conductores son los que se mencionaron en la Tabla 2.

Para determinar la sección de los conductores a emplear se han de considerar, fundamentalmente, los siguientes tres factores:

- Intensidad máxima admisible por el conductor en servicio permanente.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado.
- Pérdida de potencia.

4.1. DATOS DE PARTIDA

4.1.1. Temperatura Máxima Admisible

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar, sin alteraciones de sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

El cable escogido en este caso presenta un aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE), por lo que la temperatura máxima admisible será:

- En servicio permanente (θ_s) = 90ºC
- En cortocircuito (t ≤ 5 s) (θ_{cc}) = 250ºC

4.1.2. Temperatura del Terreno

En este caso se ha optado permanecer del lado de la seguridad y considerar una temperatura del terreno de 20ºC.

El factor de corrección se obtiene con la siguiente ecuación recogida en el RLAT:

$$f_{temp} = \sqrt{\frac{T_{max\ cable} - T_{amb}}{T_{max\ cable} - 25ºC}}$$

Por lo que, en lo que se refiere a la temperatura del terreno, el factor de corrección que se aplica a la Intensidad Máxima admisible es de 1,04.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.1.3. Resistividad Térmica del Terreno

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno esté más seco. En el presente caso se ha optado por permanecer del lado de la seguridad, por lo que se considera una resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W.

Para cable unipolar directamente enterrado (D2), el factor de corrección contemplado en el RLAT es el siguiente:

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRERNO (K·m/W)							
S (mm²)	**0,8**	**0,9**	**1**	**1,5**	**2**	**2,5**	**3**
25	1,25	1,2	1,16	1	0,89	0,81	0,75
35	1,25	1,21	1,16	1	0,89	0,81	0,75
50	1,26	1,21	1,16	1	0,89	0,81	0,74
70	1,27	1,22	1,17	1	0,89	0,81	0,74
95	1,28	1,22	1,18	1	0,89	0,8	0,74
120	1,28	1,22	1,18	1	0,88	0,8	0,74
150	1,28	1,23	1,18	1	0,88	0,8	0,74
185	1,29	1,23	1,18	1	0,88	0,8	0,74
240	1,29	1,23	1,18	1	0,88	0,8	0,73
300	1,3	1,24	1,19	1	0,88	0,8	0,73
400	1,3	1,24	1,19	1	0,88	0,79	0,73
500	1,3	1,24	1,19	1	0,88	0,79	0,73
630	1,3	1,24	1,19	1	0,88	0,79	0,73

Tabla 6. Factores de corrección por resistividad térmica para conductores unipolares directamente enterrados.

Por lo que, en lo que se refiere a la resistividad del terreno, el factor de corrección que se aplica a la Intensidad Máxima admisible es de 1,00.

4.1.4. Disposición de los Conductores

Los factores de corrección por profundidad de instalación para conductores unipolares directamente enterrados se calculan con la siguiente tabla del RLAT:

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA PROFUNDIDADES				
Prof. [m]	**Enterrados Bajo Tubo D1**		**Enterrados D2**	
	≤185 mm²	**>185 mm²**	**≤185 mm²**	**>185 mm²**
0,5	1,06	1,08	1,06	1,09
0,6	1,04	1,06	1,04	1,07
0,8	1,02	1,03	1,02	1,03
1	1	1	1	1
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,5	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,95	0,96	0,94

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA PROFUNDIDADES				
Prof. [m]	**Enterrados Bajo Tubo D1**		**Enterrados D2**	
	≤185 mm²	**>185 mm²**	**≤185 mm²**	**>185 mm²**
2	0,95	0,94	0,95	0,93
2,5	0,93	0,92	0,93	0,91
3	0,92	0,91	0,92	0,89

Tabla 7. Factores de corrección por profundidad de instalación para conductores unipolares.

Los factores de corrección por agrupación para conductores unipolares directamente enterrados se calculan, en función de la separación, con la siguiente tabla del RLAT:

FACTOR DE CORRECCIÓN POR DISTANCIA ENTRE TERNOS O CABLES TRIPOLARES										
Tipo de Instalación	**Separación de ternos**	**Número de ternos de la zanja**								
		2	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
D2	d=0	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
D2	d=0,2	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
D2	d=0,4	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
D2	d=0,6	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
D2	d=0,8	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-

Tabla 8. Factores de corrección por agrupación en función de la distancia entre ternos para conductores unipolares directamente enterrados.

La zanja proyectada presentará, a lo largo de su recorrido, los siguientes tipos de disposiciones, en función de las distintas necesidades:

- Una terna de cables unipolares directamente enterrada en zanja a 1 m de profundidad - En este caso el factor de corrección es 1.
- Dos ternas de cables unipolares directamente enterrada en zanja a 1 m de profundidad separados 0,4 metros - En este caso el factor de corrección es 0,86.
- Una terna de cables en el interior de tubos enterrados a 1 m de profundidad (en los cruzamientos con vial del Parque y otras carreteras) – En este caso el factor de corrección es 1.
- Dos ternas de cables en el interior de tubos enterrados a 1 m de profundidad en contacto (en los cruzamientos con vial del Parque y otras carreteras) – En este caso el factor de corrección es 0,80.

Adicionalmente, se contempla compartir zanja con parques eólicos de otros promotores, concretamente P.E. Brañadesella. Se consideran tres circuitos provenientes de dicho parque, que, unidos a un circuito doble de P.E. Carrugueiro, se tendrá la siguiente disposición:

- Cinco ternas de cables en el interior de tubos enterrados a 1 m de profundidad (en los cruzamientos con vial del Parque y otras carreteras) – En este caso el factor de corrección es 0,77.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

- Cinco ternas de cables en el interior de tubos enterrados a 1 m de profundidad en contacto (en los cruzamientos con vial del Parque y otras carreteras) – En este caso el factor de corrección es 0,75.

4.2. Intensidad Máxima Admisible en Régimen Permanente

La intensidad máxima admisible en régimen permanente está especificada en el reglamento (RLAT) para unas condiciones estándar. Sin embargo, las condiciones en las que trabajarán los conductores pueden variar respecto a ese estándar. Por tanto, se aplican unos factores de corrección que se calculan siguiendo la ITC-LAT-06. Esta intensidad máxima admisible de los conductores debe ser siempre superior a la intensidad nominal que va a circular por los mismos.

La intensidad nominal se calcula con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

- I = Intensidad nominal en A.
- P = Potencia en kVA.
- U = Tensión de línea en kV

La sección del cable se calcula a partir de los factores de corrección y la intensidad máxima admisible estándar de forma que se cumpla lo siguiente:

$$I_n \cdot F_t \cdot F_r \cdot F_d \cdot F_p > I$$

Donde:

- I_n = Intensidad máxima admisible del conductor en condiciones estándar.
- F_t = Factor de corrección por temperatura.
- F_r = Factor de corrección por resistividad térmica del terreno.
- F_d = Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares.
- F_p = Factor de corrección por profundidad de instalación.
- I = Intensidad nominal de la línea.

4.3. Caída de Tensión

La caída de tensión se calcula partiendo de la suposición de tener el conductor a máxima solicitación térmica. Como criterio, se considera una caída máxima del 4% a lo largo de las líneas que componen la red de media tensión. Para calcular la caída de tensión de cada uno de los conductores se aplica la siguiente expresión:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

$$e = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot [R_L \cdot \cos(\varphi) + X_L \cdot \mathrm{sen}(\varphi)]$$

Donde:

- e = Caída de tensión en V.
- L = Longitud en km.
- I = Intensidad en A.
- R_L = Resistencia de la línea en Ω/km.
- X_L = Reactancia de la línea en Ω/km.

Sin embargo, el valor de la resistencia de la línea varía según la temperatura, que a su vez depende de la intensidad que circula por el conductor. Para realizar correctamente el cálculo, se recalcula la resistencia mediante la siguiente ecuación:

$$R_T = R_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

Donde:

- R_T = Resistencia del conductor en Ω/km a la temperatura T.
- R_{20} = Resistencia del conductor a 20ºC en Ω/km.
- α= Coeficiente de variación de resistencia especifica por temperatura del conductor en $ºC^{-1}$.
- T = Temperatura real del conductor en ºC.

Para aplicar esta fórmula, es necesario conocer la temperatura real del conductor. Para ello, se aplica esta expresión:

$$T = T_{amb} + (T_{max} - T_{amb}) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2$$

Donde:

- T = Temperatura del conductor en ºC.
- T_{amb} = Temperatura ambiente/ terreno en ºC.
- T_{max} = Temperatura máxima que puede soportar el conductor en ºC.
- I = Intensidad que circula por el conductor en A.
- I_{max} = Intensidad máxima admisible para el conductor en A.

4.4. Intensidad Máxima Admisible en Cortocircuito

Para conocer la intensidad máxima de cortocircuito que soporta el conductor en las condiciones que se han establecido tanto de instalación como de temperaturas, se debe aplicar la siguiente expresión:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}} \cdot \sqrt{\frac{\ln\left(\frac{T_{cc}+\beta}{T_i+\beta}\right)}{\ln\left(\frac{T_{cc}+\beta}{T_S+\beta}\right)}}$$

Donde:

- I_{CC} = Intensidad de cortocircuito en A.
- S = Sección del conductor en mm^2.
- k = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.
- t_{cc} = Duración del cortocircuito en s.
- T_{CC} = Máxima temperatura de cortocircuito admisible en ºC.
- T_i =Temperatura del conductor en régimen permanente. Es la temperatura a la que se inicia el cortocircuito en ºC.
- T_S = Temperatura máxima del conductor en régimen permanente en ºC.
- β = Coeficiente adimensional (235 para cobre y 228 para aluminio).

4.5. PÉRDIDA DE POTENCIA

La pérdida de potencia de cada uno de los tramos que componen la red de media tensión se limita al 4%. Para ello, se aplica la siguiente expresión:

$$\Delta P[\%] = \frac{\Delta P[W]}{P} = 3 \cdot L \cdot I^2 \cdot R_T$$

Donde:

- ΔP[%] = Pérdida de potencia en porcentaje.
- ΔP[W] = Pérdida de potencia en W.
- P= Potencia nominal evacuada por la línea en VA.
- L = Longitud en km.
- I = Intensidad en A.
- R_T = Resistencia de la línea en Ω/km.

La resistencia de la línea se calcula para la temperatura de funcionamiento, al igual que en el estudio de caída de tensión.

4.6. PROTECCIONES

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

En general, no es obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas. No obstante, es necesario controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo. De esta forma, se asegura que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

4.7. Resumen Cálculos Eléctricos

INFORMACIÓN GENERAL										CONDUCTOR FASE							PROT.	PÉRDIDAS				
CIRCUITO	ORIGEN	DESTINO	POTENCIA TOTAL (MVA)	TENSIÓN (kV)	LONG. (km)	COS ϕ	RESIST. (Ω/km)	REACT. (Ω/km)	**INTENS. (A)**	TIPO	Tª MÁX. RÉG. PERM. (ºC)	Tº OP. (ºC)	SECCIÓN (mm2)	CONDUCT. POR LÍNEA	**INT. MÁX. ADM. (A)**	**INT. MÁX. CC (kA)**	**CALIBRE (A)**	ΔV (V)	**ΔV (%)**	**ΔV (%) CIRCUITO**	ΔP (kW)	**ΔP (%)**
C1	CAR-03	CAR-02	5,30	30,00	0,484	0,95	0,2060	0,1230	**107,37**	Al XLPE	90	31,08	150	1	**269,81**	**24,44**	**125**	21,06	**0,07%**	**0,07%**	183,60	**1,15%**
C1	CAR-02	CAR-01	10,60	30,00	0,386	0,95	0,1250	0,1160	**214,73**	Al XLPE	90	45,18	240	1	**358,02**	**37,38**	**250**	22,24	**0,07%**	**0,14%**		
C1	CAR-01	SET	15,90	30,00	7,146	0,95	0,0780	0,1070	**322,10**	Al XLPE	90	36,42	400	2	**664,99**	**64,09**	**400**	428,59	**1,43%**	**1,57%**		

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ANEXO VI.

ESTUDIO GEOTÉCNICO

Parque Eólico Carrugueiro

(Concejos de Boal y Castropol – Asturias)

Expediente: P.E. 159

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

HISTÓRICO

FECHA	REV.	COMENTARIOS	AUTORES		
			ELABORADO	REVISADO	APROBADO
10/21	00	Creación del Documento	AFF	SVF	SRF

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 5

2. OBJETO 5

3. SITUACIÓN 7

4. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL SUBSTRATO 8

4.1. ESTRATIGRAFÍA 9

4.1.1. Pizarras de Luarca 9

4.1.2. Granito de Boal 9

4.2. ACTIVIDAD SÍSMICA 10

4.3. GEOMORFOLOGÍA Y RELIEVE 11

4.4. HIDROGEOLOGÍA 12

5. PROSPECCIONES REALIZADAS 13

5.1. CALICATAS 13

5.1.1. Calicata 1 13

5.1.2. Calicata 2 14

5.1.3. Calicata 3 14

5.1.4. Calicata 4 14

5.1.5. Calicata 5 15

5.1.6. Calicata 6 15

5.2. ENSAYOS DE LABORATORIO 16

5.3. ENSAYOS "IN SITU" CON ESCLERÓMETRO 17

6. CAPACIDAD PORTANTE EN ROCA 19

6.1. CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE A PARTIR DE COMPRESIÓN SIMPLE, RQD, DIACLASADO Y GRADO DE ALTERACIÓN 19

6.1.1. Influencia del Tipo de Roca 20

6.1.2. Influencia del Grado de Meteorización 21

6.1.3. Influencia del Espaciamiento del Diaclasado 21

6.1.4. Cálculo de Presión Admisible sobre la Roca 22

7. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN Y CARGAS ADMISIBLES 23

VISADO ELECTRÓNICO COLEGIADO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

7.1. ASIENTOS 26
7.1.1. Asientos en Pizarras de Luarca 26
7.2. CARGAS DE TRABAJO 26
8. RECORRIDO DE LA TRAZA DEL VIAL 27
9. CONDICIONES DE EXCAVABILIDAD 29
10. RESISTIVIDAD DEL TERRENO: SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL 29
10.1. METODOLOGÍA 29
10.1.1. Equipo Utilizado 30
10.1.2. Reglamentación seguida en la realización de los ensayos geoeléctricos 30
10.2. RESULTADOS 32
10.2.1. S.E.V. 1 – Datos de Campo 33
10.3. CONCLUSIONES 34
11. UTILIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE EXCAVACIÓN EN VIALES Y PLATAFORMAS 35
11.1. CALIDAD DE LA EXPLANADA 36
11.2. NIVEL DE TRÁFICO ESPERADO 36
11.3. MATERIALES A UTILIZAR EN EXPLANADA Y CLASIFICACIÓN DE LA EXPLANADA 38
11.4. EJECUCIÓN DE LA EXPLANADA 40
11.4.1. Explanada en Desmonte 41
11.4.2. Explanada en Terraplén. Pedraplén 41
11.5. CONTROL EN OBRA DE MATERIALES 42
11.5.1. Rellenos para la Ejecución del Vial y Plataformas 42
11.5.2. Rellenos de Explanada Procedentes de Desmonte 42
11.5.3. Hormigones y Aceros 42
12. SISTEMAS DE DRENAJE 43
13. MÓDULOS DE BALASTO 45
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 47

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe se redactó, para el proyecto original, a petición de la empresa PROCINSA –Promociones e Inversiones S.A., para la realización del estudio geotécnico correspondiente al parque eólico en el Pico Carrugueiro en el concejo de Boal – Asturias.

En total se proyecta instalar 3 aerogeneradores. El parque eólico se distribuye aproximadamente por el sector SW de la cresta de la sierra y en un tramo de la misma que comprendería desde Peña Redonda hasta Pico Lloural o Carrugueiro.

2. OBJETO

El estudio tiene por objeto definir las características geomecánicas de los materiales de la zona, a efectos de establecer las condiciones de cimentación de los aerogeneradores, la excavabilidad del terreno, estabilidad de las excavaciones a realizar y aptitud de los materiales de excavación para su utilización en las explanadas de las pistas.

La situación de los reconocimientos de campo realizados en la investigación puede verse en los planos adjuntos (planos 2 y 3), suministrada por el peticionario. En el momento de las investigaciones se optó por la realización de 6 calicatas mecánicas dispuestas según lo indicado en el plano 2, para de este modo obtener muestras que nos permitan conocer las condiciones geomecánicas del terreno a lo largo de la sierra:

- Seis calicatas (C-1 a C-6), de entre 0,70 m y 2,30 m de profundidad. En todos los casos, la profundidad de la excavación estuvo condicionada por la dureza del substrato.

Durante la realización de las calicatas no se produjeron inestabilidades en las paredes de las excavaciones, ni se presentó entrada de agua en ninguna de ellas.

En el momento de la apertura se han tomado muestras en bolsa del material tanto alteradas (material disgregado). Sobre ellas, en el laboratorio, se han realizado ensayos de identificación (densidad aparente, límites de Atterberg "in situ", contenido en sulfatos, Proctor modificado y CBR), ensayos de corte directo no consolidado y no drenado y ensayos "in situ" de penetrómetro de mano (escisiómetro) para medir la resistencia a compresión simple mediante penetrómetro de mano y la resistencia al corte sin drenaje mediante el empleo de Vane test. Los trabajos de laboratorio de análisis y caracterización de los materiales procedentes de la toma de muestras durante la campaña de reconocimiento se han llevado a cabo en el laboratorio O.T.Q. (Organización Técnica de Control de Calidad S.A.), acreditado entre otras, en el área de mecánica del suelo.

Los registros de las calicatas, junto con los resultados de los ensayos mencionados, se acompañan en forma de anexo 3.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Se ha contado, además, con la siguiente información:

- Mapa Geológico de España a escala 1/50.000, editado por el I.G.M.E, Hoja nº 26: Boal y Hoja nº 25 Vegadeo.
- Cartografía digital a escala 1/5000 del Principado de Asturias.
- Ortofotomapas digitales a escala 1/25.000 del Principado de Asturias, Hoja 26 – III, Hoja 25 – IV.
- Mapa provincial de Asturias del Ministerio de Fomento editado por el Instituto Geográfico Nacional a escala 1/200.000.
- Norma sismo resistente NCSE – 02.
- Instrucción del hormigón estructural, EHE/08.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG3.
- Terraplenes y pedraplenes, MOPU, febrero de 1989.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de ordenación de la edificación
- Eurocódigo nº 7.
- Normas UNE, Geotecnia: Ensayos de campo y de laboratorio /1999.
- Plano topográfico y planta del parque eólico Carrugueiro, suministrado por la empresa PROCINSA
- www.boal.es

En esta memoria se describen los trabajos realizados, así como las conclusiones y recomendaciones de los mismos.

Los reconocimientos de campo se efectuaron el día 20 de octubre de 2010.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3. SITUACIÓN

El pico Carrugueiro se encuentra situado en el concejo de Boal, Asturias.

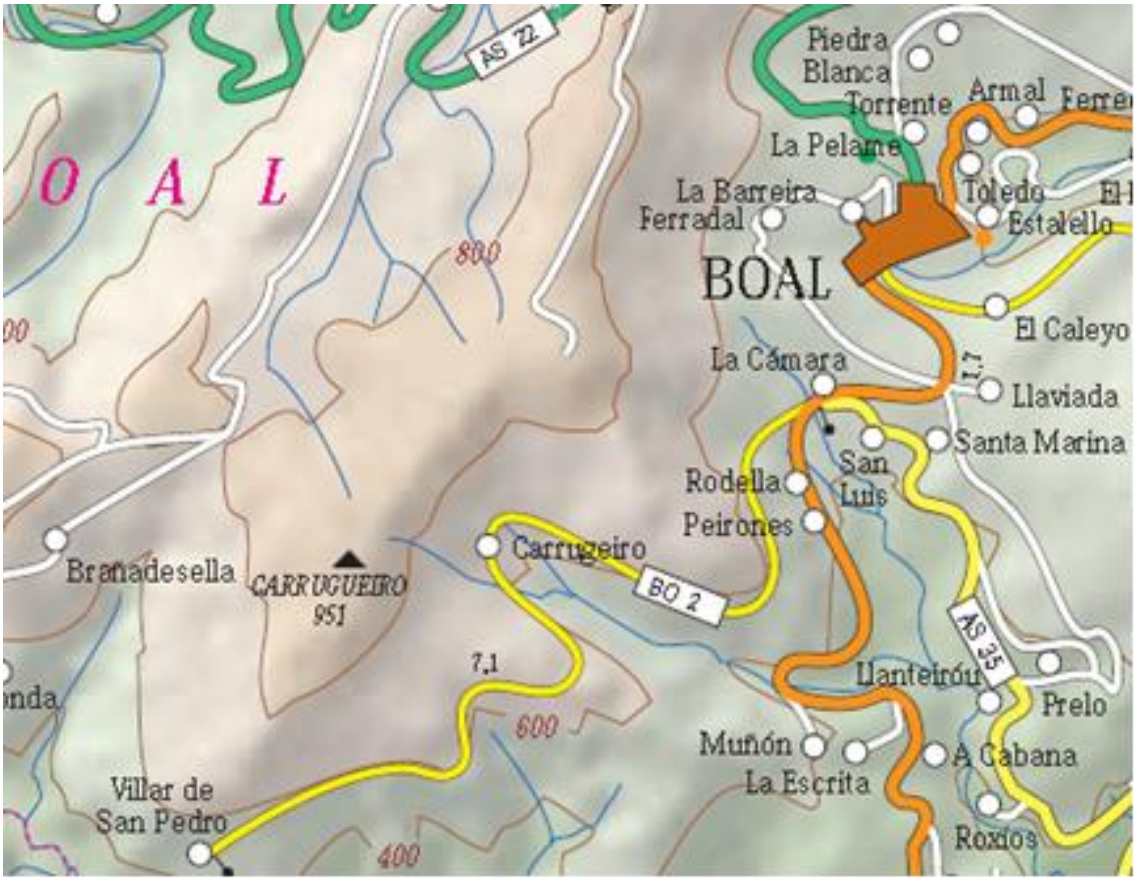


Imagen 1. Plano general de situación del parque eólico. Tomado del Mapa de Carreteras del Principado de Asturias. 2006

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4. CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL SUBSTRATO

La caracterización geológica de la zona en la que sitúa la parcela y en concreto el área de cimentación de los aerogeneradores, se ha hecho en base a las observaciones realizadas en el campo (ensayos "in situ"), los datos y muestras tomados y ensayados en el laboratorio, así como utilizando como apoyo la información de la hoja del mapa geológico del MAGNA, Hoja 26- Boal y nº 25 – Vegadeo, así como la cartografía digital 1:5.000 del principado de Asturias.

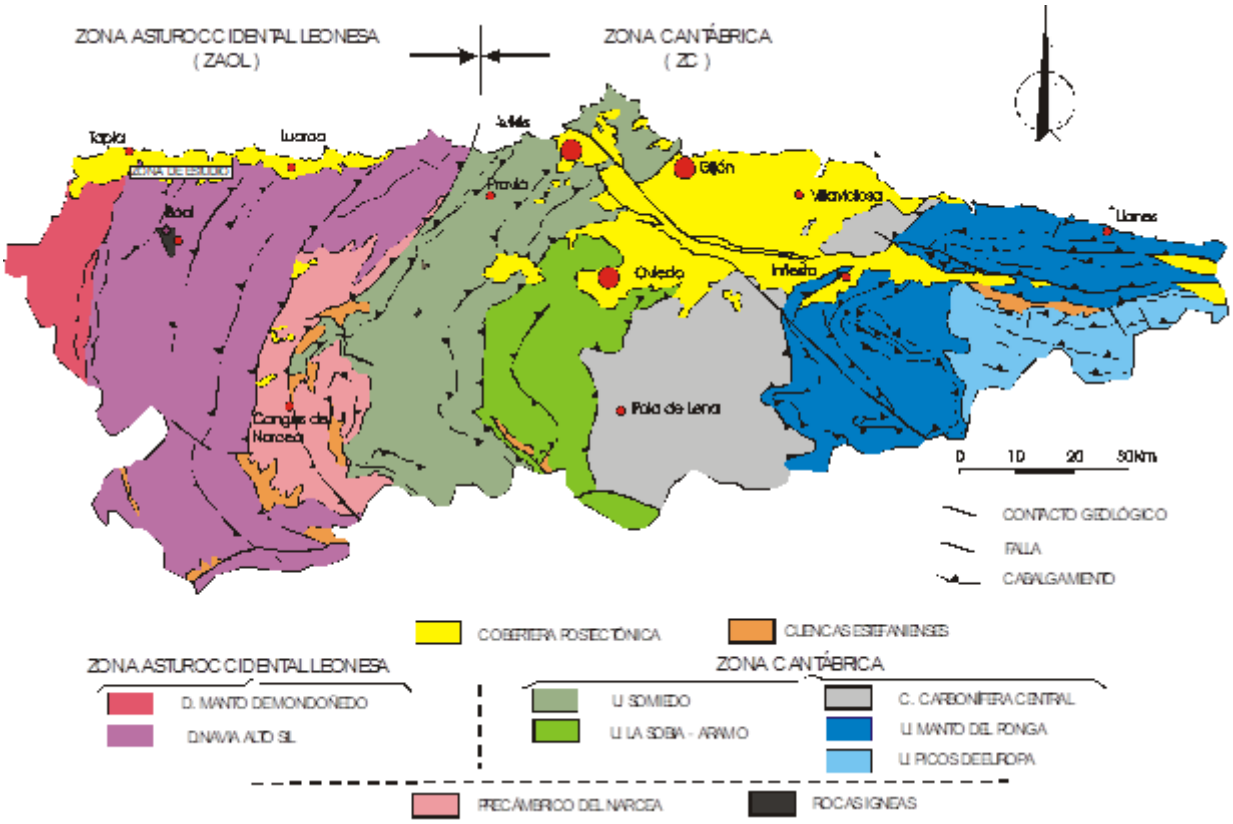


Imagen 2. Síntesis Geológica del Principado de Asturias.

Nos encontramos dentro de la zona Astur Occidental Leonesa, en concreto en el dominio de Navia – Alto Sil. El sustrato geológico del área de estudio, está constituido por pizarras negras y areniscas de la Formación Pizarras de Luarca (Ordovícico medio) y granito de Boal, de origen postectónico (288 M.A.) y al igual que el conjunto de granitos Porcia – Salave, concordantes con las estructuras hercínicas. Por tanto, el parque eólico proyectado, se encontraría situada sobre unos materiales cartografiados como Pizarras de Luarca (plano 4)

En las excavaciones realizadas para la cimentación de las estructuras ha aparecido el sustrato rocoso como tal (pizarras negras y areniscas, no apareciendo roca granítica).

Desde el punto de vista estructural, La Zona Asturoccidental Leonesa se caracteriza por la presencia de pliegues, que varían desde pliegues acostados a pliegues asimétricos y a

VISADO ELECTRÓNICO VIGENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

los que se asocia a un clivaje bien desarrollado. Estos pliegues llegan a ser de gran amplitud en la zona de Lugo limítrofe con Asturias y se encuentran afectados por cabalgamientos de trazado subparalelo a sus trazas axiales. Sobre esta estructura se han sobreimpuesto otras posteriores (pliegues y fracturas) que modifican su geometría.

4.1. ESTRATIGRAFÍA

En este apartado haremos referencia a los materiales del substrato rocoso que constituirán el apoyo de las zapatas de los aerogeneradores.

Como hemos apuntado las formaciones rocosas serán objeto de estudio.

4.1.1. Pizarras de Luarca

Litológicamente se trata de una formación con gran uniformidad de facies y constituida esencialmente por pizarras negras ricas en materia orgánica y pirita, si bien existen también algunos niveles de dolomías y otros ferruginosos de carácter oolítico. En la parte inferior existen también algunas capas de cuarcitas intercaladas. El espesor de la Formación varía entre los 1200 m y los 300 m en el Dominio del Navia y alto Sil, siendo más reducido en general en el Dominio del Manto de Mondoñedo. Su edad es Ordovícico Medio. Desde el punto de vista sedimentológico, la presencia de materia orgánica y pirita, permite deducir que la formación se ha depositado en un medio euxínico en el que hay un aumento progresivo de la profundidad, ya que a techo pasan a una formación de carácter turbidítico.

La edad de la formación puede ser atribuida al Ordovícico Medio en base a los datos aportados Por Pello y Philippot, 1967; Walter, 1968; Marcos, 1973, ; Julibert y Truyols, 1973.

CUARCITAS

Dentro del Dominio del Navia alto Sil, se puede diferenciar en la parte media de la formación un nivel de cuarcitas denominadas Cuarcitas de Sabugo que no se pueden correlacionar con ninguna sección más al Oeste y que son cartografiables hasta el extremo Sur del Antiforme del Narcea.

4.1.2. Granito de Boal

Se menciona por su proximidad, aunque no se verá afectado por las obras. Los granitoides relacionados con la Orogenia Varisca constituyen cuerpos intrusivos de escasas dimensiones que forman stocks, o plutones emplazados en dominios relativamente superficiales desde el punto de vista estructural y constituidos por rocas paleozóicas no metamorfizadas.

Las diferentes intrusiones aparecen generalmente agrupadas en áreas determinadas, dentro de las cuales presentan una cierta homogeneidad petrográfica y geoquímica, diferenciándose varios grupos: Boal y El Pato, Porcía – Salave – Represas, Salas – Belmonte e Infiesto. Los macizos de Boal y El Pato representan los granitos leucocráticos

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

de dos micas, formados por anatexia de materiales sedimentarios y relacionados con el metamorfismo regional progresivo. Los otros grupos son comparables con granitoides calcoalcalinos ricos en biotita que se consideran derivados de materiales ígneos de naturaleza básica, relacionados con magmas derivados del manto (Corretgé 1983, Suárez Y Corretgé 1988).

Las mediciones de edad absoluta han sido efectuadas en laboratorio datando el par Biotita /roca total por el método Rb – Sr según los métodos utilizados por PRIEM et al. (1970). Las edades deducidas para el emplazamiento de este granitoide son de unos 284, 8 M.A.

4.2. ACTIVIDAD SÍSMICA

La actividad tectónica actual puede considerarse mínima, salvo pequeñas repercusiones marginales asociadas a fenomenología reciente como es el caso de los recientes fenómenos sísmicos que han tenido cierta notoriedad con especial repercusión en el occidente asturiano, y cuya naturaleza es actualmente objeto de estudio. Así mismo, recientemente, se ha propuesto un incremento del riesgo sísmico en toda el área Cantábrica en relación con la falla de Ventaniella, incremento que en la actualidad todavía es difícil de evaluar (Lobato, 1990). En cualquier caso, y aun teniendo en cuenta las posibles modificaciones que se puedan realizar, el riesgo sísmico del área, según lo dicho y de acuerdo con la Norma Sismorresistente PDS 1 (1974), se podría incluir el área dentro de la Zona 1ª, o Zona de intensidad baja, cuyo grado de intensidad sísmica en la escala macro sísmica internacional M.K.S. sería menor de VI.

La probabilidad de ocurrencia de un sismo de grado V o Riesgo Sísmico R es 1 para un periodo de 50 años. Respecto a las prescripciones, la Norma no es obligatoria para las obras situadas en la Zona 1ª.

El área de estudio se localiza dentro del mapa de peligrosidad sísmica en una zona con un $\mathbf{a_b/g < 0{,}04}$ ($\mathbf{a_b}$ = aceleración sísmica básica; **g** = aceleración de la gravedad) y un **K = 1** (**k** = coeficiente de contribución), que corresponde a una zona sin peligrosidad sísmica, donde no es obligatoria la aplicación de la Norma de Construcción Sismorresistente (**NCSE – 02**).

El terreno se clasifica como Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, VS > 750 m/s.

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Tabla 1. Coeficiente C en función del tipo de terreno.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

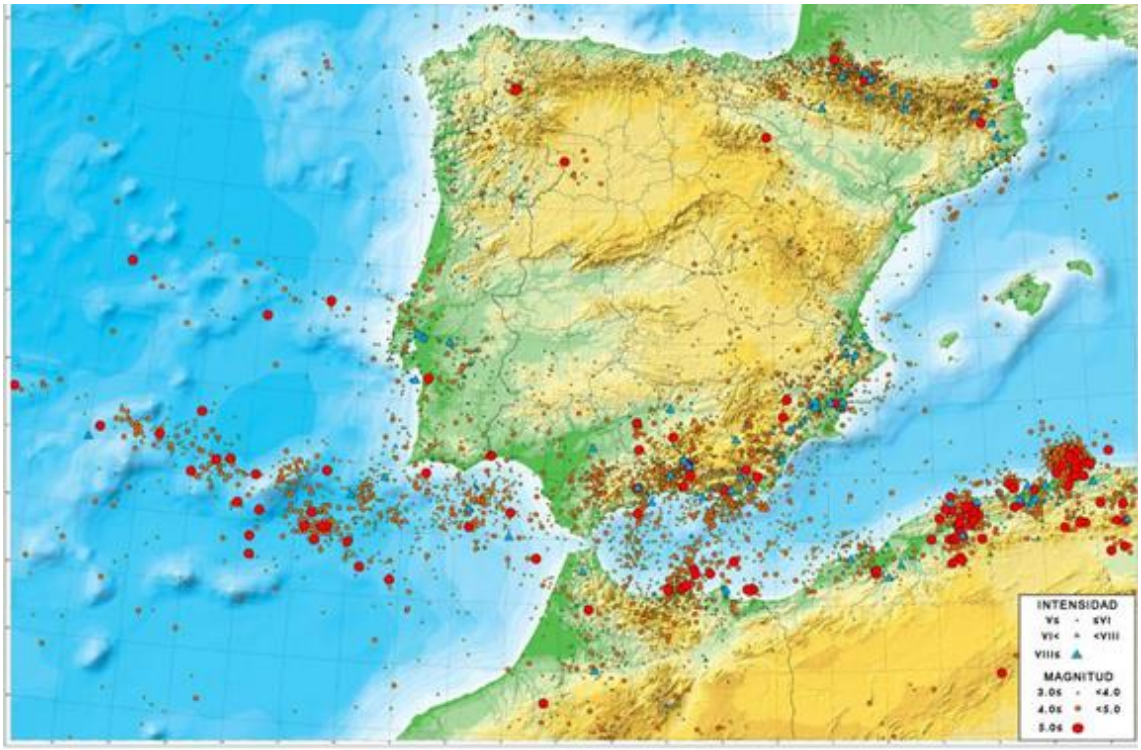


Imagen 3. Mapa Sísmico de la Península Ibérica.

4.3. GEOMORFOLOGÍA Y RELIEVE

El relieve del área de estudio, se corresponde con el modelo de relieve de las zonas interiores del occidente de Asturias, y está condicionado por la presencia de antiguos paleorelieves, a los que se sobrepone el encajamiento de los ríos actuales, conformando en relieve actual.

Este paleorelieve que hemos descrito va ganando altura a medida que nos acercamos al eje de la Cordillera y tiene discontinuidades de tipo estructural (escalones producidos por fallas terciarias tardías). El relieve actual es un relieve bastante homogéneo, resultado del encajamiento de la red fluvial sobre una morfología de penillanura cortado en algunos casos por fallas y de la actuación de los diferentes agentes externos sobre unas litologías de competencia desigual donde los relieves asociados a las Pizarras de Luarca y la Serie de los Cabos son menos erosionados dando lugar a los resaltes topográficos más importantes (actuales sierras).

La parte superior de los relieves y las laderas son en general poco inclinadas, con existencia de rupturas de pendiente muy netas en la proximidad de los cauces. Hay pues suaves relieves y amplias zonas de cresta, correspondiendo a restos de esos antiguos paleorelieves sobre los que se encajaría la actual red hidrográfica, en un estado de evolución juvenil y sobre los que han actuado los agentes externos desde el Terciario (Orogénesis Alpina) modelando el relieve a través de su degradación mediante la formación de formaciones geológicas superficiales de recubrimientos cuaternarios (plano 4).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.4. HIDROGEOLOGÍA

La litología y los rasgos estructurales condicionan las características hidrogeológicas de la zona. Los materiales que componen el substrato son de tipo pizarroso – areniscoso, presentando las areniscas y pizarras una disposición estructural subvertical (63 – 70 º), así como una importante fracturación o diaclasado con diferentes orientaciones y continuidad y una esquistosidad marcada (metamorfismo de bajo grado). Las características de estas discontinuidades del macizo rocoso condicionan la circulación del agua una vez que esta ha sido capaz de atravesar la capa de suelo. Por tanto, estamos ante una hidrogeología subterránea de la zona de tipo fisural, tanto para a su circulación como para el almacenamiento.

Este substrato, aunque es capaz de almacenar agua, no constituye un acuífero como tal, no recogiéndose estos materiales dentro de los sistemas de acuíferos de Asturias.

No se ha detectado el nivel freático local en las prospecciones realizadas, tan sólo algunos encharcamientos superficiales en zonas de collados y en los fondos de valle, donde las aguas de escorrentía se concentran para aflorar en los pequeños arroyos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5. PROSPECCIONES REALIZADAS

Para reconocer las características geomecánicas de excavabilidad, asientos, carga de hundimiento y carga admisible, se han realizado los siguientes trabajos de reconocimiento día 22 de octubre de 2010.

- Se han realizado **6 calicatas mecánicas** utilizando una retroexcavadora JCB, con toma de muestras alteradas (M.A) para su análisis en laboratorio y medidas "in situ" de penetrómetro de mano (escisiómetro) y de esclrerómetro para roca tipo L (**Martillo Schmidt**).

5.1. CALICATAS

Con el fin de reconocer las características geológicas en profundidad, obtener muestras para realizar ensayos de laboratorio y realizar ensayos "in situ", se ha realizado 6 calicatas de reconocimiento geotécnico. El reconocimiento se llevó en la calicata 1 hasta un máximo de 1,60 m de profundidad, en la calicata 2 hasta un máximo de 0,70m, en la calicata 3 hasta un máximo de 0,8 0m, en la calicata 4 hasta un máximo de 0,80 m, en la calicata 5 hasta un máximo de 2, 30 m y en la calicata 6 hasta un máximo de 1, 70 m, obteniendo así información del substrato a efectos de cimentación.

En el anexo nº 2 figura la fototestificación y además se ha elaborado una descripción estratigráfica de cada una de las excavaciones, señalando el tipo de material, resistencia, cotas de toma de muestras, excavabilidad, estabilidad de la excavación, presencia de agua y descripción básica de los materiales.

Dada la homogeneidad de los materiales excavados y la presencia de roca en todas las calicatas, los ensayos de laboratorio se han realizado utilizando los materiales de muestras alteradas e inalteradas del suelo, obtenidos en la calicata C-1 a una profundidad de 1, 60 m.

5.1.1. Calicata 1

La prospección realizada y que hemos denominado **calicata 1**, se realizó aproximadamente en el emplazamiento del aerogenerador AE-1 (plano 2, hoja 1 de 1) alcanzando los 1,60 metros de profundidad, atravesando los siguientes materiales:

- **0 –0,30 M**, 30 centímetros de tierra vegetal. Este nivel estratigráfico, no ha sido motivo de ensayos, dado que será necesario su saneo y excavación.
- **0,30 – 0,60 M**, 30 centímetros de suelo eluvial arcillo – limoso con fragmentos de pizarras dispersos. Cierta cohesión y tonos grises. Este nivel estratigráfico no ha sido motivo de ensayos, dado que no es un potencial nivel de cimentación.
- **0,60 – 1,60 M,** 100 centímetros de pizarras esquistosas y areniscas de tonalidades grises y alteración grado IV (ISRM). Buzamientos en torno a 70 º. Diaclasado perpendicular a la estratificación, bastante cerrado y dando tamaños

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICO
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

de bloque de pequeño tamaño por el diaclasado y la esquistosidad. Se toma muestra a 1, 60 m.

- **Roca dura a 1, 60 m. No se puede continuar con la excavación.**

5.1.2. Calicata 2

La prospección realizada y que hemos denominado **calicata 2**, se realizó aproximadamente en el emplazamiento del aerogenerador AE-2 (plano 2, hoja 1 de 1) alcanzando los 0,70 metros de profundidad , atravesando los siguientes materiales:

- **0 –0,10 M**, 10 centímetros de tierra vegetal. Este nivel estratigráfico, no ha sido motivo de ensayos, dado que será necesario su saneo y excavación.
- **0,10 – 0,40 M**, 30 centímetros de suelo eluvial con fragmentos de pizarras alteradas. Este nivel estratigráfico no ha sido motivo de ensayos, dado que no es un potencial nivel de cimentación.
- **0,40 – 0,70 M,** 30 centímetros de pizarras esquistosas y areniscas de tonalidades grises y alteración grado IV (ISRM). Buzamientos en torno a 70 º. Diaclasado perpendicular a la estratificación, bastante cerrado y dando tamaños de bloque de pequeño tamaño por el diaclasado y la esquistosidad.
- **Roca dura a 0, 70 m. No se puede continuar con la excavación.**

5.1.3. Calicata 3

La prospección realizada y que hemos denominado **calicata 3**, se realizó aproximadamente en el emplazamiento del aerogenerador AE-3 (plano 2, hoja 1 de 1) alcanzando los 0,80 metros de profundidad , atravesando los siguientes materiales :

- **0 –0,10 M**, 10 centímetros de tierra vegetal. Este nivel estratigráfico, no ha sido motivo de ensayos, dado que será necesario su saneo y excavación.
- **0,10 – 0,50 M**, 40 centímetros de suelo eluvial con fragmentos de pizarras alteradas. Este nivel estratigráfico no ha sido motivo de ensayos, dado que no es un potencial nivel de cimentación.
- **0,50 – 0,80 M,** 30 centímetros de pizarras esquistosas y areniscas de tonalidades grises y alteración grado IV (ISRM). Buzamientos en torno a 80 º. Diaclasado perpendicular a la estratificación, bastante cerrado y dando tamaños de bloque de pequeño tamaño por el diaclasado y la esquistosidad.
- **Roca dura a 0, 80 m. No se puede continuar con la excavación.**

5.1.4. Calicata 4

La prospección realizada y que hemos denominado **calicata 4**, se realizó aproximadamente en el P.K 1+ 840 (Plano 2, hoja 1 de 1) alcanzando los 0,88 metros de profundidad , atravesando los siguientes materiales :

- **0 –0,50 M**, 50 centímetros de suelo coluvial compuesto por pequeños fragmentos de pizarra alterados en matriz de limos y algo de arcilla.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- **0,50 – 0,88 M**, 38 centímetros de pizarras esquistosas y areniscas de tonalidades grises y alteración grado IV (ISRM). Buzamientos en torno a 70º. Diaclasado perpendicular a la estratificación, bastante cerrado y dando tamaños de bloque de pequeño tamaño por el diaclasado y la esquistosidad.
- **Roca dura a 0, 88 m. No se puede continuar con la excavación.**

5.1.5. Calicata 5

La prospección realizada y que hemos denominado **calicata 5**, se realizó aproximadamente en el P.K 1+ 780 (plano 2, hoja 1 de 1) alcanzando los 2,33 metros de profundidad , atravesando los siguientes materiales :

- **0 –1,0 M**, 100 centímetros de suelo coluvial arcilloso con cierto contenido en materia orgánica.
- **1,0 – 2,30 M,** 130 centímetros de pizarras esquistosas muy fracturadas y grado de alteración III (ISRM). Buzamientos en torno a 80º. Diaclasado perpendicular a la estratificación, bastante cerrado y dando tamaños de bloque de pequeño tamaño por el diaclasado y la esquistosidad.
- **2,30 M de roca de difícil excavación**.

5.1.6. Calicata 6

La prospección realizada y que hemos denominado **calicata 6**, se realizó aproximadamente en el P.K 1+ 320. (plano 2, hoja 1 de 1) alcanzando los 1,70 metros de profundidad, atravesando los siguientes materiales :

- **0 –0,30 M**, 30 centímetros de tierra vegetal. Este nivel estratigráfico, no ha sido motivo de ensayos, dado que será necesario su saneo y excavación.
- **0,30 – 0,90 M**, 60 centímetros de suelo eluvial arcillo – limoso con fragmentos de pizarras dispersos. Cierta cohesión y tonos grises. Este nivel estratigráfico no ha sido motivo de ensayos, dado que no es un potencial nivel de cimentación.
- **0,90 – 1,70 M,** 80 centímetros de pizarras esquistosas y areniscas de tonalidades grises y alteración grado IV (ISRM). Buzamientos en torno a 70º. Diaclasado perpendicular a la estratificación, bastante cerrado y dando tamaños de bloque de pequeño tamaño por el diaclasado y la esquistosidad. Se toma muestra a 1, 60 m.
- **Roca dura a 1, 70 m. No se puede continuar con la excavación.**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

En el presente apartado se facilitan los resultados de los ensayos de laboratorio realizados. Al ser los materiales de pizarras de Luarca similares a los excavados por INGENORT en 2002, se hará referencia a los resultados obtenidos de los ensayos de la muestra obtenida en C-2, se ha muestreado material de excavación alterado e inalterado con el fin de caracterizar las propiedades físico – químicas de los materiales. También se describirán los resultados obtenidos para la caracterización de los materiales de roca alterada obtenidos en muestra en calicata C-5 (abril de 2010) para la ampliación del parque de Penouta.

Los ensayos realizados en el laboratorio son los siguientes:

- Contenido en sulfatos
- Granulometría por tamizado.
- Acidez Bauman Gully.
- Corte directo (no consolidado, no drenado).
- Densidad relativa
- Humedad natural
- Límites de Atterberg ("in situ").
- Proctor modificado.
- C.B.R.
- Sales solubles.

En este apartado se recogen los resultados de los ensayos de laboratorio, también se acompaña a continuación una tabla resumen con las principales propiedades físicas procedentes de los ensayos de laboratorio.

LABORATORIO	NORMA	LUGAR	ELEMENTO INVEST.	Nº ENS.	COTA	RESULT.
CORTE DIRECTO (UU)	UNE 103-401	C-2	Roca alterada	1	2,50 m	F= 17,4º C= 0,98
DENSIDAD APARENTE	UNE 103-302	C-1	Roca alterada	1	1,60 m	1,53 gr/cm^3
C.B.R.	UNE 103-502	C-1	Roca alterada	1	1,60 m	Absorción:1,89 Hinchamiento:0,31 C.B.R.: 74
PROCTOR MODIFICADO	UNE 103-501	C-1	Roca alterada	1	1,60 m	Humedad: 6,9% Densidad: 2,14

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

LABORATORIO	NORMA	LUGAR	ELEMENTO INVEST.	Nº ENS.	COTA	RESULT.
CONTENIDO EN SULFATOS	UNE 103-202	C-2	Roca alterada	1	2,50 m	AUSENCIA
LIMITES DE ATTERBERG	UNE 103-103	C-5	Roca alterada	1	1,0 m	LL 30,1 LP 27,7
ACIDEZ BAUMANN	EHE	C-5	Roca alterada	1	1,0 m	264
MATERIA ORGÁNICA	UNE 103-204	C-1	Roca alterada	1	1,60	1,5 %
SALES SOLUBLES	NLT - 114	C-1	Roca alterada	1	1,60	0,03
GRANULOMETRÍA	UNE 103-101	C-1	Roca alterada	1	1, 60 m	Tamiz 0,08 12,8%
TOTAL ENSAYOS: "LABORATORIO"				9		

Tabla 2. Ensayos realizados en laboratorio.

5.3. ENSAYOS "IN SITU" CON ESCLERÓMETRO

Sobre el fondo de las excavaciones y pie de los taludes, e "in situ" se han llevado a cabo los siguientes trabajos (esclerómetro):

"IN SITU"	LUGAR	ELEMENTO INVESTIGADO	Nº MEDIDAS	COTA	RESULTADO REBOTE
ESCLERÓMETRO	C-1	Roca	5	-1, 60 m	25-25-28-30-28
ESCLERÓMETRO	C-2	Roca	5	-0,70 m	35-35-30-25-30
ESCLERÓMETRO	C-3	Roca	5	-0,80 m	30-35-25-30-30
TOTAL ENSAYOS: "IN SITU"			15		

Tabla 3. Ensatos realizados "in situ".

Nos extenderemos en la evaluación de resultados obtenidos a partir del Martillo Schmidt (Esclerómetro), dado que el escisiómetro tiene como límite superior los 5 kp/cm2 y se puede aplicar únicamente sobre los suelos eluviales los cuales no servirán de apoyo de las cimentaciones.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El esclerómetro o martillo Schmidt, es un instrumento de medición empleado, generalmente, para la determinación de la resistencia a compresión en rocas, hormigones, etc.

Su funcionamiento consiste en una pesa tensada con un muelle. Dicha pesa tensada es lanzada contra el hormigón y se mide su rebote.

Aunque no es un método excesivamente fiable, su uso está muy extendido. Proporciona valores aproximados y se emplea principalmente como método de comprobación, siendo menos usado que el ensayo de compresión.

Es una medida no destructiva. Patentado con el nombre SCHMIDT, su valor de rebote "R" permite medir la dureza de este material, se ha convertido en el procedimiento más utilizado, a nivel mundial, para el control no destructivo en materiales.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6. CAPACIDAD PORTANTE EN ROCA

Dado que la totalidad de las cimentaciones, apoyarán directamente sobre roca de pizarras negras con mayor o menor grado de alteración, este tipo de superficie de apoyo, será tratada de forma independiente como veremos a continuación.

6.1. CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE A PARTIR DE COMPRESIÓN SIMPLE, RQD, DIACLASADO Y GRADO DE ALTERACIÓN

En casos de rocas muy débiles (**qu < 1 MPa**) o que estén fuertemente diaclasadas (RQD < 10%) o que estén bastante o muy meteorizadas (grado de meteorización igual o mayor que IV ISRM), se recomienda considerar la roca como si se tratase de un suelo.

En al caso que nos ocupa, de una roca menos débil, menos diaclasada y menos alterada que lo indicado en el párrafo precedente, se puede determinar una presión admisible a partir de los datos siguientes:

- Resistencia a compresión simple de la roca sana, qu.
- Tipo de roca.
- Grado de alteración medio.
- Valor del RQD y separaciones de las litoclasas.

Estos parámetros deben ser los representativos del comportamiento del volumen de roca situado bajo la cimentación hasta una profundidad de 1,5 B* , medida desde su plano de apoyo.

La presión admisible puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$p_{v\_adm} = p_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot \sqrt{\frac{q_u}{p_0}}$$

donde:

- $\mathbf{p_{v\_adm}}$ = Presión admisible.
- $\mathbf{p_o}$ = Presión de referencia. Deberá tomarse un valor de 1 MPa.
- $\mathbf{q_u}$ = Resistencia a compresión simple de la roca.
- $\mathbf{a_1}$, $\mathbf{a_2}$, $\mathbf{a_3}$ = Parámetros adimensionales que dependen del tipo de roca, de su grado de alteración y del espaciamiento de las litoclasas, según se indica a continuación.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.1.1. Influencia del Tipo de Roca

A igualdad de grado de alteración y de espaciamiento del diaclasado, existen rocas cuya estructura es más proclive a contener planos de debilidad no detectados en los sondeos ni en los ensayos de compresión simple, que a veces se realizan con muestras de pequeño tamaño.

Atendiendo a este aspecto, las rocas pueden clasificarse en varios grupos, partiendo de un primer grupo en el que no se temen fisuras o grietas no detectadas por los reconocimientos y terminando en un cuarto grupo en el que el tipo de formación rocosa es proclive a contener otros planos de debilidad aparte de las detectadas con los trabajos de censo de litoclasas o con los ensayos de compresión simple realizados en laboratorio a pequeña escala.

El parámetro α_1 puede determinarse en laboratorio ensayando muestras a tracción (o tracción indirecta) para medir la relación que existe entre la resistencia a tracción simple q_t y la resistencia a compresión simple q_u. El valor del parámetro α_1 será:

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{q_t}{q_u}}$$

A falta de información específica respecto a este parámetro se puede utilizar el valor que se obtenga de la siguiente tabla:

Grupo nº	Nombre genérico	Ejemplos	α_1
1	Rocas carbonatadas con estructura bien desarrollada	– Calizas, dolomías y mármoles puros – Calcarenitas de baja porosidad	1,0
2	Rocas ígneas y rocas metamórficas(•)	– Granitos, cuarcitas – Andesitas, riolitas – Pizarras, esquistos y gneises (esquistosidad subhorizontal)	0,8
3	Rocas sedimentarias(*) y algunas metamórficas	– Calizas margosas, argilitas, limolitas, areniscas y conglomerados – Pizarras y esquistos (esquistosidad verticalizada) – Yesos	0,6
4	Rocas poco soldadas	– Areniscas, limolitas y conglomerados poco cementados – Margas	0,4

(•) = A excepción de las indicadas en los grupos 1 y 3
(*) = A excepción de las indicadas en los grupos 1 y 4

Tabla 4. Valores de α_1 en función del tipo de roca.

En nuestro caso tomaremos como valor conservador de cálculo α_1 = 0,6.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.1.2. Influencia del Grado de Meteorización

El grado de meteorización de la roca debe medirse de acuerdo con la escala que se indica la clasificación ISRM.

Para caracterizar el grado de meteorización correspondiente a la roca que existe en el entorno de la cimentación, se usará el mayor grado de alteración que pudiera existir hasta alcanzar una profundidad igual a 1,5 B*, medida bajo el plano de apoyo.

Los valores que se recomiendan para establecer el valor del parámetro α_2 son los siguientes:

- Grado de meteorización I (Roca sana o fresca) α_2 = 1,0
- Grado de meteorización II (Roca ligeramente meteorizada) α_2 = 0,7
- Grado de meteorización III (Roca moderadamente meteorizada) α_2 = 0,5

Se tomará como valor de cálculo conservador en el caso que nos ocupa una roca con grado de alteración III, es decir α_2 = 0,5, para de este modo considerar las zonas diaclasadas no detectadas.

6.1.3. Influencia del Espaciamiento del Diaclasado

La separación entre diaclasas, se ha caracterizado a partir de los datos de campo:

Midiendo el valor del RQD estimado en afloramientos.

En todo caso, la zona de referencia será el volumen de roca situado bajo la cimentación hasta una profundidad igual a 1,5 B*. Partiendo de estos datos, se calculará α_3 como el mínimo de entre los dos valores siguientes:

$$\alpha_3 = \min(\alpha_{3a}; \alpha_{3b})$$

$$\alpha_{3a} = \sqrt{\frac{S}{1\,m}} \quad ; \quad \alpha_{3b} = \sqrt{\frac{RQD(\%)}{100}}$$

donde:

- s = Espaciamiento entre las litoclasas expresado en m. Se utilizará el correspondiente a la familia de diaclasas que conduzca a un valor menor.
- 1 m = Valor que se utiliza para hacer adimensional la expresión correspondiente.
- RQD = Valor del parámetro "Rock Quality Designation", expresado en tanto por ciento.

Tomaremos como valor minorado de RQD de 30 % (roca descompuesta), o lo que es lo mismo, α_3 = 0,54.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.1.4. Cálculo de Presión Admisible sobre la Roca

La presión admisible puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$p_{v\_adm} = p_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot \sqrt{\frac{q_u}{p_0}}$$

- **p_{v_adm}** = Presión admisible.
- **p_o** = Presión de referencia. Deberá tomarse un valor de 1 MPa.
- **q_u** = Resistencia a compresión simple de la roca.
- **a_1 = 0,6 ; a_2= 0,5; a_3 = 0,54**

$p_{v\ adm}$ = 0,64 MPa. O, lo que es lo mismo, 6,4 kp/cm^2.

Este es un valor conservador, considerando zonas con roca descompuesta para el apoyo de la cimentación. Pese a la presión admisible de 6,4 kp/cm^2, ante la posible presencia de zonas algo más alteradas, se recomienda no superar una carga de trabajo de 4,0 kp/cm^2.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

7. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN Y CARGAS ADMISIBLES

Como hemos apuntado anteriormente, las condiciones de cimentación para los aerogeneradores del parque eólico Carrugueiro serán bastante similares independientemente del emplazamiento. Tan sólo variará el espesor de tierra vegetal, suelo eluvial, nivel de roca alterada. En términos generales a cota de cimentación, que será de unos –2,25 m bajo la rasante actual del terreno, las cimentaciones apoyaran sobre roca sana a ligeramente alterada.

Pese a la presión admisible de 6,4 kp/cm^2, ante la posible presencia de zonas algo más alteradas, se recomienda no superar una carga de trabajo de 4,0 kp/cm^2. Para estas cargas los asientos serán despreciables.

En el caso de pequeñas cimentaciones, como es el caso, las tensiones procedentes del peso de la misma son insignificantes frente a la resistencia de la roca (Jiménez Salas). En general, se suelen seguir las prescripciones de las diversas Normas e Instrucciones que se han publicado en los distintos países, en los que se fijan mediante reglas muy sencillas, las cargas admisibles, que, en la realidad, están elegidas con gran prudencia.

La roca constituye un terreno de apoyo de buena calidad. Para el caso de roca poco alterada, pueden tomarse adicionalmente las recomendaciones de la norma DIN 1054 o el código de Práctica Británico CP 2004/1972.

La presencia cercana de pizarras poco alteradas y basándonos en los datos de resistencia tomados con el Martillo Schmidt y según los datos de las tablas tomadas de los códigos DIN 1054, Código inglés CP 2004/1972 y eurocódigo nº7 (NORMA ENV 1997.1;1994), en una cimentación de tipo superficial, a una tensión admisible en torno a los 10 kg/cm².

Los valores medios de resistencia a compresión simple obtenidos en las calicatas mediante la utilización de martillo Schmidt para estas rocas a cota de –1,5 m, son > 200 Kp/cm^2. Estos valores serán conservadores si tenemos en cuenta que los ensayos de han realizado en zonas superficiales de la calicata y algo alteradas.

Estado del macizo	Roca sana o poco alterada	Roca quebradiza o con huellas de alteración
Homogéneo	40 kg/cm²	15 kg/cm²
Estratificado o diaclasado	20 kg/cm²	10 kg/cm²

Tabla 5. Presiones admisibles en roca (NORMA DIN 1054)

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

TIPO DE ROCA	Q_{ADM} (kg/cm²)
Rocas ígneas (granitos y gneis), sanas	109
Calizas y areniscas duras	44
Esquistos y pizarras	33
Argilitas y limolitas duras y areniscas blandas	22
Lutitas arcillosas	11
Argilitas y limolitas blandas	6-10
Calizas blandas y porosas	6

Tabla 6. Presiones admisibles en roca (Código inglés CP 2004/1972)

Un cálculo más preciso puede realizarse a partir de la norma que se ha adoptado en el Eurocódigo 7 de proyectos geotécnicos (NORMA ENV 1997.1;1994), y en el que se considera como valor de la carga admisible en roca la que produce un asiento menor o igual al 0,5 % de su ancho.

Para rocas débiles y fracturadas, con juntas cerradas, la capacidad portante supuesta se puede obtener de la figura E.1, esta se basa en la clasificación dada en la Tabla E-1, con la hipótesis de que la estructura puede tolerar asientos iguales al 0, 5 % del ancho de la cimentación. Los valores de la capacidad portante supuesta para otros asientos se pueden obtener por proporción directa. Para rocas débiles y fracturadas, con juntas abiertas o rellenas, se deben usar valores reducidos de la capacidad portante supuesta.

Dado que en el caso de las pizarras de Luarca se trata de una roca laminada, se ha considerado para estar del lado de la seguridad que la roca está completamente fracturada.

Grupo	Tipo de roca
1	Calizas puras y dolomías Areniscas carbonatadas de baja porosidad
2	Igneas Calizas oolíticas y margosas Areniscas bien cementadas Limolitas carbonatadas endurecidas

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

	Rocas metamórficas, incluyendo pizarras y esquistos (clivage / foliación plana)
3	Calizas muy margosas Areniscas poco cementadas Pizarras y esquistos (clivage /foliación ondulada)
4	Limolitas sin cementar y lutitas

Tabla 7. Clasificación de rocas débiles y fracturadas.

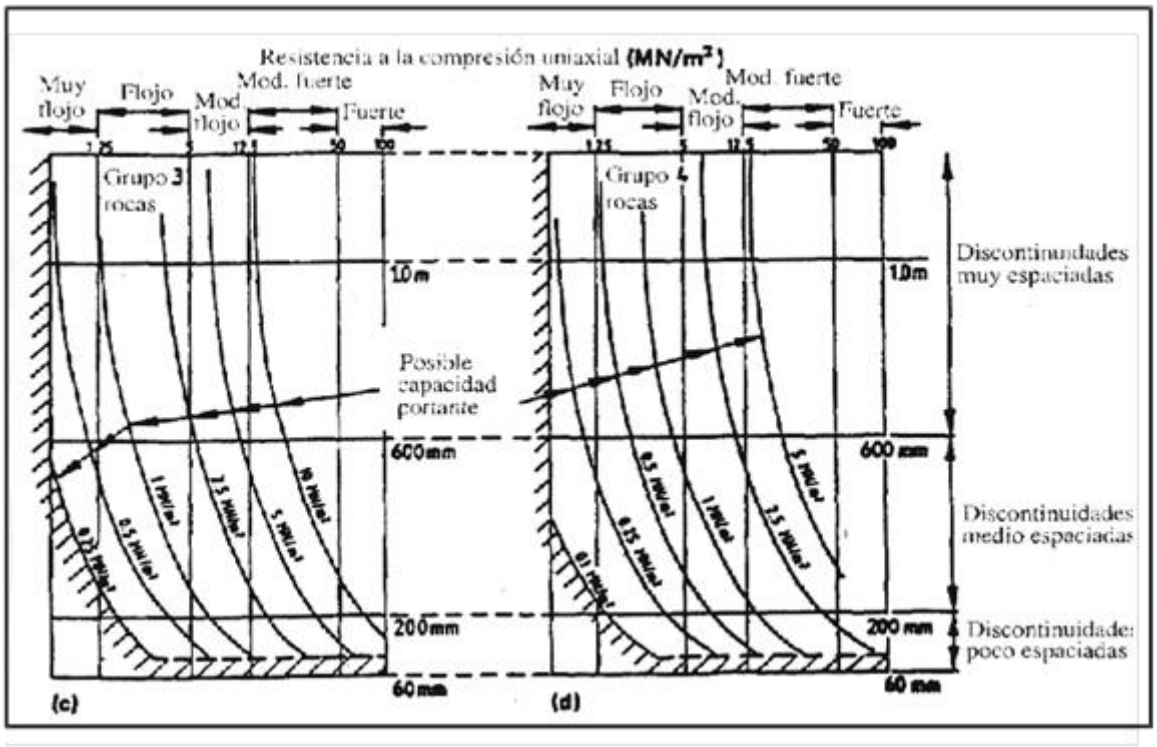


Imagen 4. Capacidad portante para zapatas cuadradas sobre roca para asientos inferiores al 0,5% de ancho de la zapata.

La capacidad portante obtenida para una roca tipo 3 (pizarras y esquistos), considerando un espaciado de juntas de 200 mm (minorado) y una resistencia a compresión uniaxial floja (valor minorado), es de 2,5 MN/m² o lo que es lo mismo 25 Kp/cm².

Como puede apreciarse, la aplicación de estas normativas, proporcionan tensiones admisibles bajas si se toma como base la resistencia a compresión simple mínima obtenida mediante la aplicación del martillo SCHMIDT (200 kp/cm²).

Sin embargo, se aconseja disminuir los valores de la tensión media admisible a adoptar y se propone no superar los 4 kg/cm². Con estos valores de capacidad portante y con las consideraciones de partida muy conservadoras (teniendo en cuenta una roca de muy mala calidad en cuanto a fracturación y resistencia a compresión simple a cota -1, 5 m) queda garantizada la ausencia de asientos en la cimentación de la estructura a cimentar.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

También hay que tener en cuenta que, para un empotramiento de zapata de 2,25 m, la carga del terreno sobre la cota de cimentación es de 0,5 kp/cm^2 para una densidad minorada de la roca de 2,1 g/cm^3, carga que hay que restar a la carga de trabajo final ejercida por la zapata, o lo que es lo mismo, para una carga de trabajo de la zapata de 0, 5 kp/cm^2 estamos ejerciendo una presión sobre el terreno similar a la que tenía a cota de cimentación antes de excavar. Para una carga de trabajo de 4 kp/cm^2 y el mismo empotramiento de 2,25 m, la carga real adicional sobre el terreno será de 3,5 kp/cm^2.

7.1. ASIENTOS

7.1.1. Asientos en Pizarras de Luarca

Se aconseja disminuir los valores de la tensión media admisible a adoptar y se propone no superar los 4 kp/cm^2. Con estos valores de capacidad portante y con las consideraciones de partida muy conservadoras (teniendo en cuenta una roca de mala calidad en cuanto a fracturación y resistencia a compresión simple a cota -1,5 m), queda garantizada la ausencia total de asientos en la cimentación de la estructura a cimentar.

7.2. CARGAS DE TRABAJO

Se recomienda no superar los 4 kp/cm^2, pudiendo incrementar este valor tras inspeccionar la excavación para la zapata.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

8. RECORRIDO DE LA TRAZA DEL VIAL

A continuación, se describen de forma esquemática aquellas zonas más relevantes detectadas en la traza del vial:

- P.K 0+140, se aprecia la presencia de roca en el talud de excavación.
- P.K. 0 + 150, las aguas de escorrentía procedentes de los caminos secundarios atraviesan con energía el vial principal, arrastrando gran cantidad de sedimentos gruesos, dato a tener en cuenta la hora de proyectar los drenajes.
- Entre el los P.K. 0+200 y 0+300 se proyecta mejorar la curvatura de la curva. La roca se presenta en el vial y en los taludes de excavación.
- P.K. 0 + 300. La ausencia de drenajes provoca que las aguas de escorrentía vayan erosionando el vial. Ladera de pendiente moderada y roca a escasa profundidad excavable.
- P.K. 0 + 400. La presencia de suelo eluvial y coluvial da lugar a la aparición de blandones en un tramo del vial, dato a tener en cuenta para sanear y mejorar este sector.
- P.K. 0 + 620. En el vial se presenta roca fracturada.
- P.K. 0 + 740. En el talud de excavación se presenta en su parte baja la roca fracturada, así como en la mitad del vial.
- P.K. 0 + 780. Arroyo canalizado con tubo de 400. El camino ha sido reconstruido tras las últimas lluvias al haber sido erosionado el vial por la energía del agua. Se precisaría incrementar el diámetro del tubo. Los materiales sobre los que se encaja el arroyo son depósitos coluviales y de derrubios de ladera y en algunos puntos se alcanza la roca.
- Foto. 35. P.K. 0 + 780. A la hora de construir el vial, ha de tenerse en cuenta la presencia de una captación de agua en este punto.
- Foto. 37. P.K. 0 + 900. Bajo un manto de suelo eluvial y coluvial se presenta la roca a una cota de aproximadamente 1, 0 m.
- P.K. 1 + 000. En los taludes del vial se aprecia la presencia de afloramientos de roca.
- P.K. 1 + 100. En el vial se produce la concentración de las aguas de escorrentía con la consiguiente erosión del vial. Destacar la presencia de roca en el fondo del vial.
- P.K. 1 + 200. En este punto tiene lugar también la concentración de aguas de escorrentía y de erosión del vial.
- P.K. 1 + 240. La roca fracturada se presenta a aproximadamente 1, 0 m de profundidad respecto a la cabecera del talud. El vial presenta afloramientos de roca en algunos puntos. En este punto se ha observado la presencia de un acebo de pequeño porte.
- P.K. 1 + 300. La escasa pendiente y la presencia de roca fracturada favorece las condiciones constructivas del vial.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Foto. 46. P.K. 1 + 360. En las zonas de collado, la tierra vegetal y el suelo eluvial alcanzan profundidades de unos 0, 90 m (ver calicata C-6).
- P.K. 1 + 575. Bajo la tierra vegetal y suelo eluvial, se presenta a escasa profundidad (aproximadamente 0, 75 m) la roca alterada y fracturada.
- P.K. 1 + 780. Cabecera del valle. En este punto se han detectado los mayores espesores de suelos de naturaleza limo arcillosa de 1, 20 a 1, 6 m. Para evitar blandones, de deberá sanearse el material arcilloso y canalizar el agua de escorrentía en este punto (ver fotos de calicata C-5 y plano 3).
- P.K. 1 + 860. Bajo la tierra vegetal y suelo eluvial, se presenta la roca a una profundidad de aproximadamente 1, 0 m. En el eje del vial la roca está a 0, 60 (ver fotos de calicata 4 y plano 3).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

9. CONDICIONES DE EXCAVABILIDAD

Al juzgar por la calidad de la roca que se ha detectado en las prospecciones C-1 a C-3 y la resistencia a compresión uniaxial estimada mediante martillo Schmidt, se puede decir que la excavabilidad por métodos convencionales no irá más allá de 1,8 m, siendo necesaria la utilización de martillo golpeador de gran potencia para las zonas más alteradas o incluso explosivos para las zonas de roca más sana por debajo de las cotas indicadas.

La profundidad de excavación para las zapatas será de aproximadamente 2,25 m respecto al terreno natural.

10. RESISTIVIDAD DEL TERRENO: SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL

El presente capítulo geofísico tiene como objetivo determinar la resistividad del terreno en la vertical de la zona donde se realizarán los trabajos de construcción de un nuevo Parque Eólico Carrugueiro, dentro del término municipal de Boal, Asturias.

Las prospecciones realizadas servirán de base, sobre todo, a los cálculos que se deban ejecutar para el diseño de las instalaciones y estructuras de toma a tierra.

Para realizar las mediciones oportunas se seguirán las diferentes reglamentaciones en vigor. Y por eso se ha determinado un punto de medida o estación geoeléctrica sobre el que se realizarán los ensayos oportunos para obtener los valores de conductividad del terreno.

10.1. METODOLOGÍA

La exploración del subsuelo mediante corrientes eléctricas ha sido empleada siguiendo diferentes métodos. El más conocido son los sondeos eléctricos verticales.

En este método se introduce una corriente eléctrica continua a través de dos electrodos en el terreno (electrodos de corriente). La diferencia de potencial establecida entre ambos recorre el subsuelo atravesando los materiales que lo forman. Entre estos electrodos se realiza una medición de la caída de potencial mediante un voltímetro (electrodos de potencial). La relación existente entre la intensidad de corriente introducida y la caída de potencial medida nos proporciona el valor de la resistividad del terreno atravesado.

Los parámetros que obtenemos del terreno no son valores verdaderos de la resistividad del mismo, ya que al atravesar la corriente los materiales estos son, normalmente, anisótropos y heterogéneos. Por lo que el valor obtenido es un valor denominado resistividad aparente.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Aumentando la distancia entre los puntos de introducción de la corriente, es decir, situando los electrodos de corriente cada vez más alejados del punto de medida conseguimos introducir la corriente a zonas más profundas y, por lo tanto, obtener una columna de resistividades aparentes.

En la interpretación de los resultados obtenidos hemos de tener en cuenta varios parámetros, entre ellos el tipo de dispositivo usado en la realización del sondeo, los materiales que supuestamente se van a atravesar, etc.

En este caso se ha usado un dispositivo de tipo tetraelectródico denominado Wenner, es decir, se disponen dos a dos los electrodos de corriente y potencial con una separación entre los mismos constante y que se incrementa para realizar mediadas a mayor profundidad.

El procedimiento a seguir es el siguiente: se sitúan los electrodos en la posición necesaria para la medición, es decir, simétricamente a ambos lados del punto de estación o medida y separados por distancias iguales entre sí; una vez conectados al equipo de medida y a la fuente de energía se procede a introducir ésta en el terreno y realizar la medición de la caída de potencial. Debemos hacer una puesta a cero del sistema antes de tomar los valores, si el equipo no dispone de compensador automático del potencial espontáneo, de otra manera nos aparecerán los valores de intensidad de corriente y voltaje necesarios para el cálculo de la resistividad del terreno.

Los valores obtenidos se representan en un gráfico bilogaritmico y se procede a su interpretación geofísica y geológica.

Los resultados que se obtienen son los valores de resistividad real del terreno que mediante tablas publicadas al uso se traducen en materiales geológicos si se considera necesario.

10.1.1. Equipo Utilizado

En este estudio se ha utilizado el siguiente equipo para prospección eléctrica:

Equipo Integrado Modelo SARIS, marca SCINTREX, con capacidad de medida de hasta 0.001 mV y memoria interna.

Cables estándar para mediciones de SEV.

Los datos obtenidos en el campo han sido tratados mediante el programa de interpretación geoeléctrica WINSEV 6.0 de la casa GEOSOFT

10.1.2. Reglamentación seguida en la realización de los ensayos geoeléctricos

La normativa actualmente en vigor aplicable a los estudios de resistividad del terreno para instalaciones eléctricas debe tener en cuenta la siguiente normativa:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía (Decreto del 12 de marzo de 1954) y posterior modificación de los artículos 2 y 92 (R.D. 724/1979) que se desarrolla en la Orden del 18 de septiembre de 1979.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O. Marzo/1971).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Decreto 2413/1973) e Instrucciones Técnicas Complementarias (O. Octubre/1973).
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación (R.D. 3275/1982) e Instrucciones Técnicas Complementarias (Orden de 18 de octubre de 1984).
- Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Decreto 3151/1968 del 28 de noviembre de 1968.
- Normas UNE. Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 02.

Por otro lado, la Technical Instruction For Soil Resistivity Measurement y las normas DIN/VDE y los estándares de la IEEE hacen recomendaciones similares a lo recogido en la normativa anterior.

En aplicación de estas normas y como complemento a las labores de toma de datos se ha procedido a la confección de un Sondeo Eléctrico Vertical completo con el que se puede establecer una columna de resistividades continuas, lo que permitirá evaluar la variación del parámetro medido no solo en los puntos necesarios según norma, sino en el resto de la vertical explorada.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

10.2. RESULTADOS

Los anteriores reglamentos recogen la norma de medida para subestaciones e instalaciones en edificios de transformación la cual se realizaría como una toma de datos de la conductividad del terreno a diferentes profundidades preestablecidas.

Sin embargo, la toma de datos geoeléctricos mediante los métodos conocidos no permite establecer una profundidad de medida determinada, aunque se tiende a tomar el valor de un tercio de la semidistancia interelectródica de corriente en el caso de los dispositivos de medida del tipo Wenner. No obstante, y aun así, estos valores de resistividad medidos tampoco son reales, sino una medida de la resistividad aparente, la cual no refleja el verdadero valor de la conductividad del terreno sobre el que nos encontramos.

Por lo tanto, para la correcta aplicación de la norma los ensayos se ejecutarán realizando un sondeo eléctrico vertical (S.E.V.) en cada punto de estación o muestreo, con dos direcciones principales, como mínimo, de medida e interpretando el conjunto de valores de resistividad aparente como un solo elemento de medida.

Esto permitirá establecer la columna de resistividades reales bajo la zona ensayada y obtener, así, los valores reglamentados en la normativa con una precisión óptima y asignada a cada profundidad.

Los ensayos realizados, siguiendo las normas e instrucciones que se han relacionado en el párrafo y páginas anteriores, en cada punto de estudio han sido dos S.E.V. con extensión de electrodos de corriente en dos direcciones perpendiculares entre sí. Como sabemos las medidas en SEV están influenciadas tanto por la topografía superficial como por el tipo de terreno que es atravesado por la corriente eléctrica, así que es necesario contrastar los valores ensayados en dos direcciones diferentes para evaluar las heterogeneidades de los datos tomados.

Una vez interpretados ambos S.E.V. se han obtenido los valores de resistividad del terreno a profundidades de 1, 3, 5 y 10 metros recomendadas para subestaciones e instalaciones eléctricas.

En las tablas que aparecen en las páginas siguientes presentamos los valores de resistividad aparente medidos en los S.E.V. realizados. Esta toma de datos se ha realizado con un tiempo estable y seco, en condiciones de medida buenas y sin aparente ruido ambiental.

La nomenclatura de estos ensayos es arbitraria y por ello se ha denominado a uno de los S.E.V. con la letra A y al realizado en el mismo punto de estación, pero con alas o extendimiento de electrodos de corriente de disposición perpendicular al primero, con la letra B.

No han existido problemas en la toma de datos ni en la medida o introducción de los electrodos en el terreno ya que se ha trabajado sobre una zona de praderia, suelo vegetal

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

y el material superficial es poco compacto. No existen ruidos de fondo en la zona que puedan inducir medidas distorsionadas.

La situación del único ensayo realizado se puede observar en los planos adjuntos.

Los datos de campo de ambos S.E.V. son muy parecidos lo que indicaría un escaso cambio lateral de facies o de materiales en un entorno cercano al punto de ensayo. Para la interpretación realizada de ambos se ha obtenido un valor coherente para el punto de estación en base a estos valores medidos en el campo. La diferencia entre ambas medidas ortogonales es mínima y menor de un 10% y, respecto a la resistividad aparente medida en cada uno de los ensayos, casi despreciable.

La cota de aplicación de los ensayos es la natural en el momento de realizar la investigación y se puede observar de forma aproximada en las fotografías de los ensayos que se acompañan en el anexo 3 correspondiente del presente informe. No se han tomado referencias topográficas exactas para la representación de estos ensayos. Tampoco se dispone, en el momento de la redacción de este informe, de cartografía más exacta que permita este tipo de precisión.

Las nuevas rasantes a excavar o terraplenar deben tener en cuenta la posición en cota de estos ensayos.

En la tabla siguiente aparecen las medidas de los datos de campo (Resistividades aparentes) de cada uno de los S.E.V. realizados sobre el punto de estación.

10.2.1.S.E.V. 1 – Datos de Campo

MEDIDA	ρ A *(Ohm.m)*	ρ B *(Ohm.m)*
1	265.1	266.0
1.5	270.4	271.4
2	300.2	301.4
3	399.3	400.2
4	490.3	498.0
6	650.5	652.1
10	725.2	727.3
15	800.8	802.0
20	888.1	890.4
25	975.2	973.3
30	1018	1020
35	1081	1080.0

Tabla 8. Datos de campo obtenidos de la S.E.V. 1

Esta tabla sirve de base a la interpretación geofísica y se puede observar en forma gráfica en el Plano 5 hoja 1 adjunto a este informe. En este plano se puede observar el gráfico de valores de resistividades observadas en una representación bilogaritmica con ambas curvas de campo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Sobre estas curvas se realiza la inversión matemática de interpretación para obtener profundidades, espesores y resistividades reales. A continuación, aparecen los listados de valores de resistividad real para cada uno de los puntos de estación, una vez procesado el dato observado.

Estos valores son resistividades reales una vez invertidos matemáticamente los datos de campo presentados en las tablas anteriores. Los resultados se aportan de forma gráfica en el Plano 5.

10.3. CONCLUSIONES

El trabajo de investigación ha consistido en la ejecución e interpretación de dos ensayos de tipo S.E.V. (en la zona indicada en el plano 2), con un único punto de estación y posición de electrodos de corriente (AB) en direcciones perpendiculares entre sí siguiendo un dispositivo tetraelectródico tipo Schlumberger, equivalente al Wenner.

La homogeneidad del terreno no recomienda realizar más ensayos puesto que la variación del terreno en toda la extensión de la parcela no va a generar valores muy diferentes entre sí dentro del orden de la resistividad medida.

El punto de ensayo denominado SEV-1 se encontraría situada según las referencias que aparecen en los planos a escala adjuntos (Plano 2 hoja 1 de 1).

Los valores de resistividad real (no medida o aparente) para los materiales que existen en el subsuelo de la zona han proporcionado los datos que aparecen en la tabla que se muestra a continuación como resumen de las zonas observadas, los cuales son los solicitados por la reglamentación actualmente en vigor a usar en los cálculos de la malla de toma a tierra.

PROFUNDIDAD *(m)*	**ρ SEV -1 *(Ohm.m)***
1	250
3	4900
5	1450
10	1600

Tabla 9. Valores de cálculo obtenidos.

No obstante, la distribución continua de la resistividad a lo largo de la columna de materiales de la zona se puede consultar en el Plano 5 del Anexo 1 correspondiente a este informe.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V Fecha: 13/12/2021
VISADO

11. UTILIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE EXCAVACIÓN EN VIALES Y PLATAFORMAS

Los materiales producto de la excavación estarán en general constituidos por:

- Una primera capa de 10 - 30 cm de tierra vegetal a separar el acopio para su utilización en la restauración paisajística (ver plano 3) .
- 30-40 cm de suelo residual arcilloso con presencia de materia orgánica y fragmentos de pizarras y areniscas dispersos. Se trata de materiales plásticos a desechar para su utilización como subbase.
- 30 cm a 1, 0 m de roca fracturada y algo alterada de pizarras esquistosas con areniscas intercaladas muy alteradas, disminuyendo la alteración con la profundidad hasta alcanzar roca de difícil excavación a cota comprendidas entre 1,60 en C-1 y 0,70 en C-2 (emplazamiento de aerogeneradores).

La roca poco alterada se utilizará como pedraplén drenante en **cimiento de las pistas que necesiten drenaje** (zonas de collado y fondos de valle). Difícil compactación por su tamaño de bloque. **Excelente material para constituir plataformas de montaje** dada su naturaleza constituida a partir de fragmentos de roca de escasa alteración y deformabilidad.

Para el material algo más alterado, se podrán utilizar como referencia los resulta del año 2002 que se han obtenido muestras en la prospección C-2 para la realización de ensayos de compactación (Proctor modificado) y de capacidad de soporte (C.B.R.).

- C.B.R. al 100%:74.
- Hinchamiento: 0,31%.
- Absorción: 1,89%.
- Densidad Proctor: 2,14 g/cm^3.
- Humedad Proctor: 6,9%.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

11.1. CALIDAD DE LA EXPLANADA

La explanada es la superficie sobre la que se apoya el firme y su calidad es un factor de suma importancia que afecta sustancialmente al comportamiento y durabilidad del pavimento. La clasificación que se establece es la siguiente:

Tipo de explanada	C B R	Módulo (NLT-357/86)		Inspección visual
		Compresibilidad (E_{v2}) (kp/cm²)	Reacción (k) (MN/m³)	
S0	3 – 5	≥ 20	25 – 35	**Terrenos de mala calidad** - Formados, en general, por partículas finas y plásticas. - Pueden contener también algo de materia orgánica, detectable por su color oscuro y su olor (análogos a los de la tierra vegetal), u otros materiales que pueden provocar deformaciones apreciables. Asimismo puede ser el caso de rellenos recientes poco compactos, que en general, se reconocen por contener en su interior restos o desechos, por ejemplo plásticos, cascotes, etc.
S1	5 – 10	≥ 60	35 – 55	**Terrenos de calidad media** - Suelos granulares (gravas, arenas, etc) con partículas finas relativamente plásticas. - Terrenos deformables, pero no exageradamente, con el paso de unos pocos vehículos pesados sobre la explanada húmeda, siendo posible la circulación.
S2	> 10	≥ 120	> 55	**Terrenos de buena calidad** - Compactos, en general, formados por gravas y arenas con pocos finos plásticos. - El paso de vehículos pesados sobre la explanada húmeda no produce prácticamente huella.

NOTAS:
- Los terrenos peores que los S0 no son en principio aptos para soportar directamente el firme y su posible utilización requiere tratamientos especiales (sustitución de suelos, estabilización con cemento, etc.) para conseguir que se conviertan al menos en un tipo S0.
- Los caminos antiguos que hayan soportado ya circulación de vehículos pesados pueden considerarse englobados dentro de las explanadas S2.
- El módulo de compatibilidad es el correspondiente al segundo ciclo de carga.

Tabla 10. Tipos de explanada.

Conforme a la caracterización del terreno realizada en el presente Estudio Geotécnico, se puede clasificar a la explanada existente dentro de las Categorías S1 y S2 de la tabla anterior, siendo el parámetro fundamental para el dimensionamiento del pavimento el módulo de reacción 35 - 55 MN/m³.

11.2. NIVEL DE TRÁFICO ESPERADO

El efecto que produce el tráfico sobre el pavimento depende por una parte del peso de dichos vehículos y por otra de la frecuencia de paso de los mismos. Un pavimento no llega al final de su vida útil por el efecto del vehículo más cargado, sino por el efecto acumulado de todos los vehículos que han pasado sobre él.

En el citado Manual de referencia se clasifican en:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

DETERMINACIÓN DE LOS TRÁFICOS DE PROYECTO EN FUNCIÓN DEL ANCHO DE LA CALZADA

Ancho de calzada	Tráfico de proyecto
≤ 5 m	Total entre los dos sentidos
5 – 6 m	3/4 del total
≥ 6 m	1/2 del total

CATEGORÍAS DE TRÁFICO

Categoría de tráfico	Tráfico de proyecto (camiones diarios en el momento de puesta en servicio)
C1	25 a 50
C2	15 a 24
C3	5 a 14
C4	0 a 4

NOTA: Los pavimentos para tráficos de proyecto superiores a 50 camiones diarios no se han considerado en este manual

DETERMINACIÓN DE LA CATEGORÍA DE TRÁFICO EN FUNCIÓN DEL TIPO DE VÍA

Categoría de tráfico	Zonas rurales	Zonas urbanas
C4	Caminos de servicio de hasta 4m de ancho en zonas agrícolas por los que no circulen camiones de gran capacidad.	• Calles exclusivamente residenciales con las edificaciones ya construidas y sin tráfico comercial. • Calles con anchura inferior a 6 m sin tráfico comercial. • Aparcamientos de vehículos ligeros. • Zonas peatonales sin acceso de vehículos pesados.
C3	Caminos rurales sirviendo sólo a núcleos de menos de 250 habitantes.	• Calles comerciales, es decir, con tiendas, pequeñas industrias, talleres,etc. • Calles con 6 m o más de ancho sin servicio regular de autobuses urbanos (menos de 1 autobús por hora).
C2	Caminos rurales sirviendo sólo a núcleos de hasta 1.000 habitantes.	• Calles muy comerciales. • Calles con 6 m o más de ancho y con servicio regular de autobuses (más de 1 autobús por hora).
C1	Carreteras locales sirviendo a núcleos de hasta 5.000 habitantes.	• Calles arteriales o principales que no sean travesías de carreteras con tráfico mayor que el C1.

Tabla 11. Categorías de tráfico.

Por las características de uso de los viales del parque eólico, se considera asimilable a una categoría de tráfico C3, con objeto de asumir cierta capacidad de tráfico a parte del TE objeto de este informe. En todo caso, y aunque la frecuencia fuera inferior a la seleccionada, las singularidades del TE hacen recomendable la elección de una categoría superior.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

11.3. Materiales a utilizar en Explanada y Clasificación de la Explanada

En el presente apartado se aborda la posible utilización de los diferentes tipos de suelos en la explanada en función de su caracterización.

MATERIALES UTILIZABLES EN EXPLANADA			
Símbolo	**Definición de material**	**Artículo de PPTG**	**Prescripciones complementarias**
0	Suelo tolerable	330 Terraplenes	
1	Suelo adecuado	330 Terraplenes	
2	Suelo seleccionado	330 Terraplenes	
3	Suelo seleccionado	330 Terraplenes	CBR ≥ 20
T	Material de la zona de transición en pedraplenes	331 Pedraplenes	
S-EST 1	Suelo estabilizado "in situ" con cemento o cal	511 Suelos estabilizados con cemento. 510 Suelos estabilizados con cal	CBR de la mezcla a los 7 días ≥5; cemento o cal ≥2%
S-EST 2	Suelo adecuado estabilizado "in situ" con cemento o cal	330 Terraplenes 511 Suelos estabilizados con cemento. 510 Suelos estabilizados con cal	CBR de la mezcla a los 7 días ≥5; cemento o cal ≥3%
S-EST 3	Suelo adecuado estabilizado "in situ" con cemento	330 Terraplenes 511 Suelos estabilizados con cemento.	Resistencia a compresión simple a 7 días ≥1,5 MPa

Tabla 12. Clasificación de materiales a utilizar en explanada de terraplén y desmonte.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

A continuación, se acompañan los diferentes tipos de explanada en función de los materiales y espesores mínimos a utilizar.

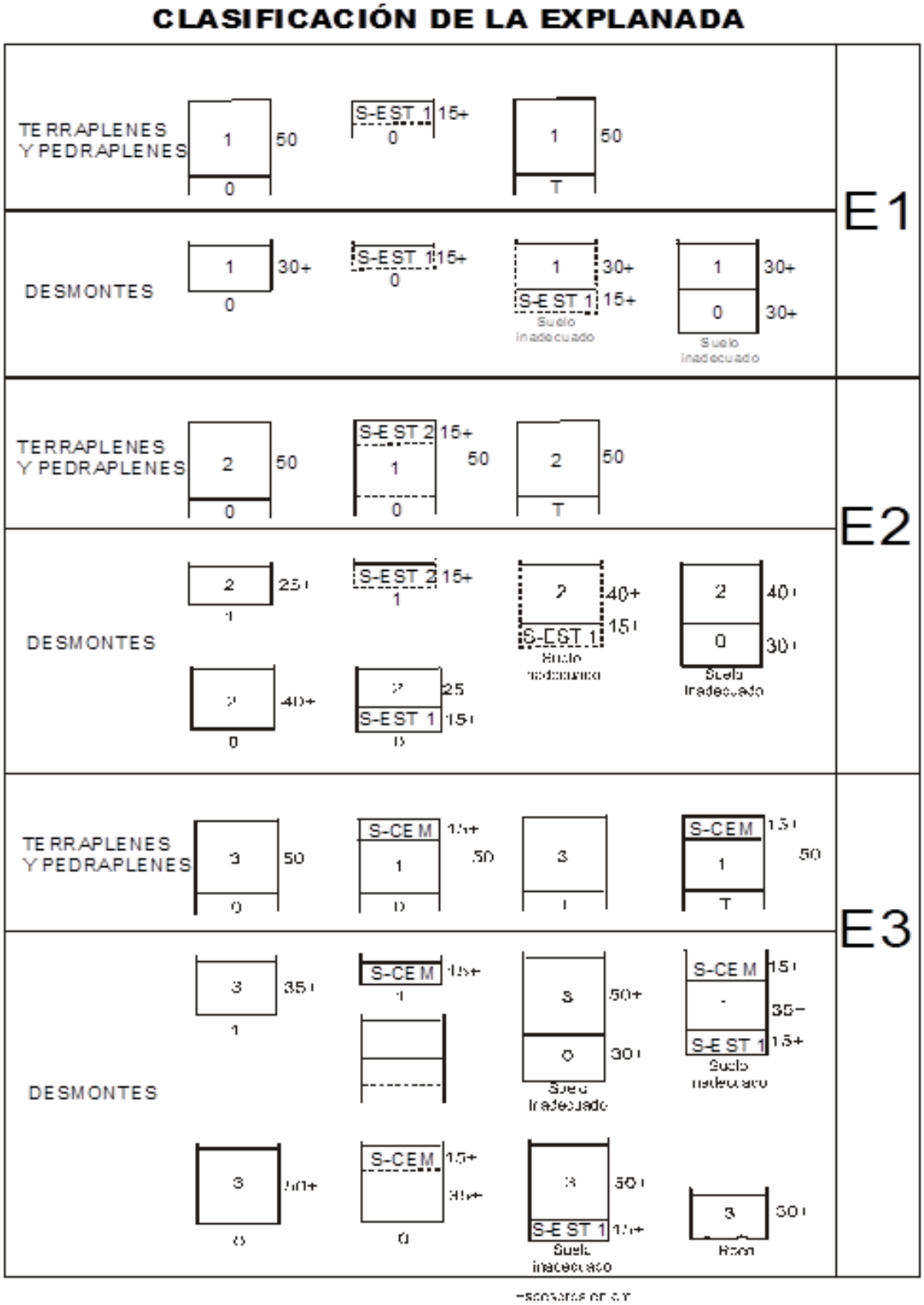


Tabla 13. Clasifiacion de la explanada

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

E1: 5≤ CBR < 10

E2: 10≤ CBR < 20

E3: CBR ≥ 20

En la siguiente relacionan los posibles materiales a utilizar en las secciones de firme, para los que el Pliego de prescripciones técnicas particulares deberá tener en cuenta las complementarias que se expresan a continuación.

	T0	T1	T2	T3	T4
E1			X	X	X
E2	X	X	X	X	X
E3	X	X	X	X	X

Tabla 14. Clasificación de materiales a utilizar en función de la sección de firme.

A efectos de utilización, se definen cinco categorías de tráfico pesado, en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp), en la explanada de proyecto y en el año de la puesta en servicio.

CATEGORIAS DE TRAFICO PESADO	IMDp
T0	IMDp > 2.000
T1	2.000 > IMDp > 800
T2	800 > IMDp > 200
T3	200 > IMDp > 50
T4	IMDp < 50

Tabla 15. Categorías de tráfico pesado.

11.4. Ejecución de la Explanada

El máximo peso soportado por los viales corresponde al transporte de la nacelle (aprox 150 t) en el caso de los viales de acceso al parque y al movimiento de la grúa principal (500 -700 t) en el caso de los viales internos del parque. Si bien el peso de los transportes es importante, la experiencia indica que el mayor deterioro del mismo sucede por el continuo paso de los camiones cargados con los diferentes elementos de la máquina, o incluso las hormigoneras, caso de emplear el mismo vial. En base a esto, la capacidad portante o carga admisible que deben tener los viales de acceso al parque debe ser

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

mínima de 2 Kp/cm^2 (aprox. 0,2 MPa) y en los internos del parque deberá ser mínima de 4 Kp/cm^2 (aprox. 0,4 MPa), a cota de rodadura, manteniéndose este valor hasta una profundidad de al menos 1 m en los viales de acceso a parque y de 3 m en los viales entre aerogeneradores.

Además, será necesario hacer ensayos sobre el material empleado en la explanada y con el material empleado en el paquete de firme, con objeto de controlar la compactación de las diferentes tongadas.

Con el material de la traza, una vez analizado, se buscará la formación de una explanada tipo E2, según se define en la Norma 6.1.-IC "Secciones de firme", para minimizar los espesores y calidad de material en el paquete de firme, disminuyendo por tanto el coste económico del mismo. El grado de compactación de las tongadas de material para explanada deberá garantizar una densidad seca que no podrá ser inferior al 95 % de la obtenida en el Próctor normal (en adelante PN).

En coronaciones utilizarán 25 cm de zahorra artificial sobre el nivel de suelo seleccionado o el relleno de pedraplén.

11.4.1.Explanada en Desmonte

Deberá eliminarse la capa de tierra vegetal y suelos eluviales (ver plano 3) hasta alcanzar el nivel de roca muy alterada o alterada (adecuado), sobre la que se deberá extender una capa de suelo seleccionado (CBR mayor de 10 y menor de 20) de 0, 25 m para conseguir una explanada E2 (tabla 8). La presencia de impermeabilidad y plasticidad en la roca muy alterada supone que debe proyectarse drenaje perimetral y dejar cierta pendiente en la superficie de apoyo para evitar encharcamientos y aparición de blandones. En los desmontes, se ha de tener en cuenta la entrada de agua por el contacto entre la roca y el suelo (ver plano 3). En todo momento la compactación del material de relleno se efectuará en tongadas de 30 cm de espesor máximo, para garantizar la efectividad de la maquinaria en toda la sección.

En coronación se utilizarán 25 cm de zahorra artificial sobre el nivel de suelo seleccionado o el relleno de pedraplén.

11.4.2.Explanada en Terraplén. Pedraplén.

Deberán eliminarse las capas de tierra vegetal, suelos eluviales (ver plano 3) hasta alcanzar el nivel de roca alterada de pizarras (adecuado a tolerable), sobre la que se deberá extender una capa de suelo seleccionado (CBR mayor de 10 y menor de 20) de 0, 50 m para conseguir una explanada E2. La presencia de impermeabilidad en la roca supone que debe proyectarse drenaje perimetral y dejar cierta pendiente en la superficie de apoyo para evitar encharcamientos y aparición de blandones. En todo momento la compactación del material de relleno se efectuará en tongadas de 30 cm de espesor máximo, para garantizar la efectividad de la maquinaria en toda la sección.

En coronaciones se utilizarán 25 cm de zahorra artificial sobre el nivel de suelo seleccionado o el relleno de pedraplén.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

11.5. CONTROL EN OBRA DE MATERIALES

11.5.1. Rellenos para la Ejecución del Vial y Plataformas

Se deberá seguir un control mediante ensayos de identificación para su clasificación y posible utilización. Los loteos se definirán en obra según variabilidad y volumen seleccionado.

De utilizar estos materiales como apoyo de cimentaciones o explanada, deberá realizarse un control de su capacidad portante y módulo de deformación, mediante la realización de placas de carga 1/500 m^2/tongada.

De optar por excavar estos materiales y su reutilización como relleno, los ensayos de identificación a realizar serán: CBR, contenido en materia orgánica, plasticidad, Proctor modificado, granulometría por tamizado, contenido en sales solubles.

11.5.2. Rellenos de Explanada Procedentes de Desmonte

Una vez clasificados los suelos, extendidos y compactados, se deberá realizar un seguimiento de la compactación de los mismos, comprobando su humedad, densidad proctor y módulo de deformación. Se realizará un control de ejecución de las tongadas mediante cálculo de densidades "in situ" y placas de carga. El loteo de control se realizará por cada tongada de 0,5 m y por unidades de superficie de 500 m^2 extendidos de tongada.

11.5.3. Hormigones y Aceros

Se realizará un control de materiales (hormigones y aceros) según las prescripciones de la norma EHE – 08, cuyo grado de intensidad será marcado por la dirección de obra (control reducido, estadístico o normal).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

12. SISTEMAS DE DRENAJE

El sistema de drenaje superficial deberá estar dimensionado para recoger las aguas de lluvia procedentes de la capa de rodadura, así como las aguas recogidas a pequeños cauces naturales de escorrentía que son interceptados por el vial, o incluso, en los casos en que proceda, para dar continuidad a los cauces naturales de mayor envergadura también interceptados. Para el cálculo se considerará un período de retorno de 25 años. Las pequeñas obras de drenaje transversal que se coloquen atravesando los viales deberán ir apoyadas sobre una base de relleno de 10 cm de espesor de hormigón de limpieza H-20 N/mm2. Además, deberán ser hormigonadas con hormigón ligero, de modo que la obra de drenaje actúe de encofrado perdido, garantizando un recubrimiento mínimo de 5 cm en laterales y parte superior del conducto.

Finalmente se rellenará la parte superior de la zanja hasta cota de capa de rodadura con el mismo material empleado en las secciones del camino que no tienen drenaje. La pendiente de estos conductos deberá ser suficiente para permitir el desagüe evitando aterramientos en la entrada y no demasiada para evitar fuerte erosión en la salida.

La capa de rodadura deberá ser lo más impermeable posible (siempre teniendo en cuenta las limitaciones del material empleado), para reducir en lo posible la cantidad de agua superficial que llega al cuerpo del firme por infiltración, para lo cual es imprescindible una buena compactación.

Para evitar la excesiva presencia de agua en el firme y en la explanada, problema muy habitual tanto en los viales de acceso como en los interiores del parque, se extenderán materiales granulares gruesos en las vaguadas y fondos de collado más susceptibles de acumular agua, con espesores mínimos de 1,0 m para facilitar el drenaje e impedir que se alcancen los niveles de relleno más finos.

Especial atención en los siguientes puntos:

- P.K. 0+150, las aguas de escorrentía procedentes de los caminos secundarios atraviesan con energía el vial principal, arrastrando gran cantidad de sedimentos gruesos, dato a tener en cuenta la hora de diseñar el vial.
- P.K. 0+300. La ausencia de drenajes provoca que las aguas de escorrentía vayan erosionando el vial. Ladera de pendiente moderada y roca a escasa profundidad excavable.
- P.K. 0+400. La presencia de suelo eluvial y coluvial da lugar a la aparición de blandones en un tramo del vial, dato a tener en cuenta para sanear y mejorar este sector.
- P.K. 0+780. Arroyo canalizado con tubo de 400. El camino ha sido reconstruido tras las últimas lluvias al haber sido erosionado el vial por la energía del agua. Se precisaría incrementar el diámetro del tubo. Los materiales sobre los que se encaja

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

el arroyo son depósitos coluviales y de derrubios de ladera y en algunos puntos se alcanza la roca.

- Foto. 35. P.K. 0+780. A la hora de construir el vial, ha de tenerse en cuenta la presencia de una captación de agua en este punto.
- P.K. 1+100. En el vial se produce la concentración de las aguas de escorrentía con la consiguiente erosión.
- P.K. 1+200. En este punto tiene lugar también la concentración de aguas de escorrentía y erosión del vial.
- P.K. 1+780. Cabecera del valle. En este punto se han detectado los mayores espesores de suelos de naturaleza limo arcillosa de 1, 20 a 1, 6 m. Para evitar blandones, de deberá sanearse el material arcilloso y canalizar el agua de escorrentía en este punto (ver calicata C-5).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

13. MÓDULOS DE BALASTO

Uno de los métodos de cálculo de losas flexibles es el que supone el suelo equivalente a un número infinito de resortes elásticos -muelles-, actuando junto a las cargas -hipótesis de cimentación flexible llamada también cimentación de Winkler-. El método será más adecuado cuanto más 'flexible' sea la losa, lo cual dependerá fundamentalmente de las dimensiones de ésta, y especialmente la relación entre su canto y las dimensiones de la base en cada dirección. Los resortes elásticos resultado de la modelización se caracterizarán por su constante k, que representa la rigidez de estos a la deformación en su eje, y que ahora se denominará módulo o coeficiente de balasto del terreno. En definitiva, dicho coeficiente representa la rigidez frente al asentamiento de la losa del suelo: un coeficiente alto de balasto supondrá un suelo rígido sobre el que los asientos son menores, y un coeficiente bajo supondrá grandes deformaciones.

El módulo de balasto de la losa se suele definir a partir de ensayo de placa de carga realizado sobre el terreno, siendo lo más habitual que dicha placa tenga unas dimensiones de 30x30cm (1 pie x 1 pie).

A falta de la realización de ensayos con placa de carga, daremos a título orientativo, valores estimados del módulo de balasto, así como una estimación particular para nuestro caso:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

VALORES DE K_{30} PROPUESTOS POR TERZAGUI	
Suelo	**k_{30} (kp/cm³)**
Arena seca o húmeda:	
-Suelta	0,64-1,92 (1,3)*
-Media	1,92-9,60 (4,0)
-Compacta	9,60-32 (16,0)
Arena sumergida:	
-Suelta	(0,8)
-Media	(2,50)
-Compacta	(10,0)
Arcilla:	
q_u=1-2 kp/cm²	1,6-3,2 (2,5)
q_u=2-4 kp/cm²	3,2-6,4 (5,0)
q_u>4 kp/cm²	>6,4 (10)
*Entre paréntesis los valores medios propuestos	
VALORES DE K_{30} PROPUESTOS POR DIVERSOS AUTORES	
Suelo	**k_{30} (kp/cm³)**
Arena fina de playa	1,0-1,5
Arena floja, seca o húmeda	1,0-3,0
Arena media, seca o húmeda	3,0-9,0
Arena compacta, seca o húmeda	9,0-20,0
Gravilla arenosa floja	4,0-8,0
Gravilla arenosa compacta	9,0-25,0
Grava arenosa floja	7,0-12,0
Grava arenosa compacta	12,0-30,0
Margas arcillosas	20,0-40,0
Rocas blandas o algo alteradas	30,0-500
Rocas sanas	800-30.000

Tabla 16. Valores de K_{30} propuestos

Se propone adoptar los siguientes valores de K30 = 15 kp/cm³ para la roca descompuesta o muy fracturada.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si durante las excavaciones en la etapa de construcción aparecen materiales de resistencia o consistencia menor a los encontrados en las prospecciones, se recomienda que sean inspeccionadas por un técnico especialista para evaluar las medidas correctoras a adoptas, para de este modo poder reducir los posibles asientos diferenciales.

Los materiales afectados por las obras serán pizarras y areniscas de tonos negros pertenecientes a la Formación Pizarras de Luarca. Están afectadas por metamorfismo, presentando esquistosidad y varias familias de diaclasado. El terreno presenta numerosos afloramientos de roca en superficie, lo que da una idea de la dureza y resistencia frente a la erosión de estos materiales.

El material excavado será tipo pedraplén, y las granulometrías más pequeñas se podrán clasificar como adecuado a tolerable.

Los **materiales a la cota de cimentación propuesta no presentan contenido en Sulfatos** solubles y son débilmente agresivos frente al hormigón, por lo que no precisan de cementos especiales.

Realizar un saneo de 0,10 a 0, 30 m de tierra vegetal y el nivel de suelos eluviales con espesores de 0,30 a 0,60 m hasta alcanzar los niveles de roca alterada. En las zonas con presencia de roca con mayor grado de alteración profundizar hasta alcanzar la roca (zonas de collado y fondos de vaguada en pequeños valles).

El empotramiento de las zapatas proyectado será de aproximadamente 2, 25m respecto al nivel de terreno natural. Al juzgar por la calidad de la roca que se ha detecta en las prospecciones C-1 a C-3 y la resistencia a compresión uniaxial estimada mediante martillo Schmidt, se puede decir que la excavabilidad por métodos convencionales no irá más allá de 1,7 en C-1 y de 1, 0 m en C-2 y C-3 (posiciones de AE1 a AE-3), siendo necesaria la utilización de martillo golpeador de gran potencia para las zonas más alteradas o incluso explosivos para las zonas de roca más sana por debajo de las cotas indicadas (ver plano 3 y fotos de C-1 a C-3.).

La **carga de trabajo máxima** para las zapatas será de **4 kg/cm²**. Para las cargas de trabajo recomendadas, los asientos esperados no superaran unos pocos milímetros, no llegando a alcanzar los asientos admisibles para este tipo de infraestructuras.

El nivel freático no se manifiesta en ninguna de las prospecciones realizadas, aunque si aparecen zonas con tendencia a encharcamientos y concentración de agua en los primeros niveles de suelo (zonas de collado y de fondo de valle).

La resistencia a compresión simple de la roca intacta presenta resistencias que han oscilado entre 150 y 350 kp/cm^2.

Realizar inspecciones de obra en las excavaciones de la obra, por si se pudieran presentar zonas de mayor grado de alteración.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Se adjunta tabla de resistividades reales.

PROFUNDIDAD *(m)*	ρ SEV -1 *(Ohm.m)*
1	250
3	4900
5	1450
10	1600

Tabla 17. Valores de cálculo de resistividad del terreno.

Se adjunto tabla resumen de ensayos de laboratorio.

PRUEBA	NORMA	LUGAR	ELEM. INVEST.	Nº ENS.	COTA	RESULT.
CORTE DIRECTO (UU)	UNE 103-401	C-2	Roca alterada	1	2,50 m	F= 17,4º C= 0,98
DENSIDAD APARENTE	UNE 103-302	C-1	Roca alterada	1	1,60 m	1,53 gr/cm^3
C.B.R.	UNE 103-502	C-1	Roca alterada	1	1,60 m	Absorción:1,89 Hinchamiento:0,31 C.B.R.: 74
PROCTOR MODIFICADO	UNE 103-501	C-1	Roca alterada	1	1,60 m	Humedad: 6,9% Densidad: 2,14
CONTENIDO EN SULFATOS	UNE 103-202	C-2	Roca alterada	1	2,50 m	AUSENCIA
LIMITES DE ATTERBERG	UNE 103-103	C-5	Roca alterada	1	1,0 m	LL 30,1 LP 27,7
ACIDEZ BAUMANN	EHE	C-5	Roca alterada	1	1,0 m	264
MATERIA ORGÁNICA	UNE 103-204	C-1	Roca alterada	1	1,60 m	1,5 %
SALES SOLUBLES	NLT - 114	C-1	Roca alterada	1	1,60 m	0,03
GRANULOMETRÍA	UNE 103-101	C-1	Roca alterada	1	1, 60 m	Tamiz 0,08 12,8%
TOTAL ENSAYOS: "LABORATORIO"				9		

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

PLANOS

VISADO ELECTRÓNICAMENTE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

Nº Visado: 20211618V

Fecha: 13/12/2021

VISADO

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ENSAYOS DE LABORATORIO

VISADO ELECTRÓNICAMENTE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

Nº Visado: 20211618V

Fecha: 13/12/2021

VISADO

ANEXO VII.

PROGRAMA DE EJECUCIÓN

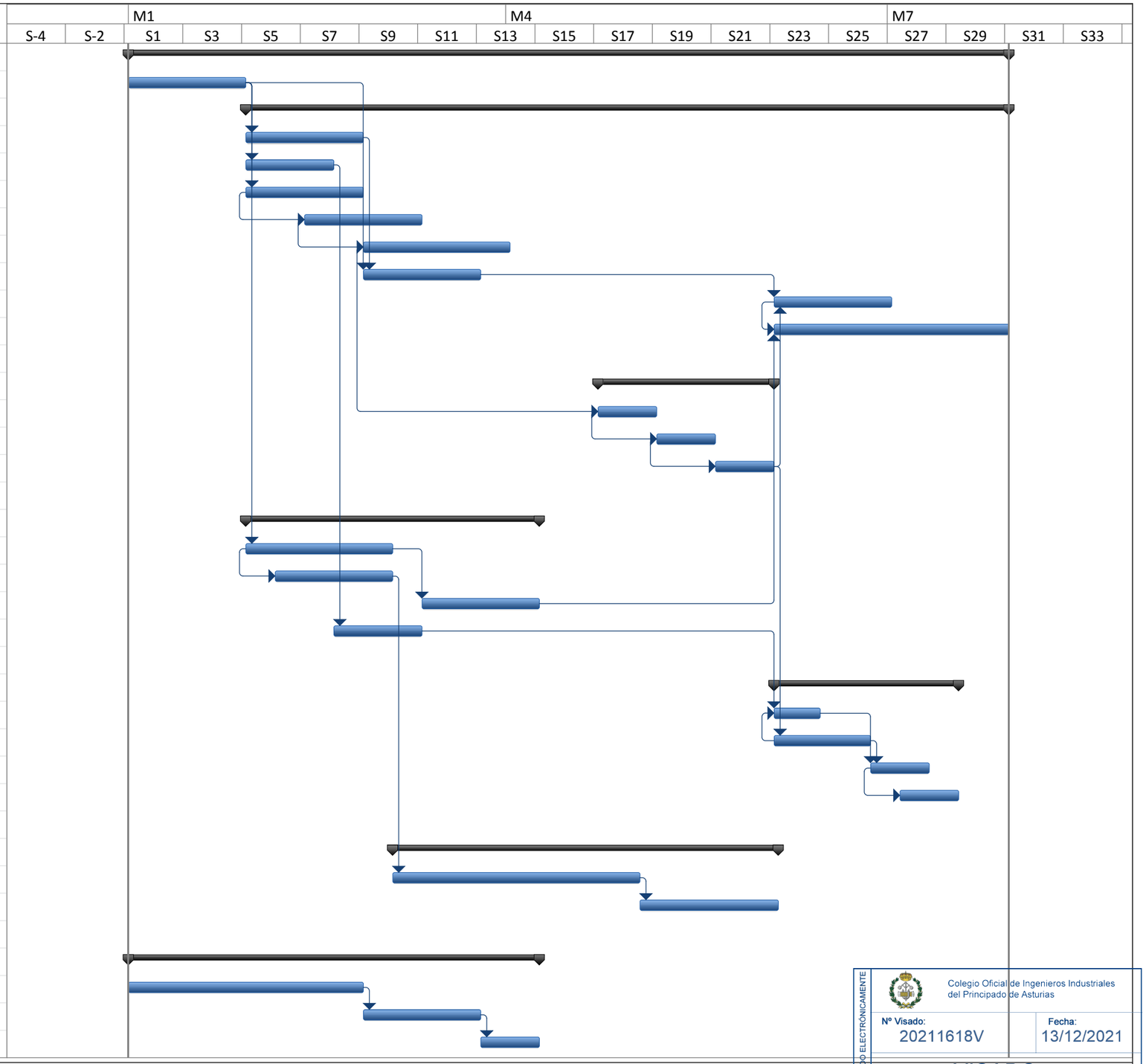
Parque Eólico Carrugueiro

(Concejos de Boal y Castropol– Asturias)

Expediente: P.E. 159

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras
1		**P. E. CARRUGUEIRO**	**150 días**	
2		**Replanteo**	**20 días**	
3		**Obra Civil**	**130 días**	
4		Accesos y Viales	20 días	2
5		Camino de Acceso al Edificio de Control	15 días	2
6		Excavación Zapatas Aeros	20 días	2
7		Armado Zapatas Aeros	20 días	6CC+10 días
8		Hormigonado Zapatas Aeros	25 días	7CC+10 días
9		Ejecución Plataformas de Montaje	20 días	2;4
10		Ultima Capa de Zahorra en Viales	20 días	9;16
11		Restauración e Hidrosiembra	40 días	21;10CC
12				
13		**Montaje Aerogeneradores**	**30 días**	
14		Montaje Fustes	10 días	8CC+40 días
15		Montaje Góndolas	10 días	14CC+10 días
16		Montaje Rotores	10 días	15CC+10 días
17				
18		**Infraestructura Eléctrica**	**50 días**	
19		Apertura de Zanja (30 kV)	25 días	2
20		Tendido de Cables en Zanja	20 días	19CC+5 días
21		Tapado de Zanja	20 días	19FC+5 días
22		Montaje de Equipos Eléctricos en Edificio	15 días	5
23				
24		**Pruebas y Puesta en Marcha**	**32 días**	
25		Equipos Eléctricos en edificio	9 días	22;26CC
26		Pruebas Aeros Sin Tensión	17 días	16
27		Pruebas Aeros Con Tensión	10 días	25;26
28		Pruebas Sistema SCADA	10 días	27CC+5 días
29				
30		**Edificio de Control**	**66 días**	
31		Montaje Equipos	43 días	20
32		Pruebas	23 días	31
33				
34		**Subestación Eléctrica**	**70 días**	
35		Obra Civil	40 días	
36		Montaje Electromecánico	20 días	35
37		Ensayos y Pruebas	10 días	36



VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Proyecto: P. E. CARRUGUEIRO
Fecha: vie 29/10/21

Tarea		Tareas externas		Tarea manual		Sólo fin	
División		Hito externo		Sólo duración		Fecha límite	
Hito		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen		Hito inactivo		Resumen manual			
Resumen del proyecto		Resumen inactivo		Sólo el comienzo			

ANEXO VIII.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Parque Eólico Carrugueiro

(Concejos de Boal y Castropol – Asturias)

Expediente: P.E. 159

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

HISTÓRICO

FECHA	REV.	COMENTARIOS	AUTORES		
			ELABORADO	REVISADO	APROBADO
09/21	00	Creación del Documento	AFF	SVF	SRF

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ÍNDICE

1. MEMORIA INFORMATIVA 9

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO 9

2. MEMORIA DESCRIPTIVA 10

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 10

2.2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO 10

2.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE OBRA. EMPLAZAMIENTO 11

3. DISPOSICIONES DE SEGURIDAD DE CARÁCTER GENERAL . 12

3.1. ACCESO Y VALLADO 12

3.1.1. Acceso 12

3.1.2. Cerramiento y Señalización de la Obra 13

3.2. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS 13

3.2.1. Área de Ejecución del Proyecto 13

3.2.2. Interferencias Entre Empresas 14

3.3. VÍAS Y SALIDAS DE EMERGENCIA 15

3.4. ORDEN Y LIMPIEZA 15

3.5. PRECAUCIONES CONTRA LA CAÍDA DE MATERIALES Y PERSONAS Y LOS RIESGOS DE DERRUMBAMIENTO 15

3.6. ALUMBRADO 16

3.7. PREVENCIÓN DE INCENDIOS 16

3.8. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 17

3.9. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE 17

3.10. VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES 17

4. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA PARA EL DESARROLLO DEL PARQUE EÓLICO 18

4.1. ANÁLISIS Y PREVENCIÓN DE RIESGOS 20

4.1.1. Obra Civil 20

4.1.2. Montaje: Unidades y Procedimientos 50

4.1.3. Protección Contra Incendios 57

4.1.4. Montaje y/o desmontaje de cableados y tendido de interconexión 61

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.1.5. Red de Tierras y Puesta a Tierra de Aparellaje 64
4.1.6. Ensayos y Pruebas Finales: Puesta en Marcha 65
4.1.7. Trabajos en Tensión 66

5. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUECOMPONEN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA PARA EL DESARROLLO DE LA TORRE DE MEDICIÓN 74

5.1. TRABAJOS A REALIZAR 74

5.2. ANÁLISIS Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES 74

5.2.1. Normas básicas de Seguridad 74
5.2.2. Análisis de Riesgos, Normas de Seguridad y Protecciones.....75

6. TRABAJOS DIVERSOS 78

6.1. TRABAJOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA 78

6.2. TRABAJOS DE SOLDADURA AUTÓGENA 80

6.3. TRABAJOS DE SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA 87

6.4. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS 87

6.5. MANIPULACIÓN MECÁNICA DE CARGAS 90

6.6. ACOPIOS Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAL 98

6.7. TRANSPORTE DE MATERIAL 99

6.8. TRABAJOS EN ALTURA 101

6.9. TRABAJOS SIN TENSIÓN 104

6.10. TRABAJOS EN PROXIMIDAD A ELEMENTOS EN TENSIÓN 109

6.11. TRABAJOS EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN. TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS. 116

6.12. CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRAS, VISITAS Y TRÁNSITO GENERAL EN ZONAS DE OBRA. 118

6.13. TRABAJOS CON EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS 120

6.14. TRABAJOS EN AMBIENTES PULVÍGENOS 123

6.15. TRABAJOS CON EXPOSICIÓN A AGENTES FÍSICOS. TRABAJOS A LA INTEMPERIE.....123

6.16. TRABAJOS EN INSTALACIONES EN EXPLOTACIÓN 126

7. EQUIPOS DE TRABAJO 131

7.1. EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.....131

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

7.2. EQUIPOS DE COMPACTACIÓN 136
8. EQUIPOS DE HORMIGONADO 139
8.1. HORMIGONERA PASTERA 139
8.2. CAMIÓN HORMIGONERA 141
8.3. BOMBA DE HORMIGONADO 142
8.4. VIBRADOR DE HORMIGÓN 144
9. VEHÍCULOS 146
10. EQUIPOS PARA LA MANIPULACIÓN MECÁNICA DE CARGAS 150
10.1. GRÚAS MÓVILES 150
10.2. MAQUINILLO (POLIPASTO ELÉCTRICO) 154
10.3. PUENTES GRÚA 158
10.4. CARRETILLAS ELEVADORAS 160
10.5. DÚMPER 164
11. HERAMIENTAS ELÉCTRICAS DE MANO 168
12. HERRAMIENTAS MANUALES 172
13. MESA DE CORTE 174
14. EQUIPOS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA 176
14.1. COMPRESOR 176
14.2. GRUPO ELECTRÓGENO. 179
15. MÁQUINA PARA EL TENDIDO DE CABLES 183
16. CESTAS Y PLATAFORMAS ELEVADORAS 184
17. MEDIOS AUXILIARES 187
17.1. ANDAMIOS MODULARES Y TUBULARES 187
17.1.1. Escaleras de Mano y Tijera 191
18. INSTALACIONES PROVISIONALES 196
18.1. INSTALACIÓN PROVISIONAL ELÉCTRICA 196
19. INSTALACIONES DE PREVENCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS 201

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

20. INSTALACIONES DE ALUMBRADO 204

21. INSTALACIONES DE HIEGIE Y BIENESTAR 206

21.1. DOTACIÓN DE ACCESOS 206

21.2. DOTACIÓN DE VESTUARIOS 206

22. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES ... 207

22.1. FORMACIÓN 207

22.2. INFORMACIÓN 208

23. VIGILANCIA DE LA SALUD: MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL 209

23.1. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS 209

23.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS 209

24. RECURSO PREVENTIVO 211

25. TELÉFONOS DE INTERÉS 212

26. PLANOS 213

26.1. GENERALES 213

26.2. SEÑALES PARA OBRAS EN CARRETERAS 214

26.3. ANDAMIOS I 215

26.4. ANDAMIOS II 216

26.5. PROTECCIONES SOBRE CUBIERTA LIGERA 218

26.6. ESCALERAS DE MANO 219

26.7. EXTINTOR 220

26.8. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 221

26.9. TRABAJO EN PRESENCIA DE LÍNEAS DE TENSIÓN 222

26.10. PROTECCIONES DE LÍNEAS ELÉCTRICAS 223

26.11. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS 224

26.12. DUMPER 225

26.13. TOPES 226

26.14. GRÚA MÓVIL 227

26.15. SEÑALES PARA EL MANEJO DE GRÚAS 228

26.16. MALLAZO ELECTROSOLDADO 229

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

26.17. CABLES Y ESLINGAS 230

26.18. PREVENCIÓN DE DESPRENDIMIENTOS DE TIERRA 231

26.19. CINTURONES DE SEGURIDAD 232

27. PLIEGO DE CONDICIONES 233

27.1. DISPOSICIONES DE APLICACIÓN 233

27.2. CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN 243

27.2.1. Consideraciones de los Equipos de Protección Colectiva 243

27.2.2. Consideraciones de los Equipos de Protección Individual 245

27.2.3. Empleo y Conservación del Material de Seguridad 248

27.3. SEÑALIZACIÓN 250

27.4. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS 251

27.4.1. Consideraciones de los Andamios Tubulares 252

27.4.2. Consideraciones de los Medios de Extinción de Incendios 253

27.5. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES 254

27.6. ACCIDENTES LABORALES 255

27.6.1. Acciones a seguir en caso de Accidente Laboral 255

27.6.2. Comunicaciones inmediatas en caso de Accidente 256

27.7. SEGURIDAD EN LA OBRA 257

27.8. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 258

27.9. OBLIGACIONES DE CADA CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 260

27.10. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES 261

27.11. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD 263

27.12. COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD 264

27.13. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 265

27.14. LIBRO DE INCIDENCIAS 266

27.15. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 266

27.16. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL 267

27.17. SUBCONTRATACIÓN 267

28. PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD PARA EL PARQUE EÓLICO 268

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.1. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA OBRA CIVIL Y MEDIA TENSIÓN 268

28.1.1. Protecciones individuales 269
28.1.2. Protecciones colectivas 272
28.1.3. Instalaciones de Higiene y Bienestar 273
28.1.4. Servicios de prevención y formación 276
28.1.5. Total presupuesto obra civil y Media Tensión 277

28.2. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE MONTAJE 278

28.2.1. Protecciones individuales 279
28.2.2. Protecciones colectivas 281
28.2.3. Instalaciones de Higiene y Bienestar 282
28.2.4. Servicios de prevención y formación 285
28.2.5. Total Presupuesto Montaje 286

28.3. TOTAL PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA EL PARQUE EÓLICO 287

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1. MEMORIA INFORMATIVA

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el Art. 7 del citado Real Decreto, el objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Denominación del Proyecto: **Modificado Proyecto Técnico Parque Eólico Carrugueiro.**

Emplazamiento: El futuro Parque Eólico se encuentra en los concejos de **Boal y Castropol**.

El Parque Eólico se ejecutará en 5 meses.

Número máximo de operarios:

- En total, para la ejecución de la obra, se considera una media de 20 trabajadores trabajando se forma simultánea.

2.2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

El Proyecto consiste en la ejecución del PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO.

Se trata de un Parque Eólico de **15,875 MW** de potencia total, dotado de **3 aerogeneradores**. El Parque Eólico dispone los aerogeneradores a lo largo de un cordal que sigue la orientación de la sierra, buscando una dirección lo más perpendicular posible a los vientos reinantes en la zona, con cotas en torno a los **800-950 m.s.n.m**.

El conjunto del Parque consta, además, de la red de accesos y las infraestructuras de MT asociadas.

El proceso a seguir en el desarrollo constructivo del Parque es el siguiente:

- Desbroce del terreno y poda de arbolado.
- Extendido de materiales.
- Rellenos y compactación.
- Excavaciones.
- Cimentaciones.
- Montaje de aerogeneradores.
- Accesos y cerramiento.
- Movimiento de tierras (mediciones, replanteo, excavación, relleno y compactación).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Construcción de la malla de puesta a tierra.
- Ejecución de losa de hormigón para instalaciones exteriores.
- Montaje de aparamenta de elementos exteriores.
- Canalizaciones.
- Tendido de cable y conexiones.
- Tendido de cables de tierra, fibra óptica.
- Puesta en marcha y pruebas finales.

2.3. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE OBRA. EMPLAZAMIENTO

El área de implantación donde se proyecta el Parque Eólico afecta a los Concejos de Boal y Castropol. Los aerogeneradores del Parque se ubican en el entorno de la Sierra de Penouta.

La evacuación del parque eólico se realizará mediante una LSMT hasta la SET Carrugueiro.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3. DISPOSICIONES DE SEGURIDAD DE CARÁCTER GENERAL

Se tomarán todas las precauciones adecuadas para:

- Garantizar que todos los lugares de trabajo sean seguros y estén exentos de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.
- Proteger a las personas que se encuentren en una obra o en sus inmediaciones de todos los riesgos que pueda acarrear ésta.

Se indicarán con claridad todos los huecos, aberturas y otros lugares que puedan entrañar un peligro para los trabajadores.

3.1. ACCESO Y VALLADO

3.1.1. Acceso

Previo al inicio de trabajos, han de quedar claramente definidos los accesos a las distintas partes de la obra. Realizándose éstos por aquellas zonas en que se produzcan menos número de afecciones y estando siempre visiblemente señalizados.

Estos accesos, se señalizarán debidamente de forma que se advierta en todo momento de los riesgos existentes a todos los que trabajan o circulan por la obra. En dicho acceso, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra. Se deberá colocar, como mínimo, la siguiente señalización:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso de EPI en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Peligro, salida de camiones.
- Peligro por cargas suspendidas.

En el caso del Parque Eólico, se han de señalizar cada uno de los viales de acceso al Parque, así como las carreteras próximas a dichos viales, que puedan verse afectadas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

"No se permitirá la entrada en la obra a visitantes o personas ajenas, salvo que estén debidamente autorizados o vayan acompañados de una persona competente y lleven un equipo de protección adecuado."

3.1.2. Cerramiento y Señalización de la Obra

Las condiciones del vallado provisional de delimitación de la obra serán:

- Vallas de 2 m de altura con postecillos y pies de hormigón.
- Portón para acceso de vehículos de 4 m de anchura y puerta independiente para acceso de personal.

Es obligatorio vallar todas aquellas zonas que sea viable y tener siempre señalizadas y delimitadas las diferentes áreas en las que se están realizando trabajos; así como la colocación de los carteles de seguridad pertinente.

3.2. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

3.2.1. Área de Ejecución del Proyecto

Si se intuyese la existencia de líneas eléctricas no reflejadas en los planos proporcionados por la Propiedad, se establecerá un protocolo de actuación para la detección de dichas líneas.

En todo caso, antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos, deberá ser informado de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc. y su zona de influencia.

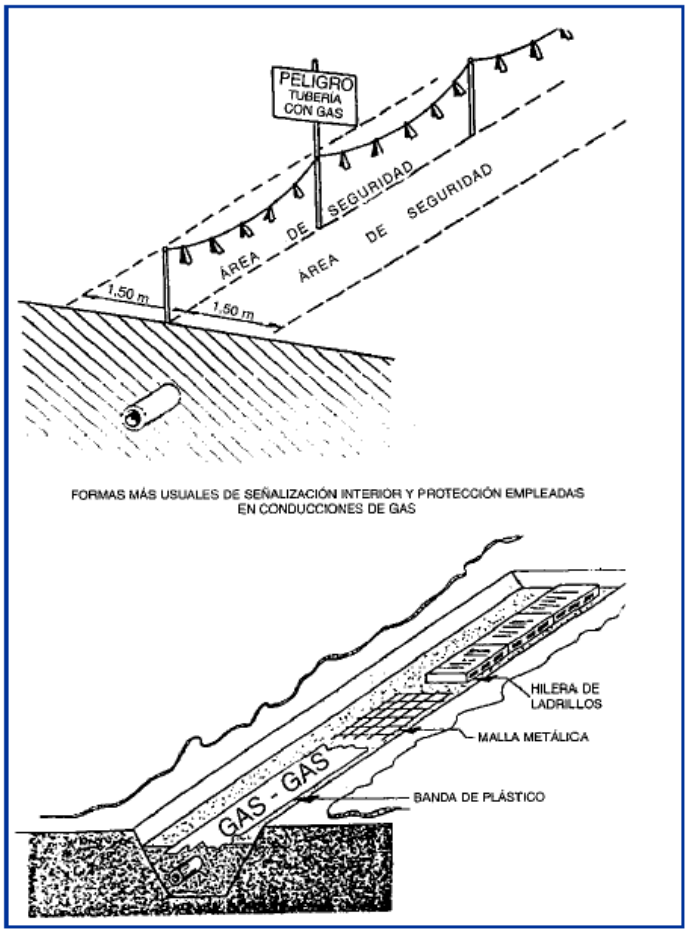
Caso de encontrarse con ellas, se deberán señalizar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir, de común

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

acuerdo, las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

NO DEBERÁ PERMITIRSE, POR NINGÚN MOTIVO, LA REALIZACIÓN DE CUALQUIER TAREA COINCIDENTE CON CUALQUIER TIPO DE INSTALACIÓN QUE ESTÉ EN SERVICIO.

Como norma general, una vez localizadas, hay que señalizarlas y, en su caso, requerir la actuación de los servicios técnicos competentes para su desvío, canalización o protección, debiendo mantenerse las distancias de seguridad según se actúe mecánica o manualmente: 1 m como mínimo, en el primer caso, y 0,5 m, en el segundo.



3.2.2. Interferencias Entre Empresas

El primer punto a tener en cuenta será la concurrencia de diversas empresas contratistas/subcontratistas de diferente actividad, tanto dentro de la misma obra: montaje, obra civil, etc.; como entre las distintas obras.

Cuando se den estos casos, se establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, según los términos previstos en los

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

artículos 18 y 24 de la Ley de Prevención de Riesgos (desarrollado en el RD 171/2004), este último referente a Coordinación de actividades empresariales.

3.3. VÍAS Y SALIDAS DE EMERGENCIA

Las vías y salidas de emergencia irán siendo determinadas en cada fase de obra, teniendo en cuenta siempre que dichas vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán de poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

- Las vías y salidas específicas de emergencia se señalizarán conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización se fijará en los lugares adecuados y tendrá la resistencia suficiente.

3.4. ORDEN Y LIMPIEZA

Se hará especial hincapié en dicho asunto, debido a la coexistencia de diferentes empresas contratistas que han de almacenar y acopiar su propio material. En todo caso, durante los trabajos, se aplicará un programa adecuado de orden y limpieza que tenga en cuenta los siguientes puntos:

- El almacenamiento adecuado de materiales y equipos;
- La evacuación de desperdicios, desechos y escombros a intervalos apropiados.

No se depositarán ni acumularán en la obra materiales sueltos innecesarios que puedan obstruir los medios de acceso y salida de los lugares de trabajo y los lugares de paso.

Cuando un lugar de trabajo o de paso esté resbaladizo debido al hielo, la nieve, el aceite u otras causas, se limpiará o se esparcirá en él arena, serrín, cenizas u otros productos semejantes.

3.5. PRECAUCIONES CONTRA LA CAÍDA DE MATERIALES Y PERSONAS Y LOS RIESGOS DE DERRUMBAMIENTO

Se tomarán precauciones adecuadas para proteger a las personas contra la caída de materiales y herramientas o de maquinaria, cuando ésta sea izada o apeada, instalando para ello vallas o barreras, o apostando algún trabajador para que vigile las operaciones.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Si la seguridad lo exige, se emplearán apeos, vientos, obenques, apuntalamientos, riostras o soportes, o se tomarán otras precauciones eficaces para impedir todo riesgo de derrumbamiento, desplome o desmoronamiento mientras se realizan trabajos de construcción, conservación, reparación, desmontaje o demolición.

Se protegerán con cubiertas o vallas todas las aberturas que puedan entrañar un riesgo de caída para los trabajadores; esas aberturas se señalizarán de la manera más apropiada.

Si las circunstancias lo permiten, se instalarán barandillas y plintos conformes a las disposiciones de las leyes y reglamentos nacionales, con objeto de proteger a los trabajadores contra caídas de un lugar de trabajo a altura peligrosa.

Cuando no fuere posible hacerlo:

- Se instalarán redes y lonas de seguridad adecuadas, o bien
- Se facilitarán cinturones, chalecos o arneses de seguridad apropiados.

3.6. ALUMBRADO

En principio, no se prevé la necesidad de realizar trabajos nocturnos, por lo que, en las fases de movimientos de tierra y montaje, no se utilizará iluminación artificial.

En todo caso, cuando la iluminación natural no sea suficiente para garantizar la seguridad, se preverá un alumbrado suficiente y apropiado, incluidas, cuando proceda, lámparas portátiles en todos los lugares de trabajo y en cualquier otro lugar de la obra por el que pueda tener que pasar un trabajador.

En la medida de lo posible, el alumbrado artificial no deslumbrará ni producirá sombras. En caso necesario, se preverán resguardos adecuados para las lámparas.

Los cables de alimentación del material de alumbrado eléctrico portátil serán de un diámetro y características adecuados al voltaje necesario, y tendrán una resistencia mecánica suficiente para soportar las rudas condiciones de su utilización en las obras.

3.7. PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Se dotará de un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra los incendios para lugares puntuales.

Cada contratista preverá medios de extinción de incendios propios de forma que se encuentren en una zona de fácil acceso en caso de incendio durante su propia actividad.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Dichos dispositivos deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Asimismo, deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Por otro lado, la maquinaria de obra deberá estar provista de medios de extinción de incendios de polvo seco, con la siguiente capacidad extintiva (ORDEN de 27 de julio de 1999).

- Hasta 1.000 Kg. de PMA: Uno de clase 8A/34B.
- Hasta 3.500 Kg. de PMA: Uno de clase 13A/55B.
- Hasta 7.000 kg de PMA: Uno de clase 21A/113B.
- Hasta 20.000 kg de PMA: Uno de clase 34A/144B.
- Más de 20.000 kg de PMA: Dos de clase 34A/144B.

En el PLIEGO DE CONDICIONES técnicas y particulares, se detallan las especificaciones técnicas que tienen que cumplir estos dispositivos.

3.8. SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La Propiedad proporcionará al menos un punto de enganche de energía eléctrica dentro de la obra o dentro de la instalación. La ubicación de este punto de enganche será estudiada al inicio de los trabajos según las necesidades de la empresa contratista.

3.9. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

Se dispondrá de al menos un punto de enganche de agua potable dentro de la obra.

En caso de que el suministro no pueda realizarse, se dispondrán de los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra.

No obstante, se preverá el suministro de agua necesario para los trabajadores mediante garrafas de agua potable para evitar posibles deshidrataciones y golpes de calor.

3.10. VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES

Se conectarán a la red de alcantarillado existente en las inmediaciones de la ubicación de las obras.

Caso de ser muy compleja la conexión de una toma, se dispondrá de una fosa séptica provisional, con capacidad adecuada, desde el principio de las obras a la cual se conducirán las aguas sucias de los servicios higiénicos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA PARA EL DESARROLLO DEL PARQUE EÓLICO

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se ha dividido la obra en una serie de trabajos por especialidades o unidades constructivas dentro de cada uno de los apartados correspondientes a la obra civil y al montaje, de forma que nos podamos remitir al correspondiente apartado en cada fase de ejecución.

FASE DE OBRA PARQUE EÓLICO	ANÁLISIS DE RIESGOS
ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	
Instalación del Vallado provisional. Talado de árboles y desbroce de masa vegetal. Explanación, acondicionamiento del terreno mediante excavaciones y/o rellenos	Obra civil: • Replanteos. • Eliminación de masa vegetal. Tala y poda de arbolado. • Movimiento de tierras
1ª FASE DE CIMENTACIONES Y ESTRUCTURA	
Excavaciones del recinto hasta cota de proyecto	Obra civil: • Movimiento de tierras. Cimentación Estructura • Encofrado y desencofrado. • Colocación de armaduras. • Puesta en obra, vibrado y curado del hormigón y mortero.
PUESTA A TIERRA	
Puesta a Tierra	Red de tierras y puesta a tierra de la aparamenta.
2ª FASE DE CIMENTACIONES Y ESTRUCTURA	
Cimentaciones. • Excavaciones. • Hormigonados.	Obra civil: • Movimiento de tierras

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

FASE DE OBRA PARQUE EÓLICO	ANÁLISIS DE RIESGOS
• Ejecución de zapatas. • Ejecución de cimentaciones. Estructura. • Soleras y solados. • Estructura metálica. • Forjados y muros de hormigón	Cimentación. Estructura. • Encofrado y desencofrado. • Colocación de armaduras. • Colocación de embebidos. • Puesta en obra, vibrado y curado del hormigón y mortero. • Forjados y cubiertas. • Inyecciones.
ZANJAS DE CONDUCTOS Y CABLES	
Zanjas de conductos y cables	Obra civil: • Movimiento de tierras. Estructura • Encofrado y desencofrado. • Colocación de armaduras. • Puesta en obra, vibrado y curado del hormigón y mortero. • Montaje de prefabricados.
MONTAJE	
Montaje de aerogeneradores. Montaje de palas Armado de apoyos Tendido de conductores. Sala de celdas Sala de equipos auxiliares (batería de condensadores) Sistema de comunicación	Montaje de prefabricados Montaje y/o desmontaje de estructura y soportes metálico. Montaje y/o desmontaje de aparamenta eléctrica y componentes de control Montaje y/o desmontaje de instalaciones complementarias. Montaje y/o desmontaje de cableados y tendido de interconexión. Ensayos y pruebas finales: puesta en

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

FASE DE OBRA PARQUE EÓLICO	ANÁLISIS DE RIESGOS
	marcha.
URBANIZACIÓN	
Jardinería y paisajismo.	Obra civil: • Movimiento de tierras. • Extendido de grava.

4.1. ANÁLISIS Y PREVENCIÓN DE RIESGOS

Como se ha visto en el apartado anterior, para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se ha dividido la obra en una serie de trabajos por especialidades o unidades constructivas, asimismo, se incluyen una serie de equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la ejecución de la misma.

El siguiente análisis de riesgos sobre el proyecto de ejecución podrá ser variado por cada uno de los contratistas adjudicatarios en su propio Plan de Seguridad y Salud. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el presente Estudio de Seguridad y Salud.

4.1.1. Obra Civil

Replanteo

Este punto comprende todos los trabajos topográficos de campo, tanto planimétricos como altimétricos y de señalización, necesarios para representar de forma clara, sobre el terreno, el espacio a ocupar en planta y en alzado por el conjunto de la obra, así como por todas y cada una de sus partes constitutivas, en las diferentes fases de construcción.

<u>Riesgos asociados a la actividad</u>

- Caída desde altura
- Caída de personas al mismo nivel
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Caída de objetos en manipulación
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero
- Contacto eléctrico directo
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Temperaturas ambientales extremas
- Accidente causado por seres vivos

Medidas correctoras o consignas preventivas

- Realizar los trabajos de replanteo sin la presencia de obstáculos en la zona correspondiente.
- El personal de replanteo permanecerá atento a cualquier otra actividad que se desarrolle en las cercanías evitando posibles interferencias con dichas actividades.
- En caso de simultaneidad con otros trabajos, se dispondrá la señalización adecuada en los puntos ocupados por el personal que realice los replanteos. Si fuese necesario, se utilizará ropa de protección de alta visibilidad (chalecos reflectantes).
- Los medios auxiliares, como cintas métricas, miras y jalones, estarán fabricados con materiales dieléctricos o adecuadamente aislados cuando la existencia de riesgo eléctrico así lo exija.
- El traslado y almacenamiento de los medios auxiliares se realizará conforme a las consignas preventivas indicadas en los apartados "Manipulación manual de cargas" y "Transporte de material".
- Durante el clavado de estacas o clavos mediante mazas o martillos, hacer uso de guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Equipos de Protección Individual

- Calzado de protección básico (resistente y con puntera resistente a impactos) con resistencia a la perforación (requisitos mínimos).
- Ropa de protección de alta visibilidad (chalecos reflectantes).
- Casco de seguridad.

Protecciones colectivas

- Señalización homologada indicativa de riesgo.
- Cordón reflectante de balizamiento o cinta de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Conos y jalones de señalización.

Protecciones de uso circunstancial

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Equipo autónomo de protección respiratoria en caso de trabajos subterráneos como ambientes viciados que sean nocivos para el trabajador.
- Señalización normalizada de tráfico.
- Balizas luminosas
- Señales
- Vallas metálicas normalizadas para desviación de tráfico y contención de peatones.
- Ropa de protección frente al mal tiempo.

Eliminación de Masa Vegetal. Tala y Poda de Arbolado

Riesgos asociados a la actividad

- Caída de objetos desprendidos.
- Contactos eléctricos.
- Golpes y cortes con objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída desde altura.
- Propagación de incendios.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Se prohíbe cualquier trabajo de medición o estancia de personas en la zona de influencia donde se encuentran operando las máquinas que realizan labores de desbroce.
- Se evitarán los periodos de trabajo en solitario en la medida de lo posible, salvo circunstancias excepcionales o de emergencia.

Talado de árboles

- Antes de realizar las labores de talado, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:
    - Estudio de la caída natural.
    - Elección de la dirección de caída.
    - Preparación y limpieza del terreno próximo al tronco.
    - Preparación del tronco.
- Si la dirección de caída natural no coincide con la elegida, se forzará ésta

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

mediante cuerdas y se efectuará la "entalla" en tal dirección. La caída será guiada cuando pueda producir daños a terceros, propiedades, etc.

- Para efectuar la tala, se efectuará un corte o "entalladura de dirección" y luego el corte de caída.
- Antes el talado, se cortarán las ramas que estén demasiado bajas.
- Ningún operario permanecerá en las proximidades de caída en la trayectoria del árbol, incluso de los árboles próximos a dicha trayectoria.
- No se efectuarán operaciones de tala con vientos fuertes.
- Si es necesario derribar un árbol cerca de líneas eléctricas, telefónicas, etc., se deberán cortar las ramas a una altura suficiente para que le árbol caiga sin traspasar la distancia de seguridad.
- Una vez comenzada la tarea de talado, ésta deberá terminarse totalmente antes de retirarse al terminar la jornada de trabajo.

Desramado

- En primer lugar, se cortarán las ramas que obstaculicen el trabajo.
- El desramado del tronco comenzará por la base siguiendo hacia la copa, efectuándose siempre desde un mismo lado del tronco.
- Seguidamente se cortarán las ramas que provocan tensiones en la rama principal. Finalmente se cortará la rama principal.
- Siempre se iniciará el corte por la parte de la rama sometida a tracción.
- Si las ramas son muy grandes, se cortarán en dos veces o en las que se considere necesarias.
- Se tendrá especial cuidado al terminar de cortar las ramas de forma que no alcancen al operario por movimientos incontrolados.

Tronzado

- Previamente se realizará un examen de las partes sometidas a tensiones (compresión, tracción).
- Se preverán los posibles movimientos del tronco.
- En pendientes siempre se efectuarán los cortes desde la parte contraria al sentido de rotación del tronco.
- Se procurará hacer el corte siempre un poco inclinado.

Poda

- Una persona dirigirá los trabajos desde el suelo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- No se situarán varios operarios en un árbol simultáneamente.
- Antes de acceder a cualquier árbol se deberán inspeccionar las ramas para comprobar si tienen debilidades en su estructura.
- Nunca se deben utilizar las ramas secas como soporte de asentamiento o agarradera.
- Al ascender/descender del árbol, los operarios no transportarán herramientas en las manos.
- Durante los trabajos que impliquen caída de ramas, no permanecerá ninguna persona debajo de la zona afectada.
- Se respetarán las distancias de seguridad en el caso de cortar ramas en proximidad de líneas eléctricas. Sí no fuera posible se procederá al descargo de las mismas. Si los trabajos hay que realizarlos con tensión, se hará uso del procedimiento de T.E.T. correspondiente.
- Para evitar daños a terceros, interrupción de carreteras, vías, etc.., se tendrá especial cuidado en la caída de las ramas. Sí es necesario se guiará y controlará su caída mediante cuerdas o medios auxiliares.

Manipulación y quema de ramas y matorrales

- Antes de proceder a la quema de ramas o matorrales se cumplirá con la LEGISLACIÓN VIGENTE obteniendo los permisos necesarios.
- Se apilarán en montones pequeños, fuera de las zonas de paso, de líneas eléctricas, telefónicas, etc.
- No se abandonará una zona de fuego, sin extinguirlo totalmente.
- Se dispondrá de extintor de incendios.

Herramientas de mano (hachas, palancas, ganchos, etc.)

- No se efectuarán los cortes en dirección al cuerpo.
- El hacha se sujetará de forma segura.
- Se mantendrá una distancia suficiente entre los operarios que manejen estas herramientas.
- Se seguirán las medidas correctoras y consignas preventivas que sean de aplicación del apartado "Herramientas manuales".

Herramientas mecánicas (motosierras, desbrozadores, etc.)

- Se seguirán las medidas correctoras y consignas preventivas que sean de aplicación del apartado "Herramientas eléctricas de mano".

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Serán utilizadas por personal que esté capacitado para ello. El traslado se realizará con la herramienta parada. No se situará ningún operario en el radio de acción de las herramientas.
- No se cortará con la punta del espadín, para evitar el riesgo de rebote de la motosierra.
- El reaprovisionamiento de combustible se realizará en lugares despejados y libres de materiales inflamables. Se esperarán unos minutos antes de reaprovisionar, para que se enfríe la herramienta. Mientras se mantengan calientes se colocarán sobre un tronco, madera, nunca donde haya hojas secas.
- Antes de arrancar el motor deberá separarse unos metros del lugar donde se ha aprovisionado de combustible. Está prohibido fumar o producir llama dentro de la Zona de Trabajo.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Calzado de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C.
- Protectores auditivos.
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes para partículas.
- Fajas lumbares antivibraciones.

Movimiento de Tierras

El movimiento de tierras comprende las operaciones de excavación, retirada del material sobrante con carga y transporte del mismo, y terraplén o relleno.

A su vez, las excavaciones pueden ser a cielo abierto o subterráneas, las cuales normalmente se realizan con medio mecánicos, no contemplándose en este estudio el uso de explosivos, pues es de rara aplicación.

Riesgos genéricos en movimientos de tierras

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída desde altura considerable.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Exposición a ruido.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Golpes y cortes contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones.
- Accidente causado por seres vivos.

Riesgos específicos en excavaciones subterráneas

En este apartado quedan incluidos los riesgos genéricos en movimientos de tierras y se amplían con los siguientes riesgos:

- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas.
- Fatiga visual.

Riesgos específicos en terraplenes y rellenos, incluso extendido y compactación

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída desde altura considerable.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Exposición a ruido.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones.
- Accidente causado por seres vivos.

Medidas correctoras o consignas preventivas generales para el movimiento de tierras

- Previamente al inicio de los trabajos se realizará un estudio del terreno para determinar sus características y consiguiente definición de taludes o en su defecto entibación necesaria.
- Previamente al inicio de los trabajos se realizará una identificación de las conducciones existentes en las zonas de actuación (agua, alcantarillado, electricidad, gas, etc.). En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.
- En caso de ser necesario, se colocará vallado perimetral de obra alrededor de la misma.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras. En caso de proximidad para la supervisión de trabajos, será obligatorio el uso de casco de seguridad.
- Queda prohibida la simultaneidad del trabajo de la máquina con la permanencia de operarios en el interior de la excavación.
- Todas las excavaciones de obra se señalizarán en todo su perímetro con el fin de evitar caídas a distinto nivel limitando el acceso de vehículos y personas. Cuando la profundidad de la excavación sea superior a 2 m, se deberá proteger mediante el uso de barandillas con suficiente rigidez y estabilidad.
- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos. Para este tipo de trabajos, la contrata deberá nombrar **Recurso Preventivo**, que permanecerá en el tajo durante la realización de los trabajos, siendo éste quien determine si es necesario entibar o no dependiendo de las características y compacidad del terreno. En general, cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 m y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa. Por otro lado,

VISADO ELECTRÓNICO MENSUAL
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

para profundidades inferiores a 1,30 m en terrenos coherentes, podrán hacerse cortes verticales (taludes) sin entibar. En todo caso, siempre se tendrán previstos elementos de entibación cerca del área de la excavación o zanja.

- Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas. Se retirarán sólo cuando dejen de ser necesarias, y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.
- Del mismo modo, se controlarán cuidadosamente las paredes ataluzadas después de lluvias, heladas, desprendimientos o cuando sea interrumpido el trabajo más de un día por cualquier circunstancia. En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.
- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
- El acceso de los trabajadores al fondo de la excavación de zanjas, se realizará en función de la excavación. En el caso del uso de escaleras de mano se seguirán las medidas descritas en "Medios auxiliares: escaleras de mano y de tijera".
- Sobre las zanjas se dispondrán pasos adecuadamente protegidos a ambos lados: se dispondrán pasarelas de madera de 60 cm de anchura, bordeados con barandillas sólidas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.
- Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matojos cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse (tubos, ladrillos, elementos para entibaciones, etc.) se colocarán a una distancia de al menos 2 m del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes.
- Cuando en los trabajos de excavación se empleen máquinas, camiones, etc. que supongan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a desprendimientos de tierras en los taludes, se adoptarán las medidas oportunas de refuerzo de entibaciones.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación de 4 m.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Respecto a la maquinaria utilizada para el transporte y movimiento de tierras, se seguirán las medidas correctoras y consignas preventivas indicadas en el correspondiente apartado de "Equipos de trabajo".
- El traslado de material se realizará conforme a las consignas preventivas indicadas en los apartados "Manipulación manual de cargas" y "Transporte de material".

Excavaciones subterráneas

- Durante la realización de los trabajos, asegurarse de una iluminación adecuada: la iluminación mínima será de 100 lux y para trabajos de montaje de instalaciones, será de unos 200 lux como mínimo. La luz artificial ha de alumbrar de manera general la zona de trabajo sin producir deslumbramientos ni un excesivo contraste entre zonas iluminadas y de sombra.
- Si advierte que el lugar en el que se va a trabajar no dispone de la suficiente iluminación, se avisará al encargado o a la persona responsable para que proceda a la correcta iluminación de la zona de trabajo. En el caso de usar portátiles para la iluminación, se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados con tensiones de seguridad, a 24 V.
- En lugares donde se prevea que puede existir atmósferas tóxicas se deberá comprobar mediante mediciones la cantidad de oxígeno y otros gases existentes. Siempre que se pueda se intentará que exista ventilación natural o forzada. En caso de dudas de la existencia de gases tóxicos o asfixiantes se utilizará un equipo autónomo de respiración. No utilizar aparatos de combustión en el interior de las galerías o pozos.
- La ventilación del frente de trabajo será apropiada permanentemente a la demanda de aire limpio. Su dimensionamiento se efectuará a partir de las necesidades mínimas requeridas por el personal y la maquinaria emisora de gases contaminantes.

Terraplenes y rellenos, incluso extendido y compactación

- La zona de trabajo dispondrá de la señalización adecuada, pensando en el tránsito de operarios a pie, quienes en todo momento han de tener a la vista máquinas y vehículos a fin de mantenerse fuera de su radio de acción. Los conductores prestarán especial atención a las personas que trabajen en las

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

cercanías, que deberán ir provistas de elementos de señalización adecuada.

- La circulación de vehículos que aportan el material de terraplén o relleno no interferirá con las relativas a maquinaria que realiza el extendido y compactación.
- En el caso del uso de equipos de compactación del terreno, regar la zona a compactar para que se reduzca el polvo que puede producirse.
- El vertido de material de relleno no se efectuará hasta tener la seguridad de que ningún operario, medio de ejecución o instalación provisional, quedan situados en la trayectoria de caída.
- La cantidad de material de relleno a verter cada vez no será superior al admisible para compactar con objeto de eliminar obstáculos en el fondo de la excavación. El relleno progresará por igual en todos los puntos de la zona de trabajo a fin de no provocar desniveles en el piso.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Calzado de protección básico (resistente y con puntera resistente a impactos) con resistencia a la perforación (requisitos mínimos).
- Ropa de protección frente al mal tiempo.
- Ropa de protección de alta visibilidad (chalecos reflectantes).
- Protectores auditivos tipo tapones o tipo orejeras para operadores de maquinaria u operarios que trabajen en su proximidad.
- Ropa de protección impermeable en ambientes húmedos.
- Sistema de protección anticaídas con cinturones de sujeción y elementos de amarre para operarios en plataformas de trabajo.
- Fajas lumbares antivibraciones para operadores de maquinaria y vehículos que generen vibraciones.
- Botas impermeables en trabajos en terrenos anegados.
- Protección ocular tipo gafas de montura universal o de montura integral resistentes a proyecciones.
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes para partículas en ambientes pulvígenos.
- Equipo autónomo o semiautónomo de respiración en ambientes viciados o agresivos en el caso de excavaciones subterráneas.

Protecciones colectivas

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Señalización homologada indicativa de riesgo.
- Cordón reflectante de balizamiento o cinta de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Conos y jalones de señalización.
- Baliza luminosa para señalización nocturna.
- Señalización normalizada de tráfico.
- Señalistas.
- Vallas metálicas normalizadas para desviación de tráfico y contención de peatones.

Sostenimientos: Entibación

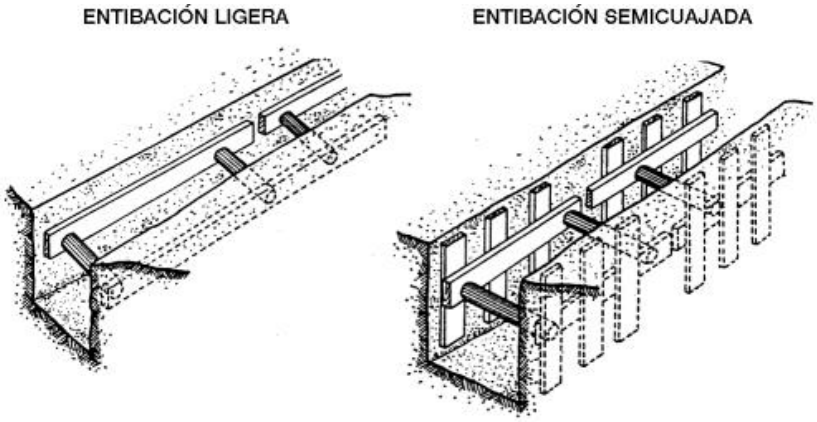
El conjunto de los sostenimientos engloba todas las actividades encaminadas a garantizar la estabilidad de taludes, hastiales, bóvedas y de toda superficie de cualquier tipo de terreno que, por sus condiciones naturales o por las alteraciones sufridas durante el proceso constructivo, presente riesgo de deslizamiento o derrumbamiento. En este caso, sólo se va a contemplar la entibación, pues es el método más utilizado.

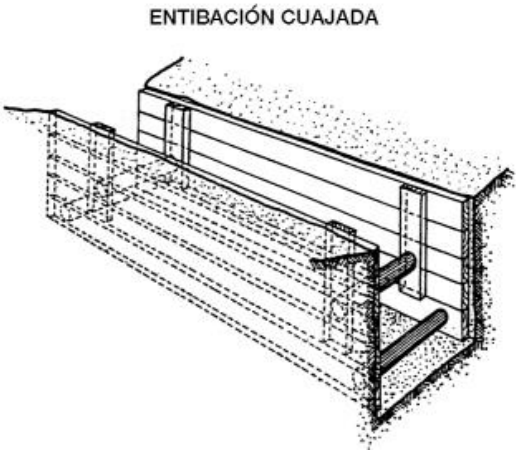
Las entibaciones son elementos auxiliares cuya finalidad es evitar el desmoronamiento del terreno y ejecutar los trabajos de excavación en condiciones de seguridad.

En terrenos coherentes no se necesita, en general, entibar las paredes de la excavación para profundidades menores de 1,60 m. Para profundidades superiores, se establecen los tipos siguientes:

- Ligera, para cortes de profundidad comprendida entre 1,60 – 2 m, la del fondo de la ilustración.
- Semicuajada: para cortes de entre 2 y 2,5 m de profundidad, la central.
- Cuajada: para cortes con profundidad superior a 2,50 m, la situada en primer plano.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO





En terrenos sueltos y para cualquier profundidad debe utilizarse siempre entibación cuajada.

Cuando la excavación es manual debe hacerse por franjas horizontales que se entiban a medida que se excavan. Cuando la excavación se realiza de forma mecánica, la entibación debe realizarse mediante plataformas suspendidas y en el menor tiempo posible.

La entibación deberá sobrepasar en unos 10 cm el nivel superficial del terreno. Y en su construcción deberá tenerse en cuenta no solo los empujes del terreno y las solicitaciones de los edificios o viales cercanos sino las filtraciones de agua, los factores atmosféricos o las sobrecargas ocasionales.

Las tareas de desentibado suelen revestir tanto riesgo como el entibado como consecuencia del riesgo de derrumbamiento por descompresión del terreno. Ambas tareas han de llevarse a cabo por personal especializado, bajo dirección técnica, utilizando materiales y equipos de protección adecuados.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Riesgos derivados de la entibación

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída desde altura considerable.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Temperaturas ambientales extremas.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agentes biológicos.
- Atrapamiento por o entre objetos.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Siempre que el ángulo de la inclinación de los taludes supere al del talud natural, será necesario entibar la excavación.
- La entibación se proyectará teniendo en cuenta las características del terreno y el tamaño de la excavación. En caso de estimar que es suficiente una entibación parcial, ésta llegará como mínimo hasta la mitad de la altura de la pared y tendrá un tercio de la profundidad de la misma.
- Los trabajos de entibación comenzarán tan pronto como terminen los correspondientes de excavación para minimizar los efectos del cambio introducido en el terreno. Queda terminantemente prohibido la realización de operaciones de entibación dentro de la excavación sin haber terminado los trabajos de excavación.
- Cuando se usen tableros de madera como parte de la entibación, las tablas de los mismos se dispondrán horizontalmente en los terrenos coherentes y verticalmente en los terrenos sueltos.
- Los codales de las entibaciones serán preferentemente metálicos y nunca se utilizarán a modo de peldaños para acceder al fondo de la excavación o salir de él.
- Todos los elementos de la entibación se controlarán diariamente, examinando su comportamiento y vigilando estrechamente el acuñado de los mismos.
- En caso de simultaneidad de la entibación con las operaciones de carga y transporte de escombro, se delimitarán claramente las respectivas zonas de trabajo a fin de evitar atropellos por máquinas o vehículos.
- En el proyecto se incluirá el procedimiento para realizar la desentibación pues es

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

el momento más peligroso. Como regla general, cabe indicar que los codales se quitarán siempre de abajo a arriba.

- La excavación tendrá unas dimensiones tales que se permita la ubicación adecuada del personal, el empleo correcto de herramientas y equipos, y el manejo obligado de los elementos de la entibación.

Equipos de Protección Individual de uso general

- Protección ocular resistente a proyecciones.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Casco de protección.
- Ropa de protección

Equipos de Protección Individual de uso particular

- Pantalla de seguridad contra proyección de partículas.
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes mixtas para partículas, gases y vapores.
- Equipo autónomo o semiautónomo de respiración en trabajos subterráneos con ambientes viciados o agresivos que sean nocivos para el trabajador.
- Sistema de protección anticaídas con cinturones de sujeción y elementos de amarre para operarios en plataformas de trabajo.
- Fajas lumbares antivibraciones para operadores de máquinas y conductores de los vehículos que los precisen.
- Calzado de protección básico con suela con resaltes para trabajos sobre superficies poco adherentes.
- Botas impermeables en terrenos anegados.

Protecciones Colectivas de uso general

- Cordón reflectante de balizamiento para la delimitación de áreas afectadas.
- Valla de contención de peatones.
- En andamios y plataformas de trabajo, barandilla completa con pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Protecciones Colectivas de uso particular

- Pasillo de seguridad.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Cimentación

Riesgos de la actividad

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Accidente por acción de la naturaleza.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o desplazamientos del terreno, revisando el estado de las zanjas a intervalos regulares.
- No se trabajará sobre zanjas de más de 2 m de profundidad si éstas no se encuentran protegidas por barandilla completa con pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié u otras medidas de protección colectiva. No acceder nunca a zonas de trabajo que se encuentren desprotegidas a menos que se disponga de un sistema de protección anticaída convenientemente anclado (ej. arnés de seguridad). Las plataformas de trabajo tendrán un ancho mínimo de 60 cm, garantizando la resistencia y estabilidad necesaria en relación al trabajo a realizar sobre ellas.
- Los pozos de cimentación y zanjas estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.
- Durante el vertido del hormigón donde se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles. En caso de fallo, se parará el vertido hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Se mantendrá la limpieza del área de trabajo y de las zonas de paso, debiendo estar libres de obstáculos que pudieran provocar tropiezos.
- Se recogerán los materiales y herramientas de trabajo una vez finalizada la jornada laboral de forma ordenada. Colocar el cableado lejos de las zonas de paso de los trabajadores de forma que no sea pisado por estos. Las margueras

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

de conexión al cuadro eléctrico han de estar protegidas cuando discurran por zonas de paso, bien enterrándolas bien elevándolas 2,5 m al paso de las personas o a 5 m en el caso del paso de vehículos.

- Acceso a la zona de trabajo mediante un medio específico para tal fin: acceso fácil y seguro.
- Acotar debidamente las áreas donde exista riesgo de caída de herramientas o materiales prohibiendo el paso a través de ellas.
- Utilizar los medios mecánicos para el traslado de materiales presentes en la obra siempre que sea posible. Hacer uso de fajas lumbares para la manipulación manual de cargas.
- Cuando el peso de una carga sea demasiado y no sea posible hacer uso de los medios mecánicos, solicitar la ayuda de algún compañero.
- En el levantamiento de la carga se seguirán las normas descritas en el apartado "Manipulación Manual de Cargas".
- Se tendrán en cuenta las medidas correctoras y consignas preventivas señaladas en el apartado "Acopios de material" que sean de aplicación.
- Circulación de vehículos a un máximo de aproximación al borde de 4 m al borde de la cimentación.
- Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra en las que se instalarán proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra. Si se requiere iluminación portátil, ésta se realizará mediante lámparas a 24 V. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo el buen estado de todas las conexiones y cables.
- Serán de consideración las consignas preventivas referentes a "*Manipulación mecánica de cargas*" y "*Equipos de trabajo*" que sean de aplicación.

<u>Equipos de Protección Individual</u>

- Sistema de protección anticaída con cinturones de sujeción y elementos de amarre (operarios en plataformas de trabajo).
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Calzado de seguridad: mínimo básico (resistente a hidrocarburos y con puntera resistente a impactos) y con resistencia a perforación.
- Sistemas de protección anticaída con arnés y elementos de amarre con absorbedor de energía (para operarios en emplazamientos expuestos).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Calzado de seguridad antideslizante (suela con resaltes) para trabajos en superficies poco adherentes.

Protecciones colectivas

- Señales normalizadas indicativas de riesgo.
- Cordón reflectante de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Red horizontal en vanos.
- Marquesinas de protección.
- Lona de protección contra caída de escombros y polvo.
- Red vertical en borde de piso.
- Barandillas, listón intermedio y rodapié en andamios y plataformas.
- Lona ignífuga para cubrimiento de encofrado deslizante.
- Dispositivo de puesta a tierra en equipos de soldadura.

Encofrado y Desencofrado

La estructura a la que se refiere este apartado es el entramado de piezas de hormigón prefabricado y a los muros de hormigón construidos "in situ".

Los encofrados podrán ser de madera o metálicos, mientras que sólo se admitirán puntales metálicos, quedando terminantemente prohibidos los puntales de madera.

Riesgos de la actividad

- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Temperaturas ambientales extremas.
- Contacto eléctrico (apuntalamiento con piezas mecánicas).
- Accidente por acción de la naturaleza.
- Atrapamiento por o entre objetos.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Para el almacenamiento y acopio del material de encofrado, serán de aplicación las medidas correctoras y consignas preventivas reflejadas en el apartado "Acopio y almacenamiento de material".
- Revisión de los elementos de encofrado previamente a su uso verificando la resistencia y garantía para soportar las solicitaciones del hormigón.
- Nunca utilizar armazones o elementos estructurales de encofrado como

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

plataformas de trabajo o escaleras de acceso.

- Los encofrados se asegurarán de manera firme antes de proceder a soltarlos de las grúas.
- Los operarios se situarán en lugares resguardados antes de soltar los elementos de encofrado de la maquinaria de elevación y transporte.
- Tras el desencofrado se extraerán los clavos y puntas existentes de la madera usada o se remacharán si ésta no se va a recuperar.
- Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el entablado.
- Evitar pisar por los tableros excesivamente alabeados, los cuales se desecharán de inmediato antes de su utilización. Caminar apoyando los pies en dos tableros diferentes a la vez, es decir, sobre juntas.
- Es desprendimiento de los tableros se ejecutará mediante uña metálica, realizando la operación desde una zona ya desencofrada. Quitar clavos o puntas al desencofrar.
- Los puntales metálicos deformados se retirarán e inutilizarán, nunca se enderezarán para reutilizarlos.
- Cuando existan conducciones eléctricas próximas a la actividad, se adoptarán especiales precauciones para no establecer contacto con dichas líneas, y cuando se estime necesario, se conectarán a tierra los elementos del encofrado.
- Suspender el montaje de paneles de encofrado en días ventosos evitando el movimiento incontrolado por el efecto vela.
- Revisar frecuentemente los elementos del encofrado para detectar roturas que puedan originar fallos.
- En esta actividad se incluirán las medidas correctoras y consignas preventivas sobre "Manipulación mecánica de cargas" "*Manipulación manual de cargas*" y "*Transporte de cargas*".

<u>Equipos de Protección Individual</u>

- Se considerarán los *Equipos de Protección Individual* indicados en el *grupo CIMENTACIÓN.*

<u>Protecciones colectivas</u>

- *Se considerarán los Equipos de Protección colectiva indicados en el grupo CIMENTACIÓN.*

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Colocación de Armaduras

Riesgos de la actividad

- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Temperaturas ambientales extremas.
- Caída desde altura.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- El estrobado de paquetes de armadura a transportar con grúa, se efectuará cuidadosamente y con eslingas en buen estado garantizando la estabilidad e integridad de aquéllos durante su movimiento. Para el izado, los paquetes se amarrarán evitando su deslizamiento. En caso preciso se dotará a los paquetes de cuerdas guía.
- Los despuntes de redondos se apartarán de los lugares de paso.
- Las armaduras verticales de espera (espera de ferrallas) se protegerán mediante setas.
- No utilizar emparrillados verticales de armaduras como escaleras de mano para acceder a otras zonas de trabajo.
- El paso sobre parrillas horizontales se realizará a través de tablones o algún elemento similar.
- En este apartado se tendrán en cuenta los riesgos y medidas referentes al izado de cargas ("Manipulación mecánica de cargas").
- Las eslingas a utilizar se verificarán antes de cada uso y de manera especial las gazas de las mismas, sobre todo sus costuras, grapas fijacables o casquillos prensados.
- Serán de aplicación las medidas correctoras y consignas preventivas reflejadas en el apartado "Acopio y almacenamiento de material".

Equipos de Protección individual

- Guantes de protección contra electricidad estática y contra agresiones de origen eléctrico.
- Se considerarán los *Equipos de Protección Individual* indicados en el grupo CIMENTACIÓN.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Protecciones colectivas

- *Se considerarán los Equipos de Protección colectiva indicados en el grupo CIMENTACIÓN.*

Colocación de Embebidos

Riesgos de la actividad

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Accidente por radiaciones.
- Explosión.
- Incendio por factores de ignición.
- Caída de objetos desprendidos.
- Caída desde altura.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- La recepción y colocación de los materiales se tiene que hacer de forma guiada y no directamente con las manos para evitar tanto impactos como ser empujado por la carga.
- Las diferentes piezas estructurales, contarán con los elementos auxiliares apropiados de transporte y unión, a fin de que sean mínimos los riesgos de montaje.
- Acotar y prohibir el paso la zona de peligro durante las operaciones de montaje mediante vallas o cerramientos.
- Realizar el corte y limado de los perfiles metálicos sobre el terreno y no en su emplazamiento definitivo.
- El operario de la grúa que aproxime el elemento metálico, tendrá que ver en todo momento a los operarios que coloquen el mismo y/o ayudarse de un señalista. Durante el proceso, ningún trabajador quedará situado ocasionalmente debajo del perfil.
- No soltar el elemento metálico a colocar hasta que el encargado de equipo de montaje lo ordene una vez que se encuentre en su posición correcta y unido al resto de la estructura.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Los operarios se limpiarán el calzado de barro o grasa antes de comenzar los trabajos de montaje a fin de evitar caídas o golpes.

Equipos de protección individual

- Protección ocular tipo gafas de montura universal/integral con filtro para soldadura.
- Protección ocular tipo pantalla facial con filtro para soldadura.
- Ropa de protección tipo mandil de soldador.
- Mangas o manguitos de soldador.
- Guantes de protección de soldador
- Calzado de protección dieléctrico para personal en trabajos de soldadura.
- Se considerarán los Equipos de Protección Individual indicados en el grupo CIMENTACIÓN.

Protecciones colectivas

- *Se considerarán los Equipos de Protección colectiva indicados en el grupo CIMENTACIÓN.*

Puesta en Obra, Vibrado y Curado del Hormigón y Mortero

Riesgos de la Actividad

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a ruido.
- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.

Medidas correctoras y consignas preventivas

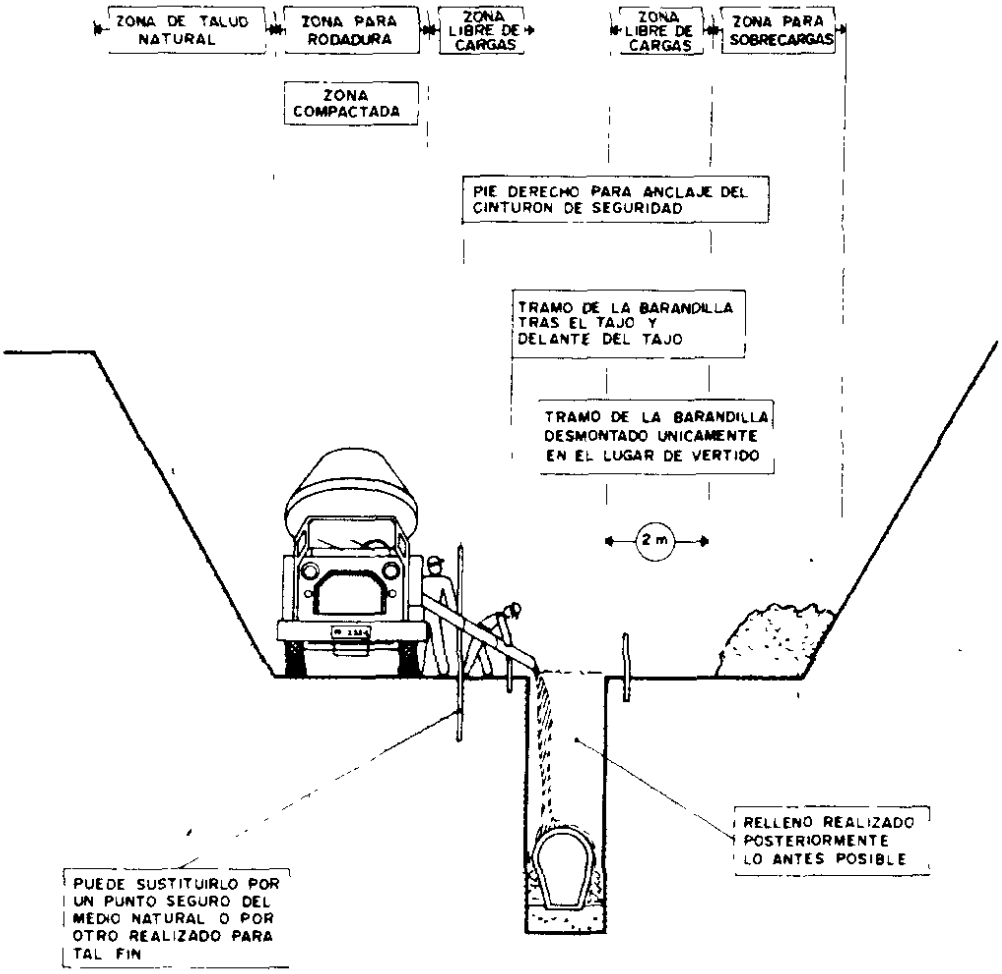
- Efectuar el vertido del hormigón desde una altura lo suficientemente reducida para que no se produzcan salpicaduras o golpes imprevistos.
- Los encofrados tendrán las dimensiones adecuadas para evitar que, al verter el

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

hormigón, puedan proyectarse materiales fuera de los mismos.

- No comenzar los trabajos de hormigonado hasta que la zona de trabajo se encuentre libre de objetos relacionados con otra actividad.
- La aproximación de los vehículos de transporte de hormigón al tajo se realizará con precaución. Estos vehículos habrán de estar provistos de dispositivos ópticos y acústicos sincronizados con la marcha atrás para avisar de la maniobra. Se prohíbe acercar las ruedas a menos de 2 m de la excavación
- Comprobar la correcta instalación de medios auxiliares como la bomba y vibradores de forma que se encuentren en correcto estado de funcionamiento.
- Los trabajos que se desarrollen en lugares cerrados, sometidos a gradientes térmicos elevados por fenómenos de fraguado, deberán contar con caudal sobredimensionado de aire puro para mantener una temperatura que permita la realización de aquéllos.
- Las zonas sobre las que se transporten materiales, estarán permanentemente señalizadas y despejadas de personal.
- En esta actividad se incluirán las consignas correspondientes a los "*Equipos de Trabajo*" que sean de aplicación, "*Transporte de cargas*" y "*Manipulación mecánica de cargas*".
- Revisar la bomba y vibradores con frecuencia, atendiendo especialmente al aislamiento de sus componentes eléctricos y a la limpieza de tuberías de impulsión de hormigón y mortero.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO



Vertido directo mediante canaleta

- Previamente al inicio de vertido del hormigón, directamente con el camión hormigonera, se instalarán topes en el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes para evitar vuelcos.
- Los operarios nunca se situarán tras los vehículos en maniobras de marcha atrás; estas maniobras siempre deberán ser dirigidas desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar del hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
- Se colocarán escaleras reglamentarias para facilitar el paso seguro del personal encargado de realizar los trabajos con la canaleta por taludes hasta los cimientos.
- La maniobra de vertido será dirigida por el encargado que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Vertido mediante bombeo

- El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado la realización de este tipo de trabajos.
- La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- La manguera terminal de vertido será gobernada por un mínimo de dos operarios, para evitar caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie, se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que se apoyarán los operarios que gobiernen el vertido de la manguera.
- El manejo del montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado será dirigido por un operario especialista para evitar accidentes por tapones y sobrepresiones internas.
- Antes de iniciar el bombeo del hormigón se deberá preparar el conducto enviando masas de mortero de dosificación, para evitar los atoramientos o tapones.
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la redecilla de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigón, cumpliendo el libro de mantenimiento, que será presentado a requerimiento de la dirección.

Equipos de Protección Individual

- Protección ocular tipo gafas resistentes a proyecciones (contra impactos y salpicaduras de hormigón y mortero).
- Guantes de protección contra riesgos químicos (para el manejo de hormigón y mortero).
- Calzado de protección tipo bota con resistencia a la penetración y absorción de agua (para personal en trabajos de curado).
- Se considerarán los *Equipos de Protección Individual* indicados en el grupo *CIMENTACIÓN.*

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Protecciones Colectivas

- Se considerarán los *Equipos de Protección Individual* indicados en el grupo *CIMENTACIÓN.*

Forjados y Cubiertas

Riesgos de la actividad

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículos.
- Sobreesfuerzo.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- El izado de vigas prefabricadas se realizará suspendiendo la carga de dos puntos de forma que la carga permanezca estable.
- Los huecos del forjado permanecerán siempre tapados para evitar el riesgo de caídas a distinto nivel.
- El acceso a la cubierta y plantas superiores, si existiesen, se llevará a cabo mediante el uso de escaleras de mano, que sobresaldrán un metro por encima del punto de apoyo de las mismas.
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón o se empleará una bolsa portaherramientas.
- Todos los huecos de la planta se encontrarán protegidos con barandillas de material rígido, de una altura mínima de 90 cm y dispondrán de protecciones que impidan el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos a diferentes niveles.
- Para trabajos en cubierta con riesgo de caídas a distinto nivel se deberá proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas rígidas con listón superior a 90 cm, intermedio a 45 cm y rodapiés a 15 cm, y se instalará una **línea de vida** a la que permanecerán permanentemente amarrados los operarios mediante el uso del arnés de seguridad.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Se prohíbe concentrar cargas de hormigón en un sólo punto. El vertido se realizará extendiendo el hormigón con suavidad, sin descargas bruscas y en superficies amplias.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra la proyección de partículas.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante.
- Arnés de sujeción, cuerdas o cables salvavidas.
- Cinturón de banda ancha de cuero para protección de las vértebras dorsolumbares.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

Protecciones colectivas

- Redes horizontales y verticales.
- Barandillas completas (pasamanos, listón intermedio y rodapié).
- Línea de vida.

Montaje de Prefabricados

Riesgos de la actividad

- Caída desde altura.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Accidente durante la conducción de máquinas y vehículos.
- Contacto eléctrico.
- Ver izado de cargas, grúas.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- El personal que desarrolle su actividad encaramado a escaleras o plataformas, deberá anclar su cinturón de seguridad a una parte fija ajena a estos elementos auxiliares.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Acotar el área debidamente, especialmente las zonas donde exista riesgo de caída desde las escaleras o de herramientas y materiales, prohibiendo el paso a toda persona ajena a la actividad.
- Se extremarán las precauciones cuando existan vientos superiores a 40 km/h y se suspenderán los trabajos con vientos superiores a 50 km/h de igual modo se actuará ante la existencia de lluvia y nieve.
- El acopio de elementos prefabricados se efectuará sin que se produzca obstrucciones de paso. En caso de apilamiento, se colocarán las correspondientes cuñas de sujeción para evitar desplazamientos o caídas incontroladas de dichos elementos. Se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos en capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.
- El operario de la grúa que aproxime el elemento prefabricado, tendrá que ver en todo momento a los operarios que coloquen el mismo y/o ayudarse de un señalista. Durante el proceso, ningún trabajador quedará situado ocasionalmente debajo del elemento.
- No soltar la pieza a colocar hasta que el encargado de equipo de montaje lo ordene una vez que se encuentre en su posición correcta.
- Realizar el estrobado de los elementos prefabricados de forma cuidadosa para el transporte con grúa, garantizando la estabilidad durante el movimiento.
- Si existen líneas de alta tensión en las proximidades, el jefe de montaje comprobará que la distancia existente a cualquier pieza a montar cumple con las distancias de seguridad exigibles. Si no se pueden garantizar las distancias de seguridad, se deberá suspender el suministro de energía eléctrica durante el montaje.
- Se prohíbe la manipulación y funcionamiento de toda maquinaria pesada en el recinto de la obra o en su proximidad capaz de transmitir vibraciones a la estructura que se está montando, y que puedan afectar a la estabilidad de dicha estructura o provocar la pérdida de equilibrio de los trabajadores.
- Si alguna pieza prefabricada llegara a su sitio de instalación girando sobre si misma, se la intentará detener utilizando exclusivamente los cabos de gobierno. Se prohíbe intentar detenerla directamente con el cuerpo o alguna de sus extremidades, en prevención de riesgo de caídas por oscilación o penduleo de la pieza en movimiento.
- Serán de aplicación todas las medidas correctoras y consignas preventivas contempladas en los apartados "Manipulación mecánica de cargas", "Acopios y almacenamiento de material" y "Equipos de Trabajo" que sean de aplicación.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Montaje de pilares

- Se colocará el bulón de izado del pilar y se comenzará a elevarlo lentamente, vigilando los operarios y el gruista de que nadie permanezca bajo el radio de acción de la operación. Una vez situados en el cajón o cáliz, se procederá a aplomarlos y a afianzarlos con cuñas de madera. Terminada la operación, se soltará el bulón desde abajo con una cuerda que irá sujeta al mismo, de esta forma, no es necesaria la subida de operarios a soltar el amarre. El pilar quedará acuñado por sus cuatro caras en espera de su hormigonado definitivo.

Montaje de paneles de cerramiento

- El panel prefabricado será izado suspendido del gancho de la grúa mediante el auxilio de balancines, apoyos isostáticos o cables.
- El prefabricado en suspensión del aparejo de elevación se guiará con cabos sujetos a los laterales de la pieza mediante un equipo formado por tres hombres: uno de ellos gobernará la pieza con los cabos mientras los otros dos la presentarán en su lugar definitivo de montaje. Una vez colocado el panel en el sitio de instalación, se procederá al montaje definitivo sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar la grúa mediante los cabos. Concluido éste podrá desprenderse del sistema de izado.
- Cuando se trate de paneles verticales, el giro del panel para situarlo en su posición de montaje, se realizará con dos cables de suspensión con movimientos inversos: el de la parte alta subirá y el de la parte baja descenderá. Los dos cables se conectarán a los puntos de suspensión del panel mediante cables y poleas.
- Cuando se haya instalado todo el panel de cerramiento, se tenderá un línea de vida introduciendo en unos soportes una serie de tubos que han sido previamente embebidos en la fabricación de las piezas prefabricadas de cerramiento. Sobre estos soportes se instalará una línea de vida de forma que el montaje del forjado y las labores posteriores se hagan con unas condiciones de seguridad.

Montaje de prefabricados de cubierta

- Para el montaje de placas de forjado, los montadores dispondrán de arneses de seguridad para amarrarse a la línea de vida que habrá sido tendida al finalizar el montaje de los paneles de cerramiento.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Equipos de Protección Individual

- Protección ocular tipo gafas de montura universal/integral con filtro para soldadura.
- Protección ocular tipo pantalla facial con filtro para soldadura.
- Ropa de protección tipo mandil de soldador.
- Mangas o manguitos de soldador.
- Guantes de protección de soldador.
- Calzado de protección dieléctrico para personal en trabajos de soldadura.
- Ropa de protección de alta visibilidad (chaleco reflectante) en trabajos nocturnos o lugares próximos a viales.
- Se considerarán los *Equipos de Protección Individual* indicados en el grupo CIMENTACIÓN.

Protecciones colectivas

- Se considerarán las *Protecciones Colectivas* indicadas en el *grupo CIMENTACIÓN.*

Inyecciones

Las inyecciones pueden ser de distintos tipos y emplearse para diferentes fines. En este punto se consideran las siguientes unidades de construcción civil:

- Inyecciones de juntas de obra de hormigón.
- Otras inyecciones de consolidación e impermeabilización.

Riesgos de la actividad

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas correctoras y consignas preventivas

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Los trabajos de inyección no comenzarán hasta que la zona de trabajo se encuentre libre de obstáculos, a fin de evitar caídas y golpes.
- Comenzar la operación con la lechada fluida y la presión inferior a la teórica para no sufrir golpes por sobrepresión.
- Constante revisión de los elementos de seguridad de los circuitos de inyección, válvulas de alivio, etc. sustituyendo cuando presenten defectos.
- Limpieza de maquinaria de inyección al finalizar los trabajos para evitar atascos.
- Se considerarán de aplicación las medidas correctoras y consignas preventivas aplicables a "*Trabajos en proximidad de líneas eléctricas*" en el caso de trabajos en proximidad de líneas eléctricas.

Equipos de protección individual

- Protección ocular tipo gafas resistentes a proyecciones.
- Ropa de protección impermeable (para el personal en trabajos subterráneos).
- Guantes de protección contra riesgos químicos (operarios encargados del manejo de la maquinaria o materiales de inyección).
- Calzado de protección tipo bota resistente a la penetración y absorción del agua (en terrenos anegados).
- Sistema de protección anticaídas con cinturones de sujeción y elementos de amarre (para operarios en plataformas de trabajo).
- Sistema de protección anticaídas con arnés y elementos de amarre con absorbedor de energía (para operarios en emplazamientos expuestos).

Protecciones colectivas

- Cordón reflectante de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Cinta de balizamiento.
- Pantalla protectora de líneas eléctricas: panel, rejilla, red o andamiaje.

4.1.2. Montaje: Unidades y Procedimientos

El siguiente apartado se subdivide en los siguientes puntos:

- Montaje y/o desmontaje de estructura y soportes metálicos.
- Montaje y/o desmontaje de paramenta eléctrica y componentes de control.
    - Transformador de potencia.
    - Transformadores de tensión en intensidad.
    - Interruptores.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

  - Seccionadores.
  - Bandejas y canalizaciones de cables.
  - Tubos de embarrado y conexiones.
  - Baterías de condensadores.
  - Armarios de control.
  - Relés y protecciones.
  - Relés de protecciones.
  - Equipos de comunicaciones.
  - Equipos de control integrado.
  - Remotas de control.

- Montaje y/o desmontaje de las instalaciones complementarias.

  - Electricidad y alumbrado.
  - Protección contraincendios.

- Montaje y/o desmontaje de cableados y tendido de interconexión.

  - Tendido.
  - Conexionado.

- Red de tierras y puesta a tierra de aparellaje.
- Montaje y/o desmontaje de los servicios auxiliares de C.A. y C.C.

  - Transformador de potencia.
  - Equipos rectificadores de baterías.
  - Cuadros de distribución.

- Ensayos y pruebas finales.

Montaje y/o Desmontaje de Estructura y Soportes Metálicos

<u>Riesgos de la actividad</u>

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Sobreesfuerzos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Se mantendrá la limpieza del área de trabajo y de las zonas de paso, debiendo estar libres de obstáculos que pudieran provocar tropiezos. Señalizar adecuadamente la zona de trabajo ocupada por los equipos de montaje.
- Serán de aplicación las medidas correctoras y consignas preventivas señaladas en el apartado "Acopios y almacenamiento de material".
- Se tendrán en cuenta las canalizaciones existentes en la zona de trabajo, delimitándose éstas antes de comenzar los trabajos. Se pondrá especial atención a tuberías de agua, gas y conductos eléctricos.
- El emplazamiento del equipo de elevación de cargas reunirá las condiciones de resistencia, amplitud y gálibo exigidas. Se respetarán las distancias de seguridad a las instalaciones eléctricas existentes. Queda prohibido la variación improvisada del posicionamiento de los equipos de elevación de cargas sin el previo análisis de la situación y autorización.
- El estrobado o eslingado de las estructuras se realizará facilitando las posteriores maniobras de transporte y colocación: se adoptarán posiciones de transporte que permitan una manipulación y colocación final sin obligar a los operarios a adoptar posiciones expuestas o a realizar sobreesfuerzos. En el caso de elementos estructurales de gran peso y volumen, se establecerá un procedimiento específico de las mismas en el que se analicen posicionamiento de medios de elevación y cargas, estrobado, interferencias, zonas de influencia, etc.
- Durante las operaciones de elevación o descenso de materiales, se vigilará que ningún operario permanezca en la zona de influencia del equipo de elevación, acotándose y señalizándose debidamente la zona. Si es necesario, se nombrará un encargado para dirigir la maniobra, el cual tendrá en todo momento a la vista el recorrido de la carga y tendrá comunicación constante con el operario de la máquina.
- Se estudiará la zona de batido de cargas con grúa para verificar interferencias con líneas eléctricas.
- La pieza no será soltada por la maquinaria de transporte hasta que se encuentre

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

en su posición correcta y así lo verifique el encargado del equipo de montaje.

- Antes de comenzar la tarea, comprobar que las zonas de trabajo que ofrezcan un peligro de caída de más de dos metros de altura se encuentran protegidas por barandilla completa con pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié u otras medidas de protección colectiva. No acceder nunca a zonas de trabajo que se encuentren desprotegidas a menos que se disponga de un sistema de protección anticaída convenientemente anclado (ej. arnés de seguridad). Utilizar siempre cinturón portaherramientas para trabajos en altura.
- Los trabajos de montaje en altura se suspenderán cuando las condiciones meteorológicas incidan negativamente en la seguridad del operario.
- Se establecerá en la obra una regulación del tráfico de maquinaria y camiones para evitar accidentes durante la carga y descarga.
- Evitar en lo posible trabajos simultáneos en la misma vertical, disponiéndose las protecciones colectivas necesarias que minimicen los riesgos. Acotar y señalizar las zonas de trabajo con riesgo de caída de herramientas o materiales, prohibiendo el paso a personal ajeno al tajo.
- Durante la fase de montaje, los perfiles o módulos estructurales se arriostrarán o apuntalarán correctamente para resistir los esfuerzos a resistir durante el montaje: esta situación de provisionalidad se señalizará hasta el ensamblaje definitivo.
- No utilizar como plataforma de trabajo los diferentes perfiles estructurales ya colocados sin previa autorización.
- La iluminación y ventilación de la zona de trabajo serán adecuadas a las necesidades de la actividad en todo momento.
- Para evitar el riesgo eléctrico, se seguirá la instrucción relativa sobre trabajos en instalaciones eléctricas sin tensión.
- Para evitar el riesgo de descarga eléctrica por arco eléctrico a distancia, se seguirá la instrucción sobre trabajos sin tensión en proximidad con tensión en tensión.
- Se tendrán en cuenta los riesgos y medidas del apartado "*Trabajos de soldadura*", "*Medios auxiliares*", "*Manipulación manual de cargas*", "*Manipulación mecánica de cargas*" y "*Equipos de trabajo*" que sean de aplicación.

<u>Equipos de Protección Individual</u>

- Casco de seguridad.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Calzado de seguridad: mínimo básico (resistente a hidrocarburos y con puntera resistente a impactos) con resistencia a la perforación.
- Sistema de protección anticaídas para trabajos en altura.
- Protectores auditivos.
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes par partículas.
- Protección ocular resistente a proyecciones.

Protecciones Colectivas

- Cinta de señalización y perfecta delimitación de la zona de trabajo.

Montaje y/o Desmontaje de Aparamenta Eléctrica y Componentes de Control

Riesgos de la actividad

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- El mando planificará e informará a los operarios de los trabajos y maniobras a realizar y las dirigirá con órdenes claras y precisas, controlando en todo momento los trabajos y situaciones.
- El recorrido de las canalizaciones se inspeccionará detenidamente antes de iniciar su montaje a fin de proveer los medios necesarios de acceso y desplazamiento del personal.
- Para el acopio de soportes, bandejas, tuberías, equipos y otros elementos, serán de aplicación las medidas correctoras y consignas preventivas señaladas en el

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

apartado "Acopios y almacenamiento de material".

- Las zonas de circulación para el trasporte de equipos por medio de rodillos, tanquetas, carretillas, etc. tendrán una resistencia adecuada a las cargas a soportar. Así mismo, se vigilará que estén limpias de escombros u otros obstáculos.
- Los equipos (ej. celdas) serán descargadas utilizando siempre que sea posible, el embalaje original de los mismos. El estrobado de material se realizará facilitando las posteriores maniobras de transporte y colocación: se adoptarán posiciones de transportes que permitan una manipulación y colocación final sin obligar a los operarios a adoptar posiciones expuestas o a realizar sobreesfuerzos. Se realizará el guiado de cargas mediante cuerdas y otros medios, no permaneciendo ningún operario dentro del radio de acción de la maniobra.
- Durante las operaciones de elevación o descenso de materiales, se vigilará que ningún operario permanezca en la zona de influencia del equipo de elevación, acotándose y señalizándose debidamente la zona. Si es necesario, se nombrará un encargado para dirigir la maniobra, el cual tendrá en todo momento a la vista el recorrido de la carga y tendrá comunicación constante con el operario de la máquina.
- No se utilizarán las escaleras como medio de elevación o descenso de equipos.
- La operación de descarga de equipos, se realizará fuera del alcance de posibles líneas aéreas con el fin de evitar contactos con las mismas.
- Evitar en lo posible trabajos simultáneos en zonas de mutua influencia, disponiéndose las protecciones colectivas necesarias que minimicen los riesgos. Acotar y señalizar las zonas de trabajo con riesgo de caída de herramientas o materiales, prohibiendo el paso a personal ajeno al tajo.
- Las canalizaciones que durante el montaje limiten o reduzcan las zonas de paso, se señalizarán adecuadamente desde el momento de su instalación.
- Las canalizaciones que, ya colocadas en su posición definitiva, no se utilizarán como apoyos de plataformas, base de trabajo o medios de acceso.
- La iluminación y ventilación de la zona de trabajo serán adecuadas a las necesidades de la actividad en todo momento. Cuando se empleen lámparas y herramientas eléctricas portátiles en emplazamientos muy conductores, éstas se alimentarán con una tensión no superior a 24 V, a menos que lo sean por medio de un transformador de separación de circuitos.
- Mantener las zonas de trabajo libres de aceite, grasas u otras sustancias limpiándolas frecuentemente a fin de evitar resbalones o caídas del personal.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Se tendrán en cuenta los riesgos y medidas correctoras correspondientes al apartado "*Medios auxiliares*", "*Manipulación manual de cargas*", "*Manipulación mecánica de cargas*", "*Trabajos de soldadura*" y "*Equipos de trabajo*" que sean de aplicación.

Equipos de protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Calzado de seguridad: mínimo básico (resistente a hidrocarburos y con puntera resistente a impactos) con resistencia a la perforación.
- Sistema de protección anticaídas para trabajos en altura.
- Protectores auditivos.
- Protección ocular resistente a proyecciones.

Protecciones colectivas

- Cinta de señalización y perfecta delimitación de la zona de trabajo.

Montaje y/o Desmontaje de las Instalaciones Complementarias. Electricidad

Riesgos de la actividad

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Acopio ordenado de material y debidamente señalizado de forma que no represente un obstáculo para el desarrollo de la actividad. Entre el acopio de los diferentes elementos de la instalación y su montaje, transcurrirá el menor tiempo posible.
- Sólo se permitirá la manipulación de los elementos de la instalación y la

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

realización de conexiones y empalmes a las personas autorizadas para ello.

- Cualquier parte de la instalación eléctrica deberá considerarse bajo tensión a no ser que se haya procedido a su consignación previa.
- Para la realización de trabajos sobre una determinada línea ésta se encontrará consignada y se comprobará previamente la ausencia de tensión mediante un aparato verificador apropiado.
- Utilizar siempre utensilios y herramientas aisladas adecuadamente.
- Las pruebas de la instalación se realizarán con el montaje totalmente terminado sin utilizar elementos provisionales.
- Serán de aplicación las medidas correctoras y consignas preventivas señaladas en los apartados correspondientes "*Trabajos diversos*" y "*Equipos de trabajo*" que sean de aplicación.

Equipos de Protección Individual

- Guantes de protección dieléctricos para manejo de materiales y herramientas.
- Se considerarán las Protecciones Individuales de uso general del apartado "*Acabados e Instalaciones*".

Protecciones colectivas

- Se considerarán las Protecciones Colectivas de uso general del apartado "*Acabados e Instalaciones*".

4.1.3. Protección Contra Incendios

La instalación del Sistema de Protección Contra Incendios comprende los siguientes trabajos:

- Transporte y descarga de materiales y equipos.
- Prefabricado de tubería metálica.
- Colocación de soportes, anclajes y guías para tuberías y bandejas eléctricas.
- Izado mecánico de tuberías.
- Fijado de tuberías a soportes, soldadura y atornillado.
- Tendido de tubería y equipos en zanjas.
- Izado de bandejas y anclaje de las mismas.
- Cableado y conexionado.
- Pruebas y aislamiento de cables.
- Pruebas hidráulicas del sistema.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Pruebas finales de toda la instalación ejecutada.

Riesgos de la actividad

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Carga y descarga de materiales y equipos

- En general, serán de aplicación las medidas correctoras y consignas preventivas correspondientes a los apartados "Transporte de cargas", "Acopios y almacenamiento de material", "Manipulación mecánica de cargas" y "Manipulación manual de cargas".
- Cuando sea necesario el uso de arnés de seguridad (alturas superiores a 1,50 m), se prevé un punto fijo de la instalación para su anclaje.
- El acopio de material se realiza sobre una superficie horizontal, en la que se han indicado firmes topes, delimitando el acopio con el fin de evitar que los tubos rueden y puedan producir accidentes.

Prefabricado de tubería metálica

- Se prohíbe arrastrar los tubos hasta el lugar del prefabricado.
- El transporte de material se realizará mediante medios mecánicos de movimiento de materiales con el fin de evitar los sobreesfuerzos, atrapamientos y golpes, que estos pueden ocasionar.
- La tubería prefabricada se almacenará en los lugares destinados a tal efecto, separados del lugar de montaje.
- Se efectuará un barrido diario de las puntas, recortes, etc., en torno al lugar de trabajo, manteniendo así el orden y la limpieza en cada tajo. Los desperdicios recortes de hierro, acero, etc., se recogen apilándose en un

VISADO ELECTRÓNICA-MENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

lugar determinado para su posterior carga y traslado a vertedero.

- Todas las zonas donde haya que trabajar están suficientemente iluminadas, con una iluminación mínima de 100 lux a una altura sobre el suelo entorno a los 2 m.
- Las cajas de materiales y equipos nunca se disponen de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar accidentes por tropiezos.
- La maquinaria a utilizar durante el prefabricado está dotada de doble aislamiento (o conexión a tierra de todas sus partes metálicas), para evitar los accidentes por contacto con la energía eléctrica.

Preparación del montaje

- El trabajo se realizará con una total coordinación entre los operarios y las personas que están dirigiendo la operación.
- La ubicación "in situ" se guiará mediante un equipo de hombres necesarios dependiendo del volumen de la pieza, siguiendo las instrucciones del que procede manualmente a efectuar la operación de ubicación.
- Se mantendrá siempre la zona de trabajo limpia y ordenada. Se balizará la zona de trabajo.
- Está totalmente prohibido trabajar sin haber cubierto el riesgo en altura. Antes de comenzar el trabajo o después de cualquier interrupción del mismo, se comprueba el estado de las protecciones colectivas y/o individuales dispuestas para el desarrollo seguro del trabajo.
- Cuando sea necesario el uso de arnés de seguridad (alturas superiores a 1,50 m), se prevé un punto fijo de la instalación para su anclaje.

Tendido de tubería

- Antes de comenzar se hará una inspección de las zanjas previniendo los posibles desprendimientos de tierras y la altura alcanzada por el nivel freático.
- Después de tiempo lluvioso se volverán a inspeccionar las zanjas y se comprobara la existencia y tamaño de bolsas de agua en el interior de las mismas, así como la solidez de las paredes de la zanja en previsión de posibles desprendimientos.
- Está totalmente prohibido trabajar sin haber cubierto el riesgo de enterramiento.
- Antes de comenzar el trabajo o después de cualquier interrupción del mismo,

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

se comprueba el estado de las protecciones colectivas y/o individuales dispuestas para el desarrollo seguro del trabajo.

- Todos los operarios potencialmente expuestos a riesgo de enterramiento, son conocedores de los riesgos de enterramiento y su protección.
- Se limitan y señalizan las zonas de trabajo, para evitar la presencia de operarios en las proximidades de las zanjas.

Tendido del cableado sobre bandejas

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de cables.
- La ubicación "in situ" se guía mediante un equipo de hombres necesarios dependiendo del volumen y el peso de los cables a tender.
- Está totalmente prohibido trabajar sin haber cubierto el riesgo en altura, utilizando en estas áreas de trabajo arnés de seguridad.
- Antes de comenzar el trabajo o después de cualquier interrupción del mismo, se comprueba el estado de las protecciones colectivas y/o individuales dispuestas para el desarrollo seguro del trabajo.
- Se prohíbe conectar en cuadros en tensión.
- Cuando es necesario trabajar en lugares próximos en tensión, se utilizan todos los medios que sean necesarios para evitar contactos eléctricos.
- Para realizar el pelado de los cables se usa la herramienta adecuada, y nunca se colocan las manos delante del pelacables.

Instalación eléctrica de alarmas

- Se prohíbe conexionar cuadros en tensión.
- Está totalmente prohibido comenzar el trabajo sin comprobar que se han tomado todas las medidas necesarias, con el fin de evitar contactos eléctricos indeseables.
- Antes de iniciar el trabajo o reiniciar el mismo tras cualquier pausa, se revisan y chequean las medidas de protección establecidas y el equipo de protección personal correspondiente a fin de verificar su correcto estado de seguridad.
- Cuando sea necesario trabajar en lugares próximos a tensión, se utilizan todos los medios de protección que son necesarios para evitar contactos eléctricos.
- Se comprueba el perfecto estado de las herramientas antes de iniciar los trabajos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Queda prohibido el uso de las herramientas para funciones diferentes a las de su diseño.

Pruebas de aislamiento de cables y pruebas finales de toda la instalación ejecutada:

- Se realizará un plan específico dependiendo de la zona y el tipo de prueba efectuar y se incluirá al Plan elaborado para esos trabajos.

Equipos de Protección Individual

- Protección ocular tipo gafas resistentes a proyecciones.
- Guantes de protección impermeables en reparación de fugas.
- Ropa de protección impermeable en reparación de fugas.
- Calzado de seguridad.

Protecciones colectivas

- Se considerarán las Protecciones Colectivas de uso general del apartado "*Acabados e Instalaciones*".

4.1.4. Montaje y/o desmontaje de cableados y tendido de interconexión

Riesgos de la actividad

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída de objetos desprendidos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Sobreesfuerzos.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Selección del lugar de trabajo

- Se inspeccionará el recorrido del tendido antes de su inicio a fin de prever los medios necesarios de acceso y desplazamiento del personal. Las zonas de trabajo se mantendrán libres de objetos y obstáculos.

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- El acopio de bobinas y materiales en general, se realizará en lugares preseñalados, debiendo quedar libres de obstáculos las zonas de evolución y paso del personal. Colocar dispositivos de calce o retención para evitar el desplome de dichos acopios. Se elegirá una zona en la que el suelo esté firme y de no ser posible, los gatos elevadores se dispondrán sobre tablones para aumentar la superficie de apoyo garantizando de esta manera solidez y firmeza.

Transporte de bobinas y herramientas

- Antes de realizar cualquier maniobra con las bobinas de cables y una vez retiradas las duelas, se revisarán doblando o arrancando todas las puntas que sobresalgan de ambas. En caso de presencia de defectos en el carrete, será reforzado o sustituido en su caso.
- El traslado manual de bobinas se efectuará mediante empuje en terreno llano, y en el caso de subida o bajada de rampas, se tirará o retendrá desde la parte superior de la pendiente. Evitar tramos largos de rodado de bobinas, utilizando en estos casos medios mecánicos de transporte.
- El estrobado de bobinas se realizará fijando el elemento de amarre al eje central de la bobina, nunca se estrobarán las bobinas con las eslingas cogidas directamente a través de su orificio central.
- La elevación de bobinas se realizará con gatos adecuados al peso de éstas y por los dos lados a la vez, tratando de evitar el vuelco de las mismas. El personal que realice dicho trabajo será el mínimo imprescindible, permaneciendo el resto situado a distancia prudencial. Dichos gatos dispondrán de un dispositivo de frenado de la bobina y, en caso contrario, se tomarán las medidas sustitutivas oportunas.

Tendido del cable (líneas)

- Las medias o mallas de tendido serán adecuadas al diámetro del cable, comprobando el buen ajuste de las mismas antes de proceder al tiro de aquél.
- El cabestrante de tendido dispondrá de un trinquete de frenado o un sistema regulable de paro automático para evitar sobretensiones. Siempre se anclará a puntos sólidos por medio de elementos de suficiente firmeza.
- En el tendido con cabestrante, el primer rodillo se situará con un ángulo adecuado al tiro, y todo el personal destinado a vigilar la operación se colocará en la parte exterior de las curvas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Las zonas de tendido donde se utilicen sustancias para el buen deslizamiento del cable, se limpiarán debidamente para evitar resbalones.
- Previamente a la preparación de puntas de cables, se comprobará la ausencia de tensión, así como en las bornas a conectar y en su entorno.
- Evitar posturas forzadas o mantenidas para dar forma a los cables.
- Evitar el trabajo simultáneo en zonas de mutua influencia, y en caso contrario, se establecerán las correspondientes protecciones intermedias que eviten la transferencia de riesgos.
- Para el manejo de cargas se utilizarán siempre que sea medios auxiliares de transporte, evitando así sobreesfuerzos.
- Se tendrán en cuenta los riesgos y medidas del apartado "*Elementos auxiliares*", "*Manipulación manual de cargas*" que sean de aplicación.

Conexionados

- Comprobar la ausencia de tensión de los cables a conexionar.
- Utilizar en todo momento herramientas aisladas.

Equipos de protección Individual

- Casco homologado de seguridad para riesgos electromecánicos.
- Guantes para riesgos mecánicos.
- Guantes para riesgos eléctricos.
- Gafas de seguridad.
- Pantallas faciales.
- Botas de seguridad.
- Botas impermeables contra agua y humedad.
- Arneses anticaídas.
- Cuerda vida.
- Mascarillas.
- Protectores auditivos.
- Ropa de trabajo.
- Fajas o cinturones antivibratorios.

Protecciones colectivas

- Bandas de plásticos bicolor (rojo y blanco).
- Disponer de un extintor apto para los tipos de fuego que se puedan producir.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.1.5. Red de Tierras y Puesta a Tierra de Aparellaje

Riesgos de la actividad

- Golpes y cortes con objetos o herramientas.
- Contacto térmico.
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas.
- Proyección de fragmentos o partículas.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Las herramientas manuales deberán ser de características y tamaño adecuados a las operaciones a realizar. No han de portarse en los bolsillos.
- Los trabajadores seguirán un plan de adiestramiento en el uso correcto de cada herramienta que deba emplear en su trabajo.
- Se deben utilizar Equipos de Protección Individual adecuados, guantes, calzado, etc.
- Los trabajadores encargados de realizar las soldaduras Cadwell utilizarán pantalla de protección facial, gafas y guantes.
- Comprobar que los moldes de la carga estén en buen estado.
- Los moldes estarán secos. Para ello y antes de realizar la primera soldadura, se secarán con encendido de uno sin soldadura.
- Se esparcirá un poco de polvo de cebado en la boca de la tapa para facilitar el encendido.
- Usar un chispómetro para producir la ignición de la pólvora.
- Serán de aplicación las medidas correctoras y consignas preventivas señaladas en los apartados "Trabajos de soldadura" y "Equipos de trabajo" que sean de aplicación.

Equipos de Protección Individual

- Casco homologado de seguridad para riesgos electromecánicos.
- Guantes de protección.
- Gafas de seguridad.
- Pantallas faciales.
- Botas de seguridad.
- Botas impermeables contra agua y humedad.
- Protectores auditivos.
- Ropa de trabajo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Protecciones Colectivas

- Señalización y delimitación de la zona de trabajo.

Disponer de un extintor apto para los tipos de fuego que se puedan producir.

4.1.6. Ensayos y Pruebas Finales: Puesta en Marcha

Tras el montaje, se podrán realizar una prueba de AT y BT. Si se dispone de la tensión auxiliar, se podrían hacer las pruebas de funcionamientos de seccionador e interruptor, que ya habrán de haber sido probadas y certificadas previamente en fábrica.

Se utilizarán, según el caso, un trafo de pruebas de alta tensión con voltímetro y regulador de sobreintensidad, debidamente calibrados y mantenidos.

Riesgos de la actividad

- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Arco eléctrico.
- Incendio por factores de ignición.
- Medidas correctoras y consignas preventivas.
- Al realizarse esta fase con tensión, deberán manipularse los elementos instalados únicamente por personal cualificado.
- Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.
- La zona de trabajo se señalizará mediante cadena de PVC y lámpara de indicación de acceso con el fin de evitar que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.
- Se localizará y verificará el correcto funcionamiento del extintor de polvo polivalente de la zona de la subestación.
- Debido a que se utilizará una fuente de tensión exterior, se tomarán precauciones para asegurar que la instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.
- Las herramientas manuales para trabajos en baja tensión estarán homologadas según la Norma Técnica Complementaria MT-26 sobre aislamiento de seguridad de dichas herramientas.

Equipos de protección Individual

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Calzado de protección eléctrica y mecánica.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo.

Protecciones colectivas

- Señalización y delimitación de la zona de trabajo.
- Lámpara de indicación de acceso a la zona de trabajo.

Disponer de un extintor apto para los tipos de fuego que se puedan producir.

4.1.7. Trabajos en Tensión

Trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión o entra en zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. (R.D. 614/2001).

- Todo trabajo en una instalación eléctrica o en su proximidad que conlleve un riesgo eléctrico, deberá efectuarse sin tensión, salvo en los siguientes casos:
    - Trabajos en instalaciones con tensión de seguridad 24 V en emplazamientos húmedos o mojados y 50 V en emplazamientos secos (MI B.T. O 21).
    - Conectar y desconectar en instalaciones de baja tensión, como puede ser conectar una lámpara o una toma de corriente (con el material adecuado).
    - Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico o la comprobación de la concordancia de fases.
    - Los trabajos en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

- Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:
    - Trabajos a potencial:
        - El trabajador manipula directamente los elementos en tensión.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Requiere alta especialización de los trabajadores.

- Trabajos a distancia.
- Todo trabajo en tensión a distancia deberá estar sujeto a un estudio preliminar por el Jefe de Trabajo para confirmar que puede efectuarse en forma segura mediante el Procedimiento de Ejecución elegido, y que no se rebasarán los esfuerzos de trabajo establecidos par los materiales de la instalación y para las herramientas y los equipos a utilizar.
- Previo al comienzo de los trabajos, el Jefe de Trabajo verificará el estado de las instalaciones y equipos sobre los que se vaya a trabajar.
- En este método, el operario ejecuta el trabajo mediante herramientas montadas en el extremo de pértigas aislantes adecuadas a la tensión de la instalación llevando asimismo guantes aislantes para Alta Tensión. El aislamiento.
- Se tendrán en cuenta las siguientes condiciones atmosféricas:

  - Precipitaciones (lluvia, nieve y granizo): en caso de precipitaciones atmosféricas en instalaciones de tensión inferior o igual a 36 kV (tensión más elevada), no se empezará el trabajo, pero los que estén en curso pueden terminarse. Cuando la tensión sea superior a 36 kV, no se comenzarán los trabajos y se interrumpirán los que estén en curso.
  - Niebla: se realizará el trabajo siempre que el Jefe de Trabajo tenga visibilidad clara sobre operarios y trabajos.
  - Tormentas: en presencia de rayos y truenos los trabajos no comenzarán o en su caso se interrumpirán.
  - Viento: los trabajos no comenzarán o se interrumpirán si los vientos provocan inestabilidad del personal o desplazamientos peligrosos de los conductores y elementos utilizados.

- Equipos de protección individual requeridos:

  - Casco aislante con barboquejo.
  - Pantalla facial.
  - Gafas inactínicas.
  - Ropa de trabajo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

- Trabajos en contacto:

  - Requiere la utilización de guantes aislantes en las manos, se emplea principalmente en baja tensión. Se utilizarán también guantes y manguitos aislantes para Alta Tensión.
  - Es necesario que las herramientas manuales utilizadas dispongan de recubrimiento aislante adecuado, conforme a las técnicas que les sean de aplicación.
  - Precauciones:

    - Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
    - Realizar el trabajo sobre una alfombra, banqueta, barquilla, plataforma o escaleras aislantes apropiadas para la tensión de la instalación que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable. Los guantes y manguitos aislantes son un aislamiento complementario, insuficiente por sí solo.
    - Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
    - No portar pulseras o cadenas.
    - Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
    - Aislar en la medida posible las partes activas y elementos metálicos de la zona de trabajo mediante protectores adecuados.
    - Llevar casco protector, de material aislante y gafas o pantalla facial para protección contra proyecciones y contra el arco eléctrico (fulguraciones).

  - En estas condiciones el operario trabaja tocando elementos en tensión respecto a masa y a otros conductores, según esto, el operario puede tocar un determinado conductor, pero debe quedar lo suficientemente alejado (a la distancia de seguridad) de otros elementos conductores de la instalación que estén a diferente potencial respecto al que él está tocando, por ejemplo, las otras fases, si se trata de un sistema trifásico.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Riesgos de la actividad

- Caída desde altura.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Incendios.

Medidas correctoras y consigas preventivas

Disposiciones generales

- Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D. 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión, deben estar adecuadamente formados y entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajo.
- Esta formación deberá incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentes por choque eléctrico, así como procedimientos de emergencia. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Conviene además prever una formación y entrenamiento adicionales en caso de utilización de nuevas técnicas y procedimientos realizados menos de una vez al año.
- Deberán especificarse las características, utilización, almacenamiento, conservación, transporte e inspecciones de las herramientas, equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.

Realización de los trabajos

- La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente según lo dispuesto en el Anexo II del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Si es necesario, durante la realización de los trabajos se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizar trabajos deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo y de medios de acceso y de iluminación.
- Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde equipos eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.
- Mantener los materiales inflamables alejados de fuentes de arco eléctrico. Los trabajos en tensión sólo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio y explosión.
- Para el trabajo en tensión, se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.
- El trabajador se asegurará una posición estable que le permita tener las dos manos libres.
- Los trabajadores no llevarán objetos metálicos tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.
- Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

<u>Disposiciones adicionales para trabajos en tensión en instalaciones de baja tensión</u>

- El Jefe de Trabajos, que deberá conocer las condiciones de seguridad necesarias para realizar el trabajo en tensión propuesto, determinará, en el propio lugar de trabajo, si en función de las medidas de seguridad provistas puede realizarse el trabajo en tensión.
- Todo personal que realice trabajos en tensión en baja tensión, debe estar adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso y debe disponer y hacer correcto uso del equipo establecido a tal fin.
- Las personas que realicen el trabajo en tensión cumplirán las prescripciones

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICO DE DOCUMENTOS
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

siguientes:

- A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombra, banqueta, madera seca, etc.).

- Utilizar casco, guantes aislantes para Baja Tensión y herramientas aisladas.
- Gafas de protección contra proyección de partículas cuando exista riesgo particular de accidente ocular.
- Utilizar ropas secas. La ropa de trabajo no debe tener partes conductoras (preferentemente 100% algodón) y cubrirán totalmente brazos y piernas.
- Aislar, siempre que sea posible, los conductores o partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuará mediante fundas, telas aislantes, capuchones, etc.

<u>Disposiciones adicionales para trabajos en tensión en alta tensión</u>

- El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo. Si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia, deberá requerir ayuda de otro trabajador cualificado.
- Los parámetros de altitud y contaminación se tendrán en consideración si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.
- Queda totalmente prohibido tocar los puntos de alta tensión en tensión, incluso con guantes aislantes, así como efectuar trabajos sobre los mismos, incluso con herramientas aisladas. Esta prohibición no comprende el uso en las condiciones reglamentarias, de las pértigas de maniobra, de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión o de los dispositivos concebidos para los controles de tensión (controlador bipolar, etc.).
- Las maniobras de los aparatos de corte no están consideradas como un trabajo sobre los conductores o sus partes contiguas, para estas maniobras es obligatorio el empleo de banqueta o alfombra aislantes y el uso de los guantes aislantes.
- Cuando el mando de un aparato esté al alcance del público, debe quedar siempre enclavado materialmente después de cada maniobra, bien sea en posición de apertura o de cierre.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Disposiciones particulares

- En las maniobras locales con interruptores o seccionadores
    - El método de trabajo empleado debe prever tanto los defectos razonablemente posibles de los aparatos como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas.
    - Para la protección frente al riesgo de arco eléctrico, explosión o proyección de materiales, no será obligatoria la utilización de equipos de protección cuando el lugar desde donde se realiza la maniobra esté totalmente protegido frente a dichos riesgos por alejamiento o interposición de obstáculos.

- En las mediciones, ensayos y verificaciones
    - En los casos en que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones necesarias para evitar la realimentación intempestiva de la misma.
    - Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior se tomarán precauciones para asegurar que:
        - La instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta a la prevista.
        - Los puntos de corte tienen aislamiento suficiente.
        - Adecuar las medidas de prevención tomadas frente a riesgo eléctrico al nivel de tensión utilizado.

Equipos de Protección Individual

- Banquetas u alfombrillas aislantes.
- Pértigas.
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Casco de seguridad contra arco eléctrico.
- Protección ocular tipo pantalla facial o gafas contra arco eléctrico.
- Calzado de seguridad con puntera resistente a impactos y suela aislante y antideslizante.
- Arnés de seguridad.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.

Protecciones Colectivas

- La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente según lo dispuesto en el Anexo II del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Si es necesario, durante la realización de los trabajos se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.
- Disponer de un extintor apto para los tipos de fuego que se puedan producir.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUECOMPONEN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA PARA EL DESARROLLO DE LA TORRE DE MEDICIÓN

5.1. TRABAJOS A REALIZAR

Estos trabajos corresponden a la obra de instalación de la torre de celosía de 80 m de altura para observaciones meteorológicas.

Los trabajos se clasifican en:

- Elaboración de la cimentación de la torre.
- Montaje de la torre.
- Montaje de los equipos de medida.

5.2. ANÁLISIS Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

5.2.1. Normas básicas de Seguridad

Se consideran las siguientes:

- Los operarios que manejen la maquinaria deberán estar en posesión de los permisos o carné necesarios para ocupar este puesto, estando la empresa a la que pertenezcan al corriente en los pagos a la Seguridad Social.
- Toda maquinaria a emplear deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al R.D. 1215/1997, modificado por el R.D. 2711/2004, de 12 de noviembre, manual de usuario y libro de mantenimiento actualizado.
- Las máquinas para las que así lo exija la legislación vigente, tendrán su correspondiente póliza de responsabilidad civil en vigor.
- Se prohíbe transportar personal fuera de la cabina de las máquinas ni en un número superior a las plazas permitidas.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima nominal de los vehículos, así como superar los esfuerzos máximos para los que estén previstas las máquinas.
- Se prohíbe la utilización de la maquinaria y los elementos auxiliares para cometidos diferentes para los que han sido diseñados.
- En caso de falta de visibilidad, las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por persona distinta al conductor.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Las paredes de la excavación y de los taludes se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Las operaciones de montaje serán realizadas por personal especializado y se señalizará la zona de trabajo.
- Las operaciones de voladura serán realizadas por personal especializado y se indicará la zona de seguridad antes de llevarlas a cabo.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- La distancia mínima entre los trabajadores, cuando estén trabajando, será de 1 m.
- Se evitará la superposición de los tajos.
- Para la limpieza normal de fondo de las zanjas y en excavaciones manuales a más de 3 m de profundidad se utilizarán al menos dos personas, situándose una de ellas fuera de la excavación para auxiliar a la otra si fuera necesario.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso.
- No se realizará acopio de materiales en las proximidades de las zanjas.
- Se debe evitar, como norma general, que las ruedas de los camiones queden a menos de 2 m de las zanjas.
- Se prohíbe el manejo manual de pesos superiores a 25 kg, excepto para trabajadores entrenados, cuyo límite máximo será de 40 kg.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad a los elementos en tensión.
- Cuando se realicen trabajos mediante grúa, se utilizarán cuerdas guía para situar correctamente cada elemento en su lugar, evitando la manipulación manual directa.
- No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
- Se cuidará especialmente que ningún operario realice trabajos en altura sin la correspondiente protección anticaída.
- El material y las herramientas serán transportadas por los operarios cuando se suban por las escaleras portátiles de tal forma que queden libres las extremidades superiores.
- Se definirán en el Plan de Seguridad elaborado por el contratista las velocidades máximas de viento permitidas para la realización de cada una de las tareas.

5.2.2. Análisis de Riesgos, Normas de Seguridad y Protecciones

A continuación, se enumeran los riesgos más frecuentes en las diferentes fases de la

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

obra (cimentaciones e izado de la torre). Se resumen en las siguientes tablas:

CIMENTACIÓN.	
Riesgos más frecuentes.	Golpes en pies y manos.
	Proyecciones de cuerpos extraños.
	Caídas al mismo nivel.
	Afecciones dérmicas.
	Pinchazos con elementos punzantes.
Protecciones colectivas.	Zona delimitada para almacenamiento de material.
	Protección de elementos punzantes.
	Limpieza y orden en la zona de trabajo.
EPI's	Utilización permanente de casco homologado.
	Utilización permanente de guantes de goma.
	Utilización de ropa de trabajo adecuada.
	Utilización permanente de botas de seguridad.
	Utilización de gafas de protección.
Señalización (mínimos)	Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representa, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.

IZADO DE LA TORRE E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE MEDIDA.	
Riesgos más frecuentes.	Golpes en general.
	Cortes con la celosía.
	Proyecciones de cuerpos extraños.
	Caídas a distinto nivel.
	Caídas al mismo nivel.
	Vuelco de la estructura.
Protecciones colectivas.	Zona delimitada para almacenamiento de material.
	Zona de trabajo delimitada.
	Protección de ferrallas y elementos punzantes.
	Resto del suelo en orden.
EPI's	Utilización permanente de casco homologado, preferiblemente con barbuquejo.
	Utilización de guantes de protección mecánica.
	Utilización de ropa de trabajo adecuada.
	Utilización de cinturón de seguridad y arneses adecuados.
	Utilización permanente de botas de seguridad (puntera reforzada).
	Utilización de gafas de protección.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Señalización (mínimos)	Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representa, aunque las condiciones de visibilidad sean mínimas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6. TRABAJOS DIVERSOS

6.1. TRABAJOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA

Riesgos de la actividad

- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Incendio por factores de ignición.
- Contacto térmico.
- Accidente por radiaciones.
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas.
- Explosión.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Se realizarán inspecciones periódicas del estado de las mangueras del circuito de soldadura y de las mangueras eléctricas de suministro, aislándolas o sustituyendo aquellas que presenten deterioros por otras que se encuentren en perfecto estado de aislamiento. Comprobar periódicamente que los cables del circuito de soldadura se encuentren correctamente protegidos contra proyecciones incandescentes, grasas, aceites, etc., para evitar arcos o circuitos irregulares. De la misma forma se protegerán frente a roces, aplastamientos, y especialmente de las partículas incandescentes provocadas por la soldadura, colocándolas alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria. Las tomas de corriente deben situarse en lugares que permitan su desconexión rápida en caso de emergencia.
- Compruebe antes de utilizar el equipo que la pinza sea la adecuada al tipo de electrodo utilizado y que además sujete fuertemente los electrodos. Se cuidará que el aislamiento del cable no se deteriore en el punto de empalme con la pinza y que los bornes están cubiertos evitando un posible cortocircuito caudado por un objeto metálico. La pinza de masa se conectará sobre la pieza a soldar o lo más cercana posible para evitar derivaciones.
- Se usarán guantes aislantes para coger la pinza cuando esté en tensión y cuando tengan que cambiarse los electrodos. Antes de cambiar el electrodo se comprobará que los guantes y las manos están secos.
- Antes de comenzar la realización de los trabajos, balizar o limitar la zona de

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

soldadura (especialmente en la misma vertical) de forma que se impida el paso de otros trabajadores y el contacto accidental de éstos con las chispas de soldadura.

- Antes de comenzar la tarea, se vigilará la ausencia de otras personas o de material inflamable en los alrededores de la zona de trabajo. Si algún objeto combustible no puede ser desplazado, debe cubrirse con material ignífugo y se colocará un extintor de capacidad extintiva mínima 21A 113B en las proximidades de la zona de trabajo.
- El trabajador que utilice el equipo debe utilizar ropa difícilmente inflamable (algodón) nunca fibras artificiales por ser fácilmente inflamables.
- Dejar enfriar el electrodo y el material soldado previamente a su manipulación. Si la manipulación es absolutamente necesaria, utilizar guantes de protección contra riesgos térmicos para tocar dichos elementos.
- Si se abandona momentáneamente el trabajo, se desconectará el equipo y se dejará el electrodo en un lugar seguro que no ocasione este riesgo a otros trabajadores.
- No se debe mirar directamente a la soldadura sin protección ocular.
- Los trabajos se realizan en espacios abiertos bien ventilados. Se adoptará una posición que evite inhalar los humos desprendidos y se recomienda el uso de mascarilla con filtros específicos para gases y vapores. No se deben realizar operaciones de soldadura en las proximidades de cubas de desengrase con productos clorados o sobre piezas húmedas. No se permitirá soldar en el interior de contenedores, depósitos o barriles mientras no hayan sido limpiados completamente y desgasificados con vapor.
- Utilización de pantalla facial o gafas de protección ocular antiproyección durante el proceso de picado o descascarillado. El picado siempre se realizará de forma que las partículas desprendidas salten en dirección contraria a la que ocupa el trabajador.
- No se utilizarán clemas ni hilos pelados conectados directamente, siempre se utilizarán clavijas normalizadas. Si utiliza prolongadores verifique que sean adecuados para ambientes exteriores para trabajos en condiciones de humedad y que también las mangueras eléctricas de dichos prolongadores están en buen estado, sin desperfectos en el aislamiento. Cuando las mangueras eléctricas sean de longitud considerable, se procurará que se mantengan alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria, bien enterrándolas bien elevándolas 2,5 m al paso de las personas o a 5 m en el caso de paso de vehículos.
- Se comprobará antes de conectar el equipo de soldadura al cuadro eléctrico que

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

éste dispone de dispositivos de protección contra sobreintensidades (interruptor diferencial de alta sensibilidad 0,03A) y que la instalación eléctrica dispone de toma de tierra.

- No apoyar la pinza portaelectrodos sobre materiales conductores, siempre apoyarla sobre una superficie aislante. Siempre que sea posible se colocará el equipo sobre una superficie aislante.
- Durante pausas prolongadas en la realización de los trabajos desconecte el equipo.

Equipos de Protección Individual

- Para realizar operaciones de soldadura, utilizar siempre protección ocular (tipo gafas o pantalla) con filtro para soldadura, ropa de protección y guantes de protección contra riesgos en soldadura.
- Guantes de protección aislantes: para coger la pinza cuando esté en tensión o cuando tengan que cambiarse los electrodos.
- Guantes de protección contra riesgos térmicos para la manipulación de material soldado.
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes para gases y vapores en el caso de trabajos en lugares con poca ventilación.
- Protección ocular resistente a proyecciones durante el proceso de picado o descascarillado.
- Calzado de seguridad con suela aislante durante la realización de trabajos sobre estructuras metálicas.

Protecciones colectivas

- Delimitación de la zona de soldadura.
- Extintor de capacidad extintiva mínima 21A 113B si hay presencia de material inflamable.

6.2. TRABAJOS DE SOLDADURA AUTÓGENA

Riesgos de la actividad

- Explosión.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Contacto térmico.
- Proyección de fragmentos o partículas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Incendio por factores de ignición.
- Caída de objetos en manipulación.
- Accidente por radiaciones.
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Uso del equipo de soldadura

- Se verificará antes de realizar los trabajos el correcto montaje del grupo, que disponga de válvulas antirretorno tanto en los manorreductores como en el soplete.
- Asegurar que todos los equipos, canalizaciones y accesorios (manorreductores, manómetros, válvulas antirretorno, mangueras, sopletes, etc.) son los adecuados para la presión y el gas a utilizar en cada aplicación. Hay que asegurarse que los acoplamientos en las conexiones del regulador con la válvula de la botella sean coincidentes. No se forzarán nunca las conexiones que no ajusten bien, ni se utilizarán piezas intermedias, salvo las aprobadas por el fabricante del gas.
- No golpear el soplete. No tirar de las mangueras, no realizar empalmes en las mangueras si no son realizadas con racores adecuados, con abrazaderas, nunca con alambre. Las pruebas de estanqueidad no las realice utilizando llama, se utilizará con detector de gas o agua jabonosa.
- Si hay que cambiar un componente del grupo lo realizará personal cualificado que antes comprobará que son los adecuados a la presión y al gas a utilizar y una vez colocado hará las perceptivas pruebas de estanqueidad con detector de gas o agua jabonosa.
- Comprobar que el equipo de soldadura se encuentre situado de forma estable sobre el carro portabotellas con la cadenilla de seguridad puesta de forma que quede asegurada la posición vertical de las botellas. Las botellas estarán siempre en posición vertical, y debidamente protegidas para evitar su caída, excepto cuando estén contenidas en algún tipo de bloques, contenedores, baterías o estructuras adecuadas.
- No fumar cerca de botellas con gas, aunque se considere que éstas se encuentran vacías.
- Mantener las botellas alejadas de cualquier tipo de proyecciones incandescentes.
- Antes de comenzar la realización de los trabajos, balizar o limitar la zona de

VISADO ELECTRÓNICO COMPLEMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

soldadura (especialmente en la misma vertical) de forma que se impida el paso de otros trabajadores y el contacto accidental de éstos con el metal incandescente.

- Realizar el encendido del soplete siguiendo el procedimiento adecuado:

    - Abrir lenta y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.
    - Abrir la válvula del soplete correspondiente al acetileno ¾ partes de vuelta.
    - Encender la mezcla con un encendedor de chispa.
    - Regular la llama abriendo el oxígeno según necesidades.
    - Para apagar el soplete cierre primero el acetileno y después el oxígeno.
    - Las botellas no deben consumirse completamente pues podría entrar aire, se debe mantener sobrepresión en las botellas.
    - Dejar enfriar tanto el soplete como el material soldado previamente a su manipulación. Si la manipulación es absolutamente necesaria, utilizar guantes de protección contra riesgos térmicos y/o herramientas (tenazas, mordaza, alicates, etc.) que eviten el contacto con dichos elementos.

- Antes de comenzar la tarea, se vigilará la ausencia de otras personas o de material inflamable en los alrededores de la zona de trabajo. Si algún objeto combustible no puede ser desplazado, debe cubrirse con material ignífugo y se colocará un extintor de capacidad extintiva mínima 21A 113B en las proximidades de la zona de trabajo.
- No trabajar con las mangueras y bombonas a menos de 5 metros de la llama.
- No se debe mirar directamente a la soldadura sin protección ocular.
- Los trabajos se realizan en espacios abiertos bien ventilados. Se adoptará una posición que evite inhalar los humos desprendidos y se recomienda el uso de mascarilla con filtros específicos para gases y vapores. No se deben realizar operaciones de soldadura en las proximidades de cubas de desengrase con productos clorados o sobre piezas húmedas. No se permitirá soldar en el interior de contenedores, depósitos o barriles mientras no hayan sido limpiados completamente y desgasificados con vapor.
- Cerrar los grifos siempre después de cada sesión de trabajo. Comprobar que el soplete no contacta con las botellas, aunque esté apagado.
- El picado siempre se realizará de forma que las partículas desprendidas salten

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

en dirección contraria a la que ocupa el trabajador.

- Sustituir las mangueras de gas cuando así lo indique el fabricante o cuando se observen indicios de picaduras o roturas de las mismas.
- Las mangueras no deben atravesar vías de circulación de vehículos o personas sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión. Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados o ángulos vivos, procurando que no formen bucles.

Manipulación de las botellas de gas

- Proteger las botellas (aunque estén vacías) contra las temperaturas extremas y los rayos solares directos para evitar el sobrecalentamiento de éstas, pues puede aumentar peligrosamente la presión en el interior.
- Los acopios de botellas se realizarán en lugares bien ventilados y frescos, lejos de cuadros y equipos eléctricos o cualquier foco de calor. En caso de sobrecalentamiento se debe proceder a enfriar con abundante agua.
- Durante todo desplazamiento, las botellas, incluso si están vacías, deben tener la válvula cerrada y la caperuza debidamente fijada.
- No arrastrar las botellas o hacerlas girar en posición horizontal pues estas operaciones pueden ocasionar cortes, abolladuras, etc. en la pared de la botella y disminuir sus características mecánicas resistentes. Utilizar carritos de transporte asegurando las botellas con una cadena o, en caso de no disponer de ellos, girar en posición vertical sobre su base. Manipular siempre las botellas como si estuvieran llenas.
- Para la carga/descarga de botellas está prohibido emplear cualquier elemento de elevación de tipo magnético o el uso de cuerdas, cadenas o eslingas si no están equipadas de elementos para permitir su izado con tales medios. Puede usarse cualquier sistema de manipulación o transporte, si se utiliza una cesta, plataforma o cualquier otro sistema que sujete debidamente las botellas.
- Se emplearán guantes de protección contra riesgos mecánicos y calzado de seguridad. Las botellas no se manejarán con manos o guantes grasientos.
- Una vez montado el equipo antes de la realización de los trabajos, y periódicamente, se realizarán pruebas de estanqueidad del equipo para comprobar que no tiene fugas ni por mal estado de los componentes ni por realización de conexiones defectuosas.
- Si al abrir una botella se atasca el grifo, no forzarlo, devolver la botella al proveedor. Antes de comenzar una botella comprobar que el manómetro

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

marca "cero" con el grifo de la botella cerrado, si no lo marca, la botella es defectuosa y tiene fuga de gas, por lo cual se devolverá al proveedor.

- Las botellas de acetileno llenas se deben mantener en posición vertical al menos 12 h antes de ser utilizadas. En caso de tener que tumbarlas se debe mantener el grifo con el orificio de salida hacia arriba, nunca a menos de 50 cm del suelo.
- Una vez cerrados los grifos de las botellas después de la realización de los trabajos descargar siempre la instalación de gas, descargando el manorreductor las mangueras y el soplete, así se purgará la instalación.
- Si se incendia un grifo se tratará de cerrarlo y si no se consigue se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo. Después del retroceso de la llama cierre la llave de paso del oxígeno después la del acetileno y luego las llaves de alimentación de ambas botellas.
- Después de un retroceso de llama de una botella o de un incendio de un grifo de una botella de acetileno debe comprobarse que la botella no se calienta sola, en el caso de que aumente la temperatura se deberá enfriar con agua. Una vez apagado debe desmontarse el equipo comprobando que ninguno de sus componentes ha sufrido daños.

<u>Medidas generales para la utilización de botellas y botellones de gases comprimidos:</u>

- Antes de poner en servicio cualquier botella deberá eliminarse todo lo que dificulte su identificación y se leerán las etiquetas y marcas existentes en aquélla.
- Si el contenido de una botella no está identificado, deberá devolverse a su proveedor sin utilizarla.
- Los acoplamientos para la conexión del regulador a la válvula de la botella deben ser los reglamentados en la ITC MIE-AP-7 del Reglamento de Aparatos a Presión.
- El protector (sombrerete, caperuza, etc.) móvil de la válvula debe estar acoplado a la botella hasta el momento de su utilización.
- La válvula debe estar siempre cerrada, excepto cuando se emplee el gas, en cuyo momento deberá estar completamente abierta.
- El gas contenido en la botella, se utilizará siempre a través de un medio de regulación de presión adecuado.
- Después de conectar el regulador, y antes de abrir la válvula de la botella, se comprobará que el tornillo de regulación del manorreductor está completamente aflojado. Esta precaución debe asimismo tenerse en cuenta

VISADO ELECTRÓNICO-MEMORIA
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

en las interrupciones de trabajo o en el cambio de botella.

- La válvula de la botella se abrirá siempre lentamente. La salida de la misma se colocará en sentido contrario a la posición del operador y nunca en dirección a otras personas; no se emplearán otras herramientas diferentes a las facilitadas o aconsejadas por el proveedor. Se evitará el uso de herramientas sobre las válvulas equipadas con volante manual. Si las válvulas presentan dificultad para su apertura o cierre, o están agarrotadas, se pedirán instrucciones al proveedor.
- No se emplearán llamas para detectar fugas, debiendo usarse los medios adecuados a cada gas; si existiera una fuga en la válvula se cerrará ésta y se avisará al suministrador.
- Está prohibido, al interrumpir el trabajo de soldadura o corte con llama, colgar el soplete de la botella, así como calentar la botella con éste. Las botellas se mantendrán alejadas de cualquier fuente de calor, hornos, etc.
- Antes de desconectar el dispositivo de regulación de las botellas, se cerrará su válvula y se eliminará la presión del dispositivo de regulación. Tan pronto la botella esté vacía se cerrará la válvula y se colocará el protector de la misma.
- Se prohíbe terminantemente desmontar las válvulas, dado el peligro que ello implica.
- Se prohíbe pasar gases de una botella a otra por personal no cualificado.
- No se emplearán nunca gases comprimidos para limpiar los vestidos o para ventilación personal.
- No se emplearán nunca botellas como rodillos, soporte o cualquier otro propósito que no sea el de almacenar gases.
- Se prohíbe terminantemente soldar piezas en las botellas, ya que ello elimina totalmente el tratamiento térmico del material de las mismas, creando una zona de gran fragilidad y dando lugar en muchos casos a la aparición de grietas.
- No se cambiará ni se quitará cualquier marca, etiqueta o calcomanía empleada para la identificación del contenido de la botella y que haya sido colocada por el proveedor del gas.
- El repintado de la botella se realizará únicamente por el fabricante o distribuidor del gas.
- Devolver al proveedor aquellas botellas que no se encuentren correctamente identificadas o que presenten algún tipo de deficiencia. Si como consecuencia de un choque o golpe accidental una botella quedase deformada, marcada o

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

presentase alguna hendidura o corte, se devolverá al suministrador del gas, sin utilizarse. Dichas botellas presentan riesgo de explosión, al haber quedado disminuidas sus características mecánicas resistentes.

- Se recomienda para la manipulación de botellas el uso de calzado de seguridad y guantes adecuados.

SI EL EQUIPO SE UTILIZA DE FORMA PUNTUAL SE REVISARÁN POR COMPLETO TODOS SUS COMPONENTES ANTES DE VOLVERLO A UTILIZAR

Equipos de Protección Individual

- Para realizar operaciones de soldadura, utilizar siempre careta de protección ocular, ropa de protección y guantes de protección contra riesgos en soldadura.
- El trabajador utilizará guantes de seguridad, mandil de soldador, gafas antiproyección, manguitos para proteger los brazos, botas de seguridad y polainas de apertura rápida.
- Utilización de ropa no sintética (recomendable de algodón) para evitar que en caso de quemadura por contacto accidental se agrave la herida.
- El trabajador utilizará guantes de seguridad, mandil de soldador, gafas antiproyección, manguitos para proteger los brazos, botas de seguridad y polainas de apertura rápida. El trabajador que utilice el equipo debe utilizar ropa difícilmente inflamable (algodón) nunca fibras artificiales por ser fácilmente inflamables.
- Se emplearán guantes de protección contra riesgos mecánicos y calzado de seguridad para el manejo de las botellas de gas.
- Guantes de protección contra riesgos térmicos para la manipulación de material soldado.
- Protección ocular tipo gafas o pantalla durante el proceso de picado o descascarillado.
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes para gases y vapores en el caso de procesos de soldadura en recintos con poca ventilación.

Protecciones Colectivas

- Colocar la señal de prohibido fumar en todas aquellas zonas donde se encuentren almacenadas las botellas de gas a presión.
- Balizar y delimitar la zona de soldadura.
- Extintor de capacidad extintiva mínima 21A 113B en el caso de presencia de material inflamable.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.3. TRABAJOS DE SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA

Las conexiones eléctricas de los cables de la red de tierra se realizarán según el proceso de soldadura aluminotérmica teniendo en cuenta las siguientes normas:

- Se tendrá especial cuidado en utilizar los moldes adecuados a los diámetros de los cables que se van a unir al objeto de evitar proyecciones de material fundente.
- Se comprobará el buen estado de la cubierta exterior del molde y del mango de cogida.
- El personal hará uso en todo momento durante el trabajo de los guantes de protección de manga larga y de las gafas o pantalla de seguridad.
- La ignición del material de arranque se realizará una vez cerrada la tapa del molde con algún tipo de chispero que permita mantener la mayor distancia posible entre la mano y la boca de entrada del molde.

Equipos de Protección Individual

- Las reflejadas en el apartado "*Trabajos de soldadura autógena*".

Protecciones Colectivas

- Las reflejadas en el apartado "*Trabajos de soldadura autógena*".

6.4. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

Se entiende por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (R.D. 487/97, Art. 2).

Riesgos de la actividad

- Sobreesfuerzos.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Fatiga física por manejo manual de cargas.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Utilizar los medios mecánicos para el traslado de materiales presentes en la obra siempre que sea posible. Hacer uso de fajas lumbares para la manipulación manual de cargas.
- Cuando el peso de una carga sea demasiado y no sea posible hacer uso de los medios mecánicos, solicitar la ayuda de algún compañero.
- Coger la carga con la palma de la mano y la base de los dedos. Si el objeto es muy pesado prepararlo previamente sobre calzos para situar correctamente las manos.
- La superficie de la carga no tendrá elementos que generen lesiones. En caso contrario, usar guantes de protección mecánica.
- En el levantamiento de la carga:
    - Mantener los pies separados y firmemente apoyados.
    - Doblar las rodillas para levantar la carga del suelo, manteniendo la espalda recta.
    - No levantar la carga por encima de la cintura en un solo movimiento.
    - No girar el cuerpo mientras se transporta la carga.
    - Mantener la carga cercana al cuerpo, así como los brazos, y éstos lo más tensos posible.
- Se recomienda no sobrepasar el peso de 25 Kg de la carga en condiciones normales de manipulación.
- Trabajadores sanos y entrenados físicamente podrán manipular hasta 40 Kg, siempre que la tarea se realice de forma esporádica y en condiciones seguras.
- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante y sin que estorbe el avance.
- La postura correcta al manejar una carga es con la espalda derecha. Se evitará manipular cargas en lugares donde el espacio vertical sea insuficiente.
- Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá a tender a:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
- La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
- La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.).
- La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).

- El transporte se deberá efectuar:

  - Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
  - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
  - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.

- El recorrido será lo más corto posible y se mantendrá libre de obstáculos.
- Realizar pausas adecuadas, preferiblemente flexibles para prevenir la fatiga física. Rotación de tareas alternando actividades que no conlleven esfuerzo físico y que no impliquen la utilización de los mismos grupos musculares.
- El transporte de tramos de tuberías a hombro por un solo hombre se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, evitando golpes y choques con objetos y con otros operarios.

<u>Equipos de Protección Individual</u>

- Fajas lumbares para la manipulación manual de cargas.
- Calzado de seguridad: mínimo básico con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Casco de seguridad.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Ropa de protección.

Medidas generales

- El empresario adoptará las medidas técnicas u organizativas para evitar la manipulación manual de cargas. Cuando no pueda evitarse, el empresario tomará las medidas de organización adecuadas, utilizará los medios apropiados o proporcionará a los trabajadores tales medios para reducir el riesgo que entrañe dicha manipulación.
- Formar e informar a los trabajadores sobre la forma correcta de manipular las cargas y sobre los riesgos que corren de no hacerlo de dicha forma. Dicha formación deberá incluir:
    - Uso correcto de las ayudas mecánicas.
    - Información y formación acerca de los factores que están presentes en la manipulación y de la forma de prevenir los riesgos debidos a ellos.
    - Uso correcto del equipo de protección individual.
    - Formación y entrenamiento en técnicas seguras para la manipulación de las cargas.
    - Información sobre el peso y el centro de gravedad.
- Vigilancia de la salud específica para la evaluación de las alteraciones de la columna por sobrecarga.

6.5. MANIPULACIÓN MECÁNICA DE CARGAS

En este apartado se considera tanto el izado de las cargas como su desplazamiento horizontal.

Riesgos de la actividad

- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Accidente durante la conducción de máquinas o vehículos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Contacto eléctrico.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Señalizar y acotar dentro de lo posible la zona en la que se manipulen las cargas. Prohibir el tráfico en la zona para evitar las colisiones entre vehículos y cargas transportadas.
- Determinar previamente a los trabajos las interferencias con instalaciones y otras máquinas según los siguientes factores:
    - Desplazamientos horizontales, laterales y verticales o giros de la máquina y de cada una de sus partes.
    - Movimiento pendular de los cables de izado en vacío o con cargas suspendidas teniendo en cuenta la posibilidad de un estrobado defectuoso.
    - Naturaleza y estado del terreno sustentante de la máquina.
- Tras el montaje de la maquinaria de elevación se procederá, en vacío, a comprobar cada uno de los movimientos posibles con sus correspondientes detenciones "fin de carrera" (si es de aplicación).
- Indicar, sobre la máquina de elevación y en un lugar visible, la carga máxima admisible. Nunca sobrecargar los equipos ni los accesorios de elevación.
- La maniobra de izado comenzará lentamente para tensar los cables antes de realizar la elevación una vez que se haya comprobado la ausencia de personal debajo de la trayectoria de la carga. En general, las cargas deben levantarse, bajarse y trasladarse lentamente evitando los movimientos bruscos de la carga.
- Se prohíbe la permanencia de personas en la vertical de las cargas izadas, o a lo largo de todo su desplazamiento.
- Antes de proceder a maniobrar con la carga, se comprobará la estabilidad de la misma.
- Cuando la maniobra se realice en un lugar de acceso público, como una carretera, el vehículo-grúa dispondrá de luces intermitentes o giratorias de color amarillo-auto, situadas en su plano superior, que deberán permanecer encendidas únicamente durante el tiempo necesario para su ejecución y con el fin de hacerse visible a distancia, especialmente durante la noche.
- Durante el desplazamiento horizontal de la carga, el operario deberá tener contacto visual permanente con la carga, especialmente cuando se pase bajo obstáculos y con la colaboración de uno o varios ayudantes para la realización de las maniobras. Los operadores no atenderán a señal alguna que provenga de otra persona distinta al señalista designado al efecto.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Se observará constantemente el movimiento de las cargas, gálibos y distancias de seguridad a líneas eléctricas, especialmente en máquinas que admitan traslación en su base.
- No se permitirá el acercamiento de personal a la carga para estabilizarla cuando se trabaje en las cercanías de alguna línea a fin de evitar contacto o arco eléctrico. Si se utilizan cuerdas para el guiado de la carga, éstas serán de material dieléctrico.
- En trabajos sin carga, izar el gancho a una altura adecuada, de forma que no exista riesgo contra las personas y objetos.
- Los equipos de izado no se dejan con cargas suspendidas al interrumpir el trabajo.

<u>Accesorios de elevación y transporte</u>

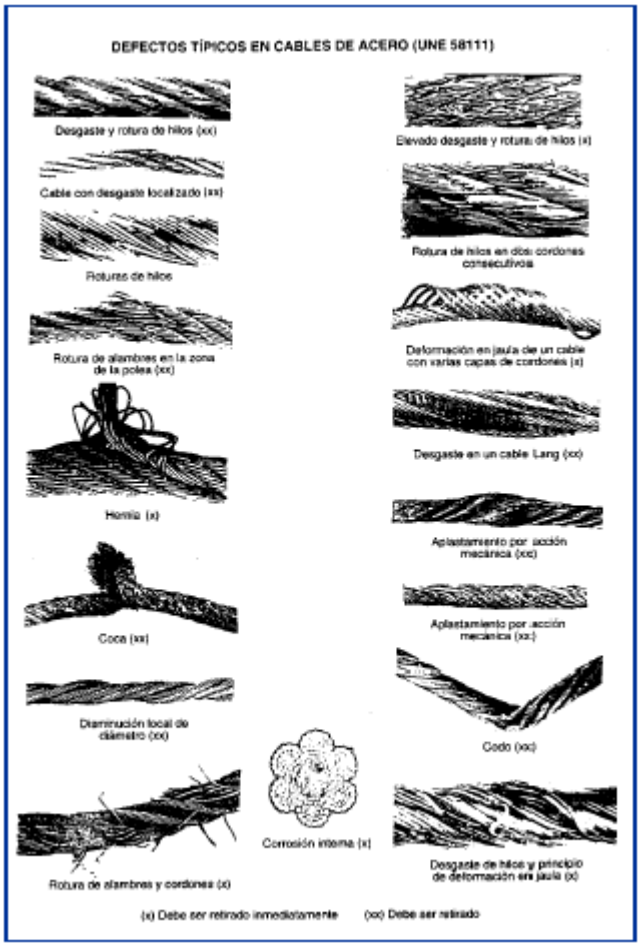
- El estrobado de los elementos a transportar se efectuará de forma cuidadosa y con elementos de enganche en buen estado que garanticen la estabilidad e integridad de la carga.
- Los elementos de enganche de las cargas irán provistos de dispositivos que impidan el desprendimiento de las mismas (ej. los ganchos estarán provistos de pestillos de seguridad)
- Las piezas serán de buena construcción, material sólido y de resistencia adecuada a la carga a transportar.
- No tirar de cadenas, cables o cuerdas que estén aprisionadas debajo de la carga.
- Nunca utilizar un dispositivo de izado en sustitución de otro (ej. usar grilletes como ganchos) si el equipo no está preparado para ello.
- Cuerdas.
    - Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de 10. Deberán estar libres de nudos.
    - Se mantendrán protegidas frente roces, abrasión, presión y aplastamientos. Mantenerlas fuera del contacto directo con el suelo.
    - Serán examinadas en toda su longitud tras concluir un trabajo.
- Cables.
    - Serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

en las cuales van a ser empleados.

- Factor de seguridad no inferior a 6.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas estarán provistos de guardacabos resistentes.
- Previamente a su uso, verificar que están libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos. Se desecharán aquellos cables que presenten un 10% de hilos rotos.
- Se prohíben los empalmes en cables utilizados directamente para levantar o soportar carga.
- Mantener un nivel óptimo de engrasado del cable según recomendaciones del fabricante.



- Cadenas.

  - Utilizar cadenas de hierro forjado o acero, de forma que los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos sean del mismo

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

material que las cadenas a las que van a ser fijados.

- Factor de seguridad como mínimo de 5 para la carga nominal máxima.
- Revisar las cadenas antes de su puesta en servicio vigilando el desgaste de los eslabones, dobleces, grietas, presencia de nudos, torceduras, etc. especialmente con tiempo frío pues la cadena se fragiliza. Proteger la cadena del roce con aristas vivas, suelo, polvo, escorias, humedad y agentes químicos.
- Se retirarán las cadenas que presenten un 5% de reducción del diámetro por desgaste o que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.
- Utilizar tambores, ejes o poleas que permitan el enrollado de la cadena sin torcedura.
- Realizar la unión entre el gancho de elevación y la cadena mediante un anillo, nunca directamente.
- Nunca sustituir un eslabón por un bulón o por una ligadura de alambre de hierro ni soldar un eslabón en una forja o con el soplete.
- Mantener correctamente engrasadas las cadenas para evitar problemas de corrosión que reduzcan la resistencia y la vida útil.
- Ganchos.
- Serán de acero o hierro forjado de buena resistencia mecánica.
- Estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad que eviten el desprendimiento de las cargas o desenganche accidental. El gancho irá provisto de una lengüeta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.
- Las partes en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.
- Las eslingas y cadenas se engancharán de tal forma que descansen en el fondo de la curvatura del gancho y no en la punta.
- Queda absolutamente prohibido el uso de ganchos de fabricación improvisada a partir de acero de la obra.
- No se deformará el gancho para aumentar la capacidad de paso del cable. Los ganchos abiertos o doblados serán retirados.
- No soldar piezas al gancho pues el calentamiento modifica las características del acero.
- Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de forma que

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

gire libremente.

- Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:
  - Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.
  - Que el dispositivo de seguridad funcione correctamente.
  - Que las dimensiones y la disposición de la carga no tiendan a deformar la abertura del gancho.

- Argollas y anillos.
  - Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado que habitualmente se roscará a uno de los brazos del estribo. Nunca sustituir el eje de una argolla por un perno.
  - El fabricante indicará la carga de trabajo de las argollas según el acero y el tratamiento térmico.
  - Se recomiendan los anillos en forma de pera por ser estos más resistentes.
  - Los anillos han de conservar su forma geométrica a lo largo del tiempo.

- Grilletes.
  - Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo menos media vuelta.
  - Realizar la unión de grilletes a través de la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.
  - Los estrobos y eslingas trabajarán sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.
  - El cáncamo tendrá el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.
  - Nunca calentar o soldar sobre los grilletes.

- Eslingas.
  - Vigilar la disminución de la resistencia de las eslingas especialmente en función de: desgaste del trabajo, presencia de nudos, soldaduras de los anillos terminales u ojales y uniones con los sujetacables. Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas ni nudos. Toda

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

eslinga deformada se pondrá fuera de servicio.

- Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres trabajando únicamente a tracción.
- Se deben escoger eslingas (cables, cadenas, etc.) o aparatos de elevación (horquillas, garras, pinzas) apropiados a la carga. No utilizar jamás alambre de hierro o acero cementado.
- Los cables utilizados en eslingas sencillas y eslingas sinfín deben estar provistos en sus extremos de un anillo emplomado o cerrados por terminales de cable (sujetacables). Estos sujetacables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento se encuentre en el lado del cable que trabaja.
- Evitar dobleces excesivos en las eslingas, especialmente en los cantos vivos: se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos materiales blandos (madera, caucho, trapos, cuero, etc.).
- Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.
- Tras el uso de las eslingas, serán colocadas sobre soportes. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, se colocarán en el gancho y se subirá éste al máximo.
- Tener en cuenta las medidas y consignas en el uso de ganchos para el enganchado de cargas verificando el estado de dichos ganchos, funcionamiento de los dispositivos de seguridad, etc.
- Serán de aplicación las medidas y consignas reflejadas en los apartados de cadenas y cables según corresponda a la naturaleza de la eslinga.

- Trácteles.

  - Deberán estar perfectamente engrasados quedando prohibido engrasar el cable del tráctel.
  - Antes de cualquier maniobra deberá comprobarse:

    - Que el peso de la carga es adecuado al aparato a utilizar.
    - Los amarres de la carga y la utilización de cantoneras.
    - Que la dirección del eje longitudinal del aparato sea la misma que la del cable (que no forme ángulo).
    - No deberán maniobrarse al mismo tiempo las palancas de

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

marcha hacia delante o hacia atrás. La máquina deberá ser accionada por un solo operario.

- Utilizar cables de diámetro y longitud adecuados a la máquina y a la maniobra.
- Se tendrán en cuenta las normas y consignas correspondientes al uso de cables

- Poleas.

  - Previamente a su uso se comprobará el correcto funcionamiento: inexistencia de holguras entre polea y eje, inexistencia de fisuras y deformaciones, etc.
  - Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de las cadenas, cables y cuerdas. La superficie de la garganta será lisa y con bordes redondeados.
  - Las poleas se revisarán y engrasarán semanalmente sustituyéndose cuando se noten indicios de desgaste, cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa o cuando presente holgura sobre el eje.
  - Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes a fin de que puedan orientarse evitando que el cable tire oblicuamente de la polea, lo cual queda prohibido.
  - Queda prohibido soldar sobre las poleas.

Medidas generales

- Verificación periódica y mantenimiento preventivo de cada máquina garantizando un eficaz funcionamiento de todos los dispositivos.
- Las órdenes serán emitidas mediante un código de señales gestuales que deberán conocer perfectamente tanto el encargado de la maniobra y sus ayudantes como el gruista, quien a su vez responderá por medio de señales acústicas o luminosas. Generalmente se utiliza el código de señales definido por la norma UNE 003 (Ver Detalles Gráficos de Seguridad).
- Utilizar siempre los dispositivos de izado de cargas recomendados por el fabricante del equipo de elevación.
- Nunca sobrecargar los equipos ni los dispositivos de izado.

Equipos de Protección Individual

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Casco de seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Calzado de seguridad: mínimo básico con puntera resistente a impactos y suela antideslizante.
- Ropa de protección.

Protecciones Colectivas

- Cartel indicativo de carga máxima admisible sobre el equipo de elevación en un lugar visible.
- Cinta de balizamiento para determinación del área de influencia del transporte de cargas.

6.6. ACOPIOS Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAL

Riesgos de la actividad

- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
- El acopio de materiales y elementos estructurales se realizará en lugares preseñalados, debiendo quedar libres de obstáculos las zonas de evolución y paso del personal.
- El material se acopiará clasificado de acuerdo con la orden de montaje sin estorbar el desarrollo de la actividad.
- Colocar dispositivos de calce o retención para evitar el desplome de dichos apilamientos.
- Los materiales deben apilarse de forma que quede asegurada su estabilidad, mantener colocados, siempre que sea posible, los elementos de retención de cargas (embalajes originales etc.).
- Se apartarán los elementos cortantes de los lugares de paso.
- Los **productos de la excavación** que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse (tubos, ladrillos, elementos para

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

entibaciones, etc.) se colocarán a una distancia de al menos 2 m del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes.

- El acopio de **elementos prefabricados** se efectuará sin que se produzca obstrucciones de paso. En caso de apilamiento, se colocarán las correspondientes cuñas de sujeción para evitar desplazamientos o caídas incontroladas de dichos elementos. Se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos en capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.
- El acopio de material que pueda rodar (**tubos**) se realizará sobre una superficie horizontal, utilizando cuñas para el apilamiento escalonado evitando el desplazamiento y delimitando el acopio con el fin de evitar que los tubos rueden y puedan producir accidentes.
- En el caso de realización de **trabajos en vías públicas**, los materiales a granel no podrán estar depositados directamente en la vía pública, sino que, deberán estar ubicados en contenedores o envasados en recipientes adecuados que minimicen la ocupación, así como, las posibles pérdidas derivadas de la acción de los agentes atmosféricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Calzado de seguridad: mínimo básico con puntera resistente a impactos y suela antideslizante.
- Ropa de protección.

Protecciones Colectivas

- Cinta de balizamiento para determinación de la zona de acopio de material.
- Dispositivos de retención de cargas.

6.7. TRANSPORTE DE MATERIAL

Riesgos de la actividad

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes y cortes contra objetos inmóviles.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021

VISADO

- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contacto eléctrico directo/indirecto.
- Exposición a agentes químicos.
- Accidente durante la conducción de máquinas y vehículos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- El transporte de los elementos se realizará mediante camión de capacidad y potencia suficiente.
- Los vehículos de transporte sólo serán utilizados por personal capacitado.
- No transportar pasajeros fuera de la cabina.
- Subir y bajar del vehículo de forma frontal y por los lugares habilitados para ello. No saltar directamente desde la cabina al suelo.
- Mantener el calzado limpio de barro para evitar resbalones durante el acceso al vehículo.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.
- Mantener los caminos de circulación interna de la obra libres de barrizales.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá dentro de la cabina o alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Bajar inmediatamente la caja tras efectuar la descarga y antes de emprender la marcha.
- Las operaciones de revisión con la caja levantada se harán impidiendo su descenso con un dispositivo de enclavamiento.
- Si se ha de estacionar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Serán de aplicación las medidas y consignas relativas a los equipos de trabajo que sean de aplicación.

Transporte de elementos prefabricados

- Los diafragmas y las cimentaciones se transportarán en posición horizontal,

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

colocándose sobre durmientes de madera para no dañar las piezas.

- Los paneles verticales se transportarán, dependiendo de sus dimensiones, sobre caballetes metálicos especialmente diseñados para ello adecuados al peso y dimensiones de las piezas o bien directamente sobre la cama del camión en posición horizontal.
- Los módulos de cubierta se transportarán sobre caballete metálico de transporte especial para cubiertas.

Transporte por carretera

- Se contará con los permisos y autorizaciones necesarias.
- Se cumplirán las normas de tráfico en cuanto a límites de carga y velocidad establecidas para circular.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalizarán con banderolas o luces las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes, en los plazos indicados en el punto 6 del Plan.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad cuando se abandone la cabina.
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes para partículas en ambientes pulvígenos.
- Protección ocular tipo gafas resistentes a proyecciones.
- Guantes de protección mecánica.
- Fajas lumbares antivibraciones.
- Calzado de seguridad con puntera resistente a impactos y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.

6.8. TRABAJOS EN ALTURA

Riesgos de la actividad

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída desde altura.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Caída de objetos por desplome o derrumbe.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Los trabajadores vayan a realizar tareas que entrañen riesgos especiales (ej. trabajos en altura) deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar dichas tareas.
- Todos los trabajadores deben disponer, previo al inicio de los trabajos, la formación adecuada para realizar trabajos en altura y conocer los procedimientos específicos de seguridad para la realización de los trabajos.
- Se emplearán siempre que sea posible, los medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.) adecuados para cada tipo de trabajo teniendo siempre en cuenta las respectivas medidas correctoras y consignas preventivas de cada medio auxiliar.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si no fuese posible, deberán disponerse medios de acceso seguros y utilizar sistemas de protección antiácidas (tipo cinturón de sujeción o arnés) fijado a un punto sólido de la estructura.
- El acceso a las plataformas se efectuará por lugares adecuados, nunca usando medios alternativos. Serán accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que le piso resulte resbaladizo.
- Antes de comenzar la tarea, comprobar que las zonas de trabajo que ofrezcan un peligro de caída de más de dos metros de altura se encuentran protegidas por barandilla completa con pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié u otras medidas de protección colectiva como las redes. No acceder nunca a zonas de trabajo que se encuentren desprotegidas a menos que se disponga de un sistema de protección anticaída convenientemente anclado (ej. arnés de seguridad).
- Si la zona donde se ha de realizar el trabajo se encuentra sin proteger, no acceda a ella y realice sólo trabajos en zonas seguras.
- Se revisará de forma periódica y previamente a su uso, la estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los elementos de protección. También se realizarán revisiones cada vez que las condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Cuando el peligro de caída en altura sea inferior a 2 m, se señalizarán mediante cintas de balizamiento todo su contorno.
- Si por causa de su actividad necesita retirar alguna protección colectiva, repóngala inmediatamente cuando termine la actividad que motivo su retirada.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir cargas en un determinado lugar, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga, en este caso los operarios deberán usar cinturones de seguridad, anclados a elementos sólidos de la estructura.
- Las barandillas serán resistentes de una altura mínima de 90 cm, con rodapié a 15 cm y listón intermedio que impida el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- Cuando se trabaje en altura sobre andamios u otros elementos auxiliares, balizar la zona o instalar señales que adviertan del peligro de caída de objetos. Posteriormente, comprobar que no se encuentran otros trabajadores realizando labores en la misma vertical. Verificar que las barandillas dispongan de un rodapié de 15 cm de altura como mínimo.
- No dejar materiales o herramientas cerca de los bordes de forjado, plataformas de trabajo o huecos horizontales: se dejará una distancia de seguridad de dos metros.
- Nunca se arrojarán objetos o herramientas: se pasarán de mano a mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines. Utilizar cinturón portaherramientas que impidan la caída fortuita de las mismas y permitan el uso de las dos manos en los desplazamientos.
- No circular bajo zonas de trabajo. Respetar las zonas de paso acotadas por la realización de trabajos a nivel superior, o bien utilice las zonas protegidas con marquesinas que permiten el paso bajo ellas frenando la caída de objetos o herramientas desprendidas.
- Mantener limpias y ordenadas las plataformas de trabajo, evitando sobrecargarlas en exceso.
- Para trabajos en cubierta con riesgo de caída en altura, se deberá adoptar algunas de las medidas que se citan a continuación:
    - Protección del perímetro de la cubierta mediante barandilla completa.
    - Instalación de una línea de vida a la que han de permanecer amarrados los operarios mediante uso de un arnés de seguridad homologado.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO LA CONSTRUCCIÓN Y USO DE PLATAFORMAS DE TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN IMPROVISADA.
- En este apartado se habrán de tener en cuenta las medidas correctoras y consignas preventivas correspondientes a los medios auxiliares que sean de aplicación.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Botas de seguridad con puntera resistente a impactos y suela antideslizante.
- Cinturón o bolsa portaherramientas.
- Arnés de seguridad y línea de vida.
- Ropa de protección adecuada a la climatología.

Protecciones Colectivas

- Barandillas completas (pasamanos, listón intermedio y rodapié).
- Redes de seguridad horizontales y verticales.

6.9. TRABAJOS SIN TENSIÓN

Se consideran trabajos sin tensión a aquellos trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

Disposiciones generales

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, conocido habitualmente por Las Cinco Reglas de Oro:

Desconectar: La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento. Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Para realizar la desconexión en condiciones seguras es necesario tener en cuenta las características y limitaciones intrínsecas de cada tipo de aparato (seccionadores, interruptores, interruptores automáticos).
- La desconexión debe incluir el conductor neutro cuando exista. Si existiesen redes de neutro en bucle, no se efectuará el corte del neutro y se comprobará en el punto de trabajo la ausencia de tensión en el mismo. Caso de existir tensión en el neutro es necesario abrir en el origen.
- En alta tensión, la desconexión para aislar una parte de la instalación de las fuentes de alimentación se contempla en la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 06 (R.D.3275/82).

Prevenir cualquier posible realimentación: Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando. Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre éste y la fuente quede asegurada.

Verificar la ausencia de tensión: Deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica. En el caso de alta tensión, deberá comprobarse el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación, antes y después. En cables o conductores aislados, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores, u otros métodos siguiendo un procedimiento que asegure la protección del trabajador. Los dispositivos telemandados serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

La elección del verificador de ausencia de tensión debe ser realizada entre los modelos diseñados a tal fin, conforme con las normas que le sean de aplicación.

- UNE-EN 61243-1 (1998) y UNE-EN 6123-1, para detectores de tensión de tipo capacitivo.
- UNE-EN 61243-2 (1998) y UNE-EN 61243-2/A1 (2001), para detectores de tensión de tipo resistivo.

Poner a tierra y en cortocircuito: Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Graduados Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

deben ponerse a tierra y en cortocircuito:

- en las instalaciones de alta tensión.
- en las instalaciones de baja tensión con riesgo de inducción.

Los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse primero a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra. Deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de los conductores.

Se tomarán medidas preventivas adicionales cuando se tengan que desconectar las puestas a tierra.

Los dispositivos telemandados serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando claramente indicada.

a) Inexistencia de tomas de tierra en la zona

- Proceder a su instalación.
- Emplear equipos especialmente fabricados para tal fin y conforme con la UNE-EN 61230 (1996), para dispositivos portátiles de puesta a tierra y en cortocircuito.
- Las dimensiones de las picas de tierra utilizadas habitualmente en los equipos portátiles, deben cumplir las especificaciones dadas en la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 3275/82.

b) Existencia de puntos fijos de puesta a tierra u otros sistemas

- Cuando existan, es preferible utilizar estos puntos fijos para efectuar la operación, ofrecen mayores garantías de seguridad, dado que han sido especialmente proyectados y colocados para lograr las mejores condiciones.

Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo: Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales que se aplicarán antes de iniciar el trabajo, según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo cuatro del R.D. 614/2001.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Reposición de la tensión después del trabajo

- Aplicando el R.D. 614/2001, un trabajador cualificado cuando los trabajos se realicen en Alta Tensión y un trabajador autorizado cuando los trabajos se realicen en Baja Tensión, retirará las P.A.T.
- Aplicando el R.D. 614/2001, un trabajador cualificado cuando los trabajos se realicen en Alta Tensión y un trabajador autorizado cuando los trabajos se realicen en Baja Tensión, pondrán las protecciones (puertas, mallas, etc.).
- Aplicando el R.D. 614/2001, un trabajador cualificado cuando los trabajos se realicen en Alta Tensión y un trabajador autorizado cuando los trabajos se realicen en Baja Tensión, retirará las señalizaciones de la zona de trabajo.
- Aplicando el R.D. 614/2001, un trabajador cualificado cuando los trabajos se realicen en Alta Tensión y un trabajador autorizado cuando los trabajos se realicen en Baja Tensión, entregará la instalación con todo el personal fuera de la misma.

Instalaciones de Baja Tensión

Después de la ejecución del trabajo y antes de poner en tensión la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:

- En el lugar de trabajo:
    - Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable del mismo las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.
    - Retira las puestas en cortocircuito si las hubiere.
- En el lugar de corte:
    - Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.
    - Cerrar circuitos.

Instalaciones de Alta Tensión

Para dar tensión a una instalación en consignación o descargo, es necesario haber realizado las operaciones siguientes:

- Bajo la responsabilidad del Jefe de Trabajos:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Reagrupación del personal en un punto convenido anteriormente, con la llamada nominal y notificación a este personal de que va a efectuarse el restablecimiento de la tensión.
- Retirada del material de obra utilizado, de los dispositivos de protección y de los elementos de señalización colocados.
- Retirar las puestas a tierra y en cortocircuito colocadas, haciendo un nuevo recuento de personal.

Efectuado todo lo anterior, comunicará la finalización del trabajo a la persona que le ha entregado la consignación o descargo.

- Por la persona que ha dejado la instalación en consignación o descargo:

  - Retirada del material de señalización utilizado.
  - Retirada de las puestas a tierra y en cortocircuito.
  - Operaciones de desconsignación y restitución de la instalación a la explotación.

En el caso de que en una instalación se encuentren trabajando varios equipos, con sus Jefes de Trabajos respectivos, la instalación quedará en consignación o descargo hasta que se haya confirmado, por todos los Jefes de Trabajos, el haber realizado las operaciones de su responsabilidad.

<u>Disposiciones particulares. Trabajos en transformadores y en máquinas de alta tensión</u>

- Para trabajar sin tensión en un transformador de potencia o de tensión, se dejarán sin tensión todos los circuitos del primario y todos los circuitos del secundario. Si las características de los medios de corte lo permiten, se efectuará primero la separación de los circuitos de menos tensión. Para la reposición de la tensión se procederá inversamente.
- Antes de manipular en el interior de un motor eléctrico o generador, deberá comprobarse:

  - Que la máquina está completamente parada.
  - Que están desconectadas las alimentaciones.
  - Que los bornes están en cortocircuito y a tierra.
  - Que la protección contra incendios está bloqueada.
  - Que la atmósfera no es nociva, tóxica o inflamable.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

<u>Medidas de seguridad particulares para los conjuntos eléctricos de alta tensión del tipo denominado "protegido"</u>

Se considerarán conjuntos "protegidos" por envolvente metálica, aquellos que comprenden paramenta y equipos de control, formado en general por elementos prefabricados cuyas partes en tensión, aisladas o no, están protegidas contra contactos accidentales de una forma permanente y continua, por medio de envolventes metálicas destinadas a ser puestas a tierra. Pueden estar previstos para su instalación en interior o exterior. El acceso a los mismos está autorizado en explotación normal.

Estos conjuntos a los que no les será aplicables las disposiciones establecidas (especialmente lo allí indicado sobre verificación de la ausencia de tensión y puesta a tierra y en cortocircuito), para ser considerados del tipo "protegido" deberán presentar, además de lo indicado, las características siguientes:

- Estar cerrados con puertas con llaves especiales, de uso exclusivo.
- Garantizar de forma permanente y completa la seguridad del personal que interviene en ellos, especialmente por la existencia de tabiques y cierres metálicos apropiados.
- Disponer de instrucciones descritas, que indicarán en forma expresa, todas y cada una de las operaciones que se deban desarrollar para efectuar el trabajo encomendado. En las instrucciones se harán constar los seccionadores, exteriores al conjunto protegido, que es necesario enclavar en posición de apertura y puesta a tierra antes de abrir seccionadores de puesta a tierra de los cables en el conjunto protegido, cuando por el tipo de intervención a efectuar, fuese necesario la apertura de estos seccionadores. Dichas instrucciones pueden ir acompañadas, si es preciso, del correspondiente esquema eléctrico.
- Llevar indicaciones precisas que determinen:
    - Las disposiciones que deben presentar los órganos de maniobra, para actuar con seguridad en la apertura de los circuitos, y a las de los elementos de puesta a tierra y cortocircuito.
    - La situación de los dispositivos que permiten bloquear los órganos de maniobra.

6.10. Trabajos en Proximidad a Elementos en Tensión

Las distancias de seguridad para trabajar próximos a Líneas Eléctricas o elementos con tensión, mantendrán las siguientes distancias de seguridad quedando terminantemente prohibido realizar trabajos sin respetar estas distancias:

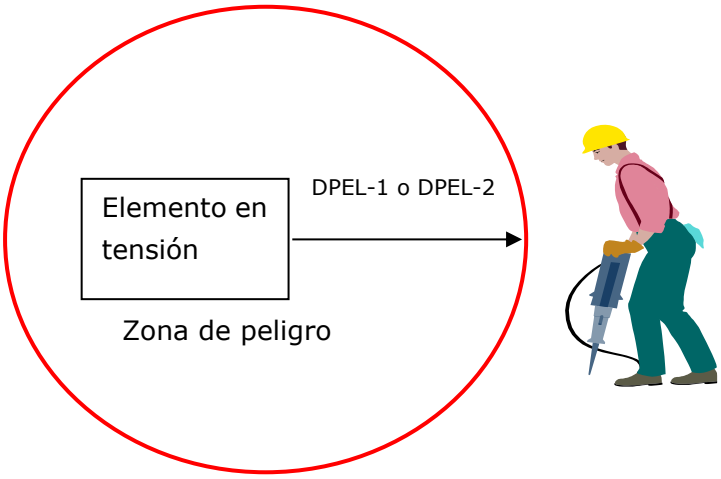
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

U_n	D_{pel-1}	D_{pel-2}	$D_{pel-amys}$	D_{prox-1}	D_{prox-2}
≤1	50	50	-	70	300
3	62	52	80	112	300
6	62	53	80	112	300
10	65	55	80	115	300
15	66	57	90	116	300
20	72	60	95	122	300
30	82	66	110	132	300
45	98	73	120	148	300
66	120	85	140	170	300
110	160	100	180	210	500
132	180	110	200	330	500
220	260	160	300	410	500
380	390	250	400	540	700

Donde:

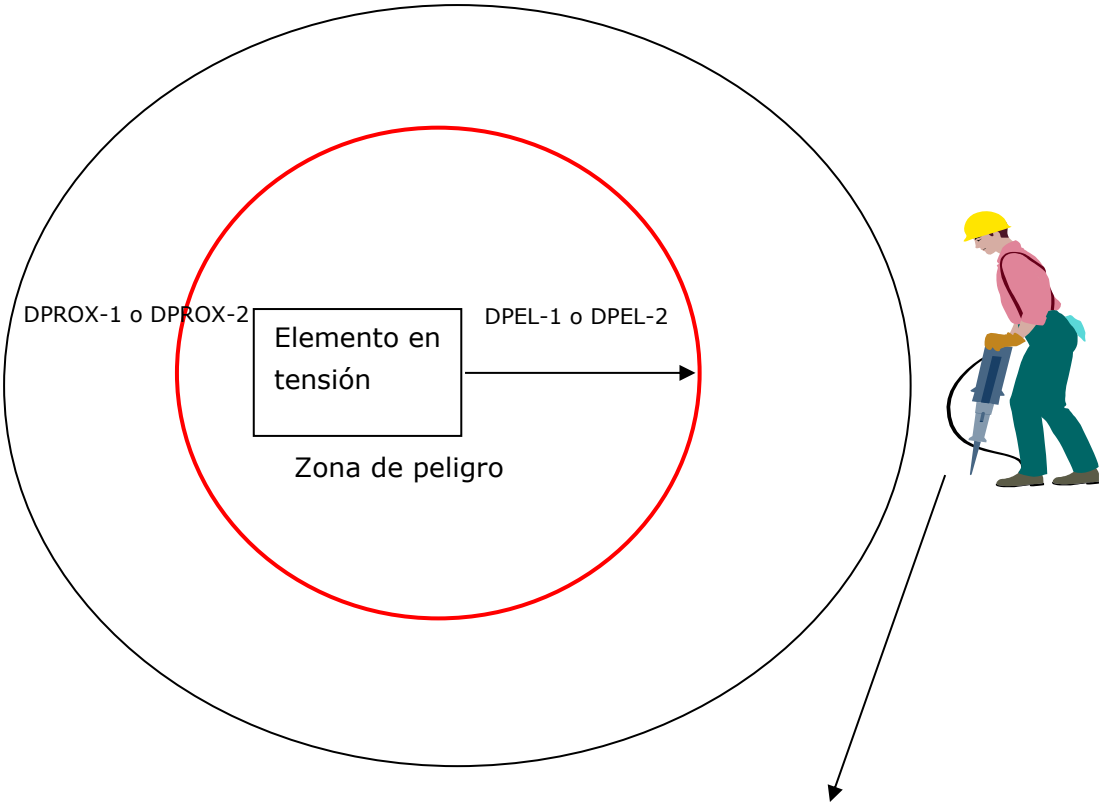
- **Un**: tensión nominal de la instalación (kV)
- **DPEL-1**: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm)
- **DPEL-2**: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro (cm)
- **DPEL-AMYS**: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro independientemente que exista o no exista riesgo de sobretensión por rayo (cm)
- **DPROX-1**: distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm)
- **DPROX-2**: distancia del límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm)

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO



RIESGO ELÉCTRICO

Zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.



El trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

- Caída desde altura.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Caída de personas al mismo nivel.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Explosión.
- Incendios.

<u>Medidas correctoras y consignas preventivas</u>

Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el R.D. 614/01, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

<u>Preparación del trabajo</u>

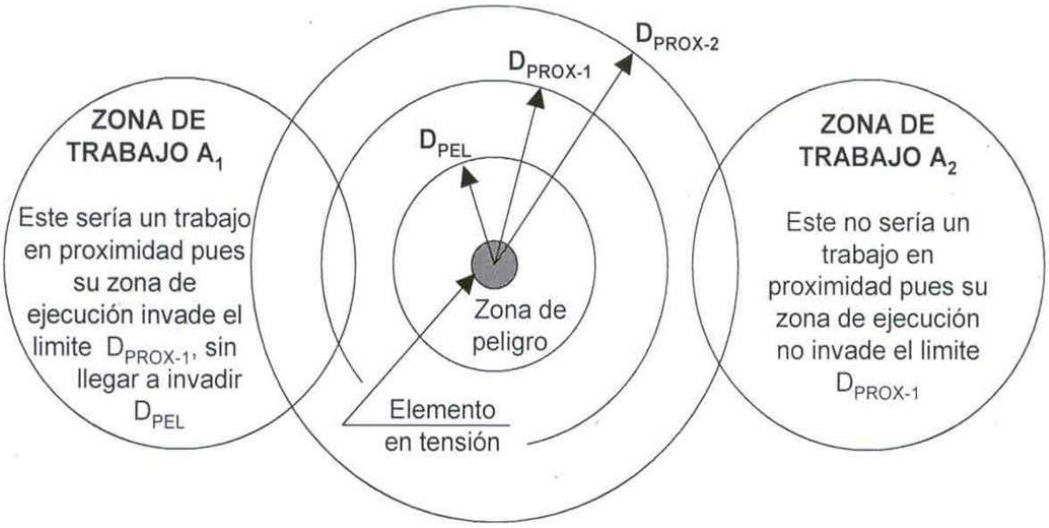
- Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado (B.T.), o un trabajador cualificado (A.T.), determinará la viabilidad del trabajo, permaneciendo fuera de la zona de peligro o lo más alejado de ella.
- De ser el trabajo visible, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:
    - El número de elementos en tensión.
    - Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.
- En todo caso, el trabajador deberá estar fuera de la zona de peligro (Dpel) y lo más alejado de ella que el trabajo permita.
- Si a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:
    - Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea solo de forma accidental.
    - Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez,

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

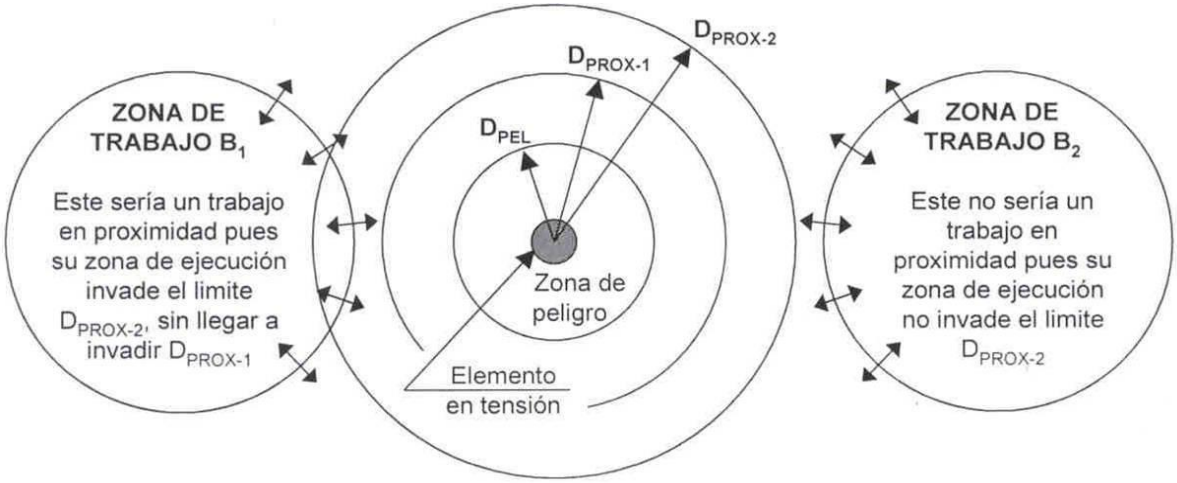
informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de puesta a tierra de características adecuadas a la tensión de la línea.

a) Trabajos cuya zona de ejecución se puede delimitar con precisión (la precisión que interesa para la delimitación es en relación con el elemento o elementos en tensión).



b) Trabajos cuya zona de ejecución no se puede delimitar con precisión.



VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Cuando las medidas adoptadas en aplicación de los dispuesto en los apartados anteriores no sean suficientes para protegerse a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información indicadas, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.

Funciones y formación del trabajador

	Trabajos sin tensión		Trabajos en tensión		Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones		Trabajos en proximidad	
	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización
BAJA TENSIÓN	A	T	C	A	A	A	A	T
ALTA TENSIÓN	C	T	C + AE (con vigilancia de un Jefe de trabajo)	C (a distancia)	C o C auxiliado por A	A	C	A o T vigilado por A
T= CUALQUIER TRABAJADOR A= AUTORIZADO C= CUALIFICADO C + AE = CUALIFICADO Y AUTORIZADO POR ESCRITO					1.- Los trabajos con riesgos eléctricos en AT no podrán ser realizados por trabajadores de una Empresa de Trabajo Temporal (RD 616/1999) 2.- La realización de lo establecido en las distintas actividades contempladas se harán según lo establecido en las disposiciones del presente Real Decreto			

Disposiciones particulares

Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico:

- El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o la realización de pruebas o ensayos, eléctricos, estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.
- La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados.
- El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores autorizados sólo podrá realizarse, en el caso de que el empresario para el que estos trabajan y el titular de la instalación no sean una misma persona, con el conocimiento y permiso de este último.

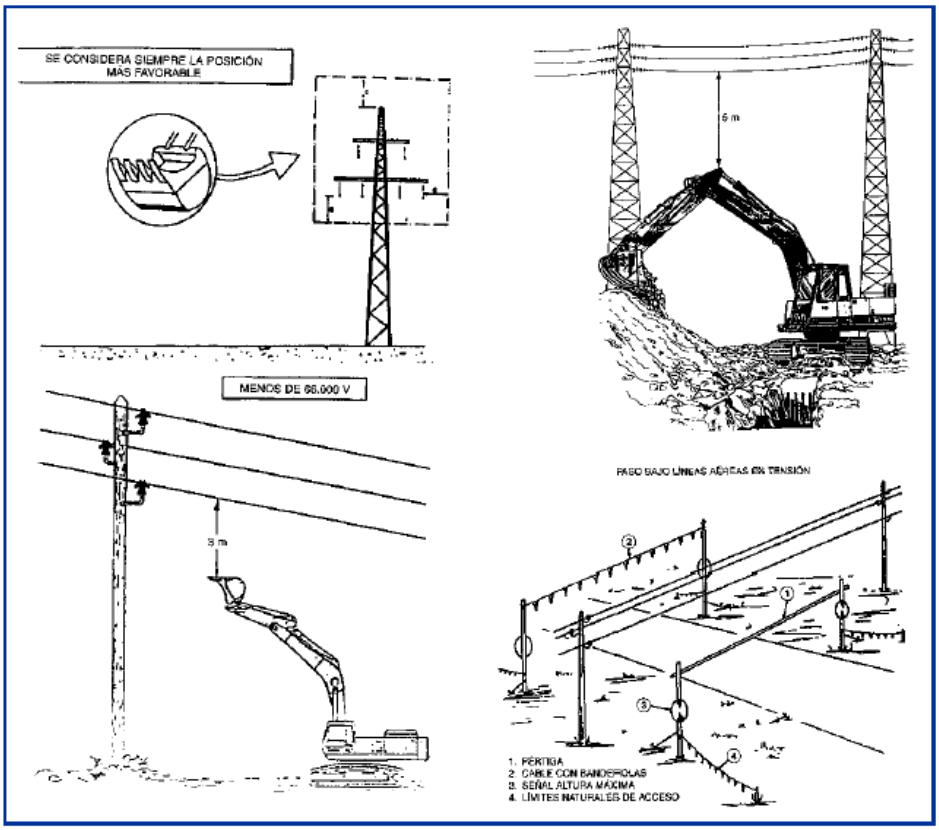
Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas:

- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad para evitar no sólo el contacto si no también la excesiva

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

cercanía a las líneas con tensión. El personal que no opere estos equipos, permanecerá alejado de ellos.

- Antes de proceder a la descarga del material, un trabajador cualificado deberá tener en cuenta la proximidad de líneas eléctricas con tensión, con el fin de evitar que los elementos móviles de la grúa puedan entrar en contacto con las mismas. En tal caso, deberá solicitarse el descargo de líneas correspondientes por parte del personal cualificado de la Compañía Eléctrica de la zona, según la Norma de Operación correspondiente.
- Si no fuese posible la realización del descargo de las líneas afectadas, se guardarán las distancias de seguridad correspondientes.
- De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible el riesgo de arco eléctrico mediante la activación del final de carrera de la pluma del camión y conexionado a red de tierra de la subestación.
- Clara determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación.



Equipos de Protección Individual

- Banquetas o alfombrillas aislantes.
- Pértigas.
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión.
- Casco de seguridad contra arco eléctrico.
- Protección ocular tipo gafas o pantalla facial contra arco eléctrico.
- Calzado de seguridad con puntera resistente a impactos y suela aislante antideslizante.

6.11. TRABAJOS EN EMPLAZAMIENTOS CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN. TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS.

Las instalaciones y equipos eléctricos deben cumplir con la Instrucción MIE-BT 026 del Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Los emplazamientos peligrosos de acuerdo con las sustancias existentes y con la probabilidad de presencia de atmósferas explosivas se clasifican en:

- Emplazamientos de clase I: son aquellos lugares en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables.
- Emplazamientos de clase II: son aquellos en los que el riesgo se debe a la presencia de polvo combustible, excluyendo los explosivos propiamente dichos.
- Emplazamientos de clase III: son aquellos en los que el riesgo se debe a la presencia de fibras o materiales volátiles fácilmente inflamables, pero en los que no es probable que estas fibras o materias volátiles estén en suspensión en el aire en cantidad suficiente como para producir atmósferas explosivas.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Atmósferas explosivas en espacios confinados

- En espacios confinados donde se prevea que puedan existir atmósferas explosivas durante la realización de los trabajos (gas metano debido a la descomposición de materias orgánicas o emanaciones naturales procedentes del terreno, filtraciones de gases combustibles, como gas natural, gas ciudad, etc. y productos inflamables como residuos de combustibles, disolventes, pinturas, etc.), se comprobará antes de entrar que la atmósfera es respirable.
- Las mediciones deben efectuarse desde el exterior o desde zona segura. Cuando puedan generarse contaminantes mientras se realicen trabajos en el interior es

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

imprescindible también efectuar una medición continuada desde el exterior. En el caso de que no pueda alcanzarse desde el exterior la totalidad del espacio se deberá ir avanzando paulatinamente y con las medidas preventivas necesarias desde zonas totalmente controladas.

- El control de los riesgos por atmósferas explosivas en espacios confinados debe hacerse con equipos de detección de atmósferas inflamables (explosímetros).
- Los explosímetros dispondrán de sensor regulado para señalizar visual y acústicamente cuando la concentración de sustancias inflamables en aire se acerque al límite inferior de inflamabilidad.
- Si es posible la existencia de atmósferas inflamables se deberá vigilar la existencia de focos de ignición en las proximidades de la boca del recinto.
- En caso de detectar algún riesgo no se accederá mientras no se pongan los medios para controlar ese riesgo: ventilación adecuada y control continuado de la atmósfera interior, etc.
- No entre a socorrer a un compañero, que lleve cierto tiempo sin dar respuesta de encontrarse bien, sin tomar las debidas precauciones. En cuanto exista algún tipo de olor raro se evacuará el tajo lo más deprisa posible, volviendo a este cuando se realicen las debidas comprobaciones.

<u>Sustancias nocivas o tóxicas en espacios confinados</u>

- En espacios confinados donde se prevea que puedan existir atmósferas nocivas o tóxicas, o ausencia de oxígeno, se comprobará antes de entrar que la atmósfera es respirable.
- Las mediciones deben efectuarse desde el exterior o desde zona segura. Cuando puedan generarse contaminantes mientras se realicen trabajos en el interior es imprescindible también efectuar una medición continuada desde el exterior. En el caso de que no pueda alcanzarse desde el exterior la totalidad del espacio se deberá ir avanzando paulatinamente y con las medidas preventivas necesarias desde zonas totalmente controladas.
- Se realizará un primer examen a base de sistemas de medición de nivel de oxígeno, y detectores específicos (según el gas o vapor tóxico que se espera encontrar en función del tipo de instalación o trabajo).
- El porcentaje de oxígeno debe oscilar entre 20,5 y 23%.
- En caso de detectar algún riesgo no se accederá mientras no se pongan los medios para controlar ese riesgo: ventilación adecuada antes y durante el trabajo y control continuado de la atmósfera interior, equipos de protección respiratoria autónomos o semiautónomos y equipos de reanimación adecuados

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

y en números suficiente.

6.12. Control de Ejecución de Obras, Visitas y Tránsito General en Zonas de Obra.

Conjunto de trabajos destinados a realizar las comprobaciones e indicaciones oportunas para la buena marcha de las obras, de acuerdo con el proyecto ejecutivo y el buen oficio de la construcción. Se incluyen en este apartado las visitas de obra que puedan realizar otras personas, sin funciones operativas, por otros motivos.

Riesgos de la actividad

- Caída desde altura.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Temperaturas ambientales extremas.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas.
- Accidente causado por seres vivos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Se informará a todos aquellos visitantes de obra, que no formen parte de los profesionales con funciones productivas en obra, de la obligación de respetar las normas de seguridad en obra, y especialmente, la utilización de elementos de protección individual. Previamente a su visita a la obra, se les facilitarán aquellos elementos de protección que deban usar, y que serán devueltos al finalizar la visita.
- Los visitantes de obra, que no formen parte de los profesionales con funciones productivas en obra, sólo podrán acceder a las zonas en que lo autoricen la

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

dirección facultativa, la dirección de seguridad y la jefatura de la obra, y utilizando los accesos a dichas áreas que las mismas autoridades de obra indiquen. Asimismo, dichas personas deberán ser acompañadas por el encargado o jefe de obra, o persona por ellos delegada, durante su permanencia en la misma. En todos los casos, es aconsejable que el encargado o jefe de obra preceda los recorridos que el resto de personas realizan por la obra, pues son ellos quienes mejor conocen los riesgos y las precauciones a tomar, que pueden variar de un día a otro.

- No se permitirá el acceso a la obra de los vehículos particulares, excepto autorización expresa de la dirección facultativa, la dirección de seguridad y la jefatura de obra.
- No se accederá a zonas que presenten riesgo de caída superior a 2 m si no se encuentran perfectamente protegidos mediante el uso de protecciones colectivas (vallas perimetrales a 1,5 m de separación, barandillas de seguridad con resistencia mínima de 150 kg por metro lineal con pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapiés). Si no es posible la colocación de protecciones colectivas, se usará arnés de seguridad o elementos de protección individual. Si la caída es inferior a 2 m, dicho punto quedará señalizado.
- Mantener el orden y limpieza de las áreas de trabajo.
- Evitar circular por zonas de almacenamiento de material.
- No invadir las zonas señalizadas con riesgo de caída de objetos. No transitar bajo el radio de acción de maquinaria de elevación de cargas. No entrar en el radio de acción de máquinas: mantener la distancia de seguridad a maniobras de máquinas.
- Utilizar ropa de trabajo adecuada que evite una evaporación elevada que puede acabar en un golpe de calor. Protegerse a su vez de las radiaciones solares. En zonas cerradas se controlará la ventilación y se dispondrá en la obra de agua para que los trabajadores puedan hidratarse. En condiciones extremas de calor se establecerán horarios de trabajo especiales que aprovechen los horarios de menor radiación solar. Se dotará a los trabajadores de prendas adecuadas para el calor y el frío.
- Preservar el cableado eléctrico de deficiencias como picaduras, empalmes con cinta aislante y regletas.

<u>Equipos de Protección Individual</u>

- Uso obligatorio de casco y botas de seguridad.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.13. TRABAJOS CON EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

Como norma general, siempre que se trabaje con productos químicos y sustancias peligrosas, siempre se dispondrán en la obra las Fichas de Seguridad de los productos químicos que se utilicen.

Identificación de sustancias peligrosas

- Un punto clave para una actuación preventiva ante las sustancias químicas radica en que toda persona que pueda verse expuesta a la acción peligrosa de éstas, tenga la información precisa que le permita conocer su peligrosidad y las precauciones a seguir en su manejo.
- Dos son las formas fundamentales que facilitan disponer de dicha información: el correcto etiquetado de los envases contenedores de sustancias peligrosas y las fichas informativas de los productos.
- La **etiqueta** de una sustancia peligrosa debe contener la siguiente información:
    - Nombre de la sustancia y su concentración.
    - Nombre de quien fabrique, envase, comercialice e importe la sustancia y la dirección.
    - Pictograma normalizado de indicación de peligro.
    - Riesgos específicos de la sustancia (Frases R).
    - Consejos de prudencia (Frases S).
- Los pictogramas que deberán de figurar serán los siguientes:

PICTOGRAMAS E INDICACIONES DE PELIGRO					
E	Explosivo	**F**	Fácilmente inflamable	**F+**	Extremadamente inflamable
O	Comburente	**T**	Tóxico	**T+**	Muy Tóxico

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

C	Corrosivo	**Xn**	Nocivo	**Xi**	Irritante

- Las **fichas informativas de productos** constituyen un sistema complementario al etiquetado, muy útil para los usuarios profesionales, que les permite tomar medidas para una correcta prevención del riesgo en el lugar de trabajo. Se trata generalmente de fichas técnicas que en función de su destino recogerán los diferencies aspectos preventivos y/o de emergencia a tener en cuenta.
- La información que deberán contener las fichas es la siguiente:
    - Composición/Información sobre los componentes.
    - Identificación de peligros.
    - Primeros auxilios.
    - Medidas de lucha contra incendios.
    - Medidas a tomar en caso de vertido accidental.
    - Manipulación y almacenamiento.
    - Controles de exposición / Protección personal.
    - Propiedades físicas y químicas.
    - Estabilidad y reactividad.
    - Información toxicológica.
    - Informaciones ecológicas.
    - Consideraciones sobre la eliminación.
    - Información relativa al transporte.

Riesgos asociados al uso de los productos químicos

- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas.
- Accidente por contacto con sustancias irritantes.
- Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas.
- Explosión.
- Incendio.
- Exposición a agentes químicos.

Medidas correctoras y consignas preventivas

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Como norma general, Disponer de las fichas de seguridad en lugares accesibles y conocidos por todos los operarios. Utilizar los equipos de protección individual (EPI's) referidos en las fichas de seguridad por parte de los operarios durante las labores realizadas con estos productos.

Sustancias irritantes

- Emplear los productos irritantes siempre en zonas bien ventiladas.
- No realizar mezclas de productos que se señalen como peligrosas en las fichas de seguridad de los productos correspondientes.
- En caso de un olor fuerte que delate un posible escape o derramamiento, se debe salir de la habitación y ventilarla.
- Usar protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes y guantes de protección contra riesgos químicos, así como ropa de protección adecuada de manera que se evite lo máximo posible el contacto de la piel con estos productos y la penetración por las vías respiratorias.

Sustancias cáusticas y/o corrosivas

- Utilizar guantes de protección para la manipulación de este tipo de productos. Utilizar ropa de trabajo adecuada para evitar el contacto de la piel.
- En caso de contacto con los ojos o la piel, se deberán lavar abundantemente con agua durante unos 15 min y acudir al médico.

Productos de carácter inflamable

- Se deberán mantener los productos lejos de llamas o fuentes de calor que puedan producir la ignición de los mismos.
- Se prohíbe fumar en zonas de almacenamiento de productos inflamables o donde se esté manejando el producto.

Sustancias nocivas o tóxicas

- Usar guantes y ropa adecuada de manera que se evite lo máximo posible el contacto de la piel con este producto y la penetración por las vías respiratorias.
- Evitar el contacto de la piel con los productos: Cuando use guantes, verifique las instrucciones del fabricante para asegurarse que los guantes lo protegen contra el producto que está usando. Una vez finalizado el uso del producto, lavarse las manos antes de comer, beber o fumar.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Realizar la manipulación de estos productos en lugares ventilados, utilizando el envase más pequeño que pueda y manteniéndolo cerrado cuando no se use.

6.14. Trabajos en Ambientes Pulvígenos

Durante la realización de todos los trabajos, se dará el contacto con nubes de polvo por la realización de forma esporádica y aleatoria de actividades como el desescombro, corte o lijado de determinados materiales (mármol, cerámicas, madera, etc.) con equipos tipo radial, etc. que generan polvo.

La variabilidad de las condiciones de trabajo de cada puesto de trabajo, tanto por las distintas actividades como por el entorno de la obra o por la variabilidad del tiempo de exposición, imposibilita obtener resultados concluyentes sobre la real exposición de los trabajadores, y mediciones puntuales de polvo no se consideran representativas. Por este motivo, no se establecerá para el análisis de estas condiciones de trabajo una estrategia de muestreo del agente higiénico, sino que se propondrán las medidas oportunas para el control del riesgo considerando la situación de exposición más desfavorable.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Las actividades generadoras de polvo se harán en la medida de lo posible en espacios abiertos, bien ventilados.
- En el caso del uso de equipos de compactación del terreno, regar la zona a compactar para que se reduzca el polvo que puede producirse.

Equipos de Protección Individual

- Cuando se trabaje sobre superficies que generen ambientes pulverulentos, utilizar protección respiratoria con mascarilla autofiltrante para partículas.

6.15. Trabajos con Exposición a Agentes Físicos. Trabajos a la Intemperie

Riesgos de la actividad

- Temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a ruido.
- Exposición a vibraciones.
- Fatiga visual.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Medidas correctoras y consignas preventivas

La variabilidad de las condiciones de trabajo, tanto por las distintas actividades como por el entorno de la obra o por la variabilidad del tiempo de exposición a los agentes físicos de ruido, vibraciones, temperatura, etc., imposibilita obtener resultados concluyentes sobre la real exposición de los trabajadores, y mediciones puntuales de ruido no se consideran representativas. Por este motivo, no se establecerá para el análisis de estas condiciones de trabajo una estrategia de muestreo del agente higiénico, sino que se propondrán las medidas oportunas para el control del riesgo considerando la situación de exposición más desfavorable.

Temperatura

- Se paralizarán los trabajos sobre cubiertas etc. cuando llueva, nieve, la temperatura sea menor a 5ºC, o cuando la velocidad del viento sea mayor que 60 Km/h.
- Utilizar prendas de trabajo acordes con la estación en la que se encuentre.
- Se utilizarán camisetas con mangas y pantalones de pernera larga durante toda la jornada de trabajo en días soleados. Es preferible que la ropa sea de fibras naturales (algodón). No permanecer con el torso descubierto pues no facilita la exudación. También es necesario protegerse la cabeza con el casco. Se debe beber agua abundante de forma frecuente en períodos de calor.
- En periodos de calor, evite la exposición continuada de los rayos solares, tómese descansos y refrésquese. Ingiera líquidos de forma asidua. En periodos de frío, abríguese en la medida de lo posible.

Ruido

- Utilizar protectores auditivos durante el uso equipos que generen ruido, especialmente si el fabricante lo recomienda o cuando el trabajador lo considere necesario. Si se maneja maquinaria generadora de ruido se pueden utilizar protectores auditivos siempre que su uso no suponga una pérdida de atención.
- Remitirse a las instrucciones de los equipos de trabajo utilizados, tomando las medidas preventivas y de protección exigidas.
- En general, En el caso de que la potencia acústica del equipo sea superior a 80 dB (A) el trabajador hará uso de protecciones auditivas.

Vibraciones

- Hacer uso de guantes antivibraciones durante el uso de herramientas que

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

generen vibraciones. Emplee las empuñaduras adicionales suministradas por el fabricante de los equipos de forma que se amortigüen lo máximo posible las vibraciones generadas.

- Efectuar rotación de puesto durante trabajos prolongados, compaginar estas tareas con otras que no requieran el uso de estos equipos.
- Utilizar cinturón abdominal antivibratorio para atenuar el efecto de las vibraciones.
- En general, para el caso de que la aceleración vibratoria del equipo sea superior a 2,5 m/s2, deberán crearse tiempos de utilización del equipo determinados dependiendo del valor de la aceleración:

    - Para valores comprendidos entre 2,5 y 4 m/s^2, no se utilizará el equipo más de 4 h seguidas ni más de 8 horas al día en total.
    - Para valores comprendidos entre 4 y 6 m/s^2, no se utilizará el equipo más de 2 h seguidas ni más de 4 h al día en total.
    - Para valores comprendidos entre 6 y 8 m/s^2, no se utilizará el equipo más de 1 h seguidas ni más de 2 h al día en total.
    - Para valores comprendidos entre 8 y 12 m/s^2, no se utilizará el equipo más de 30 min ni más de 1 h al día en total.
    - Para valores superiores habrá que hacer uso de guantes de protección frente a vibraciones y faja lumbar antivibraciones.

<u>Iluminación</u>

- Durante la realización de los trabajos, asegurarse de una iluminación adecuada: la iluminación mínima será de 100 lux y para trabajos de montaje de instalaciones, será de unos 200 lux como mínimo. La luz artificial ha de alumbrar de manera general la zona de trabajo sin producir deslumbramientos ni un excesivo contraste entre zonas iluminadas y de sombra.
- Si advierte que el lugar en el que se va a trabajar no dispone de la suficiente iluminación, se avisará al encargado o a la persona responsable para que proceda a la correcta iluminación de la zona de trabajo.
- En el caso de usar portátiles para la iluminación, se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados con tensiones de seguridad, a 24 V.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.16. TRABAJOS EN INSTALACIONES EN EXPLOTACIÓN

Para trabajos en Subestaciones en explotación, la Propiedad proporcionará planos de la zona de trabajo donde queden reflejadas todas las líneas eléctricas y canalizaciones existentes en la instalación, de forma que previamente al inicio de los trabajos, las empresas contratistas se encuentren informadas de la existencia de dichas líneas, aplicando los métodos de trabajo apropiados durante la realización de los trabajos en zonas de influencia de dichas instalaciones.

Si se intuyese la existencia de líneas eléctricas no reflejadas en los planos proporcionados por la Propiedad, se establecerá un protocolo de actuación para la detección de dichas líneas.

De la misma forma, la Propiedad delimitará aquellas zonas y elementos de la instalación que se encuentren en servicio durante la ejecución de los trabajos, de forma que los trabajadores de las diferentes empresas no invadan dichas zonas ni manipulen dichas instalaciones.

En todo caso, antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos, deberá ser informado de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc. y su zona de influencia.

Caso de encontrarse con ellas, se deberán señalizar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

NO DEBERÁ PERMITIRSE, POR NINGÚN MOTIVO, LA REALIZACIÓN DE CUALQUIER TAREA COINCIDENTE CON CUALQUIER TIPO DE INSTALACIÓN QUE ESTÉ EN SERVICIO

Acceso a las partes en tensión

La puerta de toda instalación que sea accesible al público, deberá estar cerrada con llave cuando no se efectúe ninguna intervención en la instalación.

Tabiques, paneles o enrejados de protección

Queda prohibido abrir o retirar los tabiques, paneles o enrejados de protección de las celdas de una instalación, antes de dejar sin tensión los conductores y aparatos situados en una celda sin haberla cerrado previamente con el correspondiente cerramiento de protección.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Cuando lo anteriormente expuesto no sea posible, se procederá tal como indicada el apartado "Trabajos en proximidad a elementos en tensión".

Operaciones en el interior de los centros de transformación AT/BT

Cambio de fusibles en alta tensión en centros de transformación

Para el cambio de fusibles, previamente deberá retirarse la tensión de todos los conductores a los que el operario puede aproximarse al efectuar la sustitución.

Para ello, se realizará un corte visible en los circuitos de alta tensión y en los de baja tensión, seguido de la verificación de ausencia de tensión en ambos lados y en cada uno de los fusibles que protegen al circuito, así como de la puesta a tierra y cortocircuito en alta tensión y puesta en cortocircuito en baja tensión. Cuando la instalación disponga de un dispositivo de cortocircuito y puesta a tierra, de cierre brusco, en el lado de alta (entre fusible y transformador) podrá soslayarse la operación de abrir los circuitos de baja tensión.

Naturalmente, antes de realizar la maniobra de cortocircuito y puesta a tierra, deberá asegurarse la apertura del seccionador correspondiente de alta tensión que irá seguido de la verificación de la ausencia de tensión.

En aquellas instalaciones en que se disponga de corte en ambos lados del fusible, en alta tensión, no será necesario el corte de tensión.

Una vez verificada la ausencia de tensión, puede evitarse la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los órganos de maniobra de los elementos de corte que aíslan los fusibles estén próximos ya a la vista del operario, de tal forma que se asegure la imposibilidad de cierre intempestivo de dichos elementos de corte.

Si efectuada la apertura de los elementos de corte se mantiene el peligro de contacto o de arco eléctrico con partes próximas en tensión, se podrá efectuar la operación de sustitución de fusibles adoptando las medidas preventivas indicadas en el apartado de "trabajos en proximidad a elementos en tensión" y, muy especialmente, la colocación de pantallas aislantes que eviten los riesgos derivados de instalaciones próximas en tensión.

Intervenciones en los transformadores de potencia y de tensión

Generalidades: en los trabajos en dichos transformadores, son íntegramente aplicables las normas del apartado "Trabajos sin tensión". Las operaciones de consignación o descargo deben estar precedidas por la puesta fuera de servicio de los transformadores según lo que se indica a continuación.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Retirada del servicio: la retirada del servicio de un transformador de potencia o de tensión, se efectuará, en principio, cortando primeramente los circuitos de la tensión más baja y posteriormente los de la tensión más alta. En el caso de que haya seccionador o aparato de corte en carga en el lado de alta tensón y no en el de baja tensión, el orden de la operación indicado en el párrafo anterior será a la inversa.

Restablecimiento del servicio: el restablecimiento del servicio en un transformador de potencia o de tensión, se efectuará, normalmente, restableciendo primeramente la continuidad de los circuitos de la más alta tensión y después los de la más baja tensión. Cuando dicha norma no pueda aplicarse, el Jefe de Trabajos se encargará de fijar las normas particulares que deben aplicarse.

Cambio de toma por conmutador en un transformador de potencia: la puesta a tierra y en cortocircuito puede evitarse en las mismas condiciones que las previstas para sustituir fusibles.

Advertencias: los trabajos en un transformador de potencia o de tensión, requieren el corte visible (o efectivo) y la comprobación de ausencia de tensión a ambos lados del mismo, teniendo presente la posibilidad de la existencia de tensión en la parte de alta tensión por la existencia de otra fuente de alimentación (grupo generador, etc.).

Intervenciones en los transformadores de intensidad y en los circuitos alimentados por su secundario

Lo dispuesto en el apartado anterior es aplicable, pero con las siguientes reservas:

- Para dejar fuera de servicio un transformador de intensidad, se cortarán únicamente los circuitos de la más alta tensión.
- Toda intervención en el circuito alimentado por el secundario de un transformador de intensidad en servicio, debe estar precedida de la puesta en cortocircuito de los bornes de dicho secundario.
- Mientras el primario de un transformador de intensidad se encuentre en tensión, el circuito secundario debe estar cerrado sobre los aparatos que alimenta o estar en cortocircuito. Nunca se permitirá que el secundario quede abierto.

Aparatos con mando a distancia

Cuando en una consignación o descargo se intervenga en elementos con mando a distancia, se bloquearán, en posición de apertura, todos los órganos del mando a distancia (mecánicos, eléctricos, hidráulicos o de aire comprimido, etc.).

Por otra parte, se cortará y bloqueará la alimentación de dichos mandos y se vaciarán

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

los depósitos individuales de aires comprimido si se trabaja en el propio aparato o equipo.

Almacenamiento de material

Está prohibido depositar en las instalaciones eléctricas en servicio, objetos de dimensiones tales que su manejo pueda dar lugar a contactos peligrosos con las instalaciones en tensión, así como los que puedan impedir el normal desarrollo de los trabajos de explotación y conservación de las mismas. El almacenamiento de todo material está subordinado a la autorización y responsabilidad del Jefe de Explotación o Mantenimiento.

Trabajos en baterías de condensadores estáticos y de acumuladores

Todos los condensadores deberán ser tratados siempre como si estuviesen con tensión, a menos que se compruebe lo contrario, puesto que no existe el riesgo de que retengan carga durante bastante tiempo después de haber sido desconectados.

Para efectuar trabajos en una batería de condensadores, se realizarán las siguientes operaciones:

- Para dejar fuera de servicio un transformador de intensidad, se cortarán únicamente los circuitos de la más alta tensión.
- Toda intervención en el circuito alimentado por el secundario de un transformador de intensidad en servicio, debe estar precedida de la puesta en cortocircuito de los bornes de dicho secundario.

Mientras el primario de un transformador de intensidad se encuentre en tensión,
Reposición de tensión en una batería de condensadores estáticos

Para reponer el servicio en los condensadores, se quitarán las puestas a tierra y después se cerrarán los interruptores.

Trabajos en baterías de acumuladores con electrolito

- Está prohibido fumar y utilizar llamas dentro del cuarto de baterías de acumuladores.
- Antes de entrar en el cuarto de una batería, conviene verificar que está debidamente ventilado.
- Para todas las manipulaciones con electrolitos, debe utilizarse el equipo de seguridad adecuado (guantes, delantal, buzo antiácido, gafas, etc.).
- Cuando se trate de retirar un vaso de la batería, conviene transvasar el electrolito

VISADO ELECTRÓNICO COMPLEMENTARIO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

a un recipiente adecuado para evitar cualquier derrame del mismo.

- Cuando se prepare el electrolito para baterías, no se verterá agua sobre el ácido sulfúrico, viértase siempre el ácido en el agua, sin violencia.
- No se deben emplear herramientas o elementos metálicos que en caso de caer sobre las bornas de la batería puedan producir chispas.
- No se debe pasar al interior del local usando zapatos con clavos.
- En las proximidades del lugar donde se manipule con electrolitos debe haber abundante provisión de agua limpia para lavados en caso de proyección de líquido.
- Dentro del local no deben almacenarse materiales combustibles. Los interruptores, seccionadores, fusibles, etc., deberán instalarse fuera del local de la batería, a menos que sean de tipo antideflagrante.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

7. EQUIPOS DE TRABAJO

7.1. EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

En este apartado se tendrán en cuenta toda la maquinaria pesada utilizada en obra civil, las cuales se pueden agrupar por sus características comunes (dimensiones, sistemas hidráulicos), diferenciándose fundamentalmente por el tipo de implemento que portan: cucharas, cazos, martillo perforador, etc.

- Retroexcavadoras sobre ruedas.
- Retroexcavadoras sobre cadenas.
- Palas cargadoras.
- Retrocargadoras.
- Minicargadoras.

Riesgos asociados al equipo

- Caída desde altura.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes y cortes por objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Incendio por factores de ignición.
- Propagación de incendios.
- Accidente durante la conducción de máquinas o vehículos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosión.
- Contacto eléctrico directo.
- Caída de objetos desprendidos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contacto térmico.
- Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Medidas generales

- Seguir las instrucciones del fabricante tanto en su empleo como en las

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

operaciones de conservación y mantenimiento del equipo.

- No utilizar el equipo en lugares cerrados sin ventilación. Vigilar que el lugar en el que se va a utilizar el vehículo tenga ventilación adecuada para el escape de los humos del motor.
- Seguir las especificaciones de la obra en cuanto a la circulación de vehículos.
- Si la máquina circula por vía pública, se respetarán todas las normas de Seguridad Vial y del Código de Circulación.
- Si la máquina va a circular por carretera es obligatorio dotarla de rotativo luminoso, según las normas de seguridad vial. Dentro de la obra es recomendable para trabajos en los que haya poca visibilidad.
- En el caso de que sea necesario el desplazamiento por carretera:
    - El conductor tendrá carné de conducir.
    - La máquina estará matriculada.
    - Vaciar el cazo y recoger todos los elementos retráctiles.
    - Cerrar todas las puertas.
    - Controlar la presión de frenado.
    - Llevar las luces encendidas (incluso de día) y en funcionamiento la baliza luminosa intermitente.
    - Cumplir las normas de circulación y seguridad vial.
- Cuando se transporte la máquina sobre camión góndola, seguir las siguientes recomendaciones.
- Comprobar que la longitud del remolque es la adecuada para transportar la máquina.
- Comprobar que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la maquinaria.
- Bloquear la articulación del bastidor y las ruedas.
- Quitar la llave de contacto.

<u>Acceso a la máquina</u>

- Acceder a la máquina de forma frontal, utilizando los peldaños y asideros dispuestos para este fin.
- No acceder a la máquina con objetos en las manos.
- Mantener los peldaños y asideros limpios de grasas, aceites, barros, etc.

<u>Operario de la máquina</u>

- El conductor debe tener una formación específica adecuada a la máquina de forma que conozca su manejo y correcta utilización.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Llevará ropas adecuadas que no dificulten el uso de controles.
- Uso obligatorio del cinturón de seguridad durante todos los trabajos o desplazamientos con riesgo de vuelco.
- QUEDA PROHIBIDO EL USO DE LA MÁQUINA SI NO SE TIENE FORMACIÓN ESPECÍFICA PARA SU MANEJO.
- Nunca manejar la máquina si se ha bebido alcohol o si se toman medicinas que afecten a la conducción.

Comprobaciones del equipo antes de comenzar los trabajos.

- La cabina ha de estar en todo momento libre de objetos en previsión de vuelcos. No llevar herramientas sueltas por la cabina, utilizar una caja para guardarlas.
- No guardar en la máquina aceites, trapos grasientos, combustibles (materiales inflamables) que puedan originar un incendio.
- Disponer de un extintor adecuado en la máquina o en sus proximidades (se recomienda un extintor de polvo ABC de eficacia 34A 144B).
- Antes de poner en marcha la máquina, comprobar:
    - Que todos los mandos están en posición neutra para evitar puestas en marcha imprevistas.
    - Que las ventanillas y los espejos están limpios, y que los elementos de la máquina (cazo) no impiden la visibilidad.
    - Que no hay trabajadores en la proximidad de la máquina. Cuando sea necesario trabajar con operarios a pie, éstos dispondrán de chalecos reflectantes y se mantendrán a distancia de la máquina sin perderla nunca de vista. Si estos operarios cambian de dirección, pasarán siempre por delante de la máquina para ser vistos por el operador.
    - Que la máquina disponga de medios de iluminación adecuados y en buen estado. (en caso de trabajos nocturnos o con poca visibilidad).

Operaciones de excavación

- Antes de comenzar los trabajos, ponerse en contacto con las compañías suministradoras para identificar posibles conducciones de gas o electricidad enterradas y señalizarlas.
- Excavar con la máquina hasta una profundidad aproximada de 1 m de la conducción, y a partir de ahí usar equipos manuales.
- Elaborar un plan de actuación y tener a mano los teléfonos de la compañía afectada, emergencias o bomberos para utilizarlos en caso de rotura de alguna

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

de las conducciones.

- Cuando la máquina está realizando trabajos de excavación, colocar los estabilizadores sobre terreno firme y no empezar los trabajos hasta no estar seguros de la estabilidad de la máquina.
- Durante los trabajos en frentes de excavación:
    - Para la extracción del material, trabajar siempre de cara a la pendiente.
    - No trabajar en pendientes superiores a las establecidas por el fabricante.
    - Empezar excavando las zonas superiores para evitar derrumbes.
    - No atacar taludes que superen más de 1 m la altura de la máquina con la cuchara extendida.
    - Comprobar que no hay trabajadores a pie en la zona de trabajo
    - Si se está excavando roca, prestar atención a las rocas que caen. Procurar que los dientes del cazo penetren en los espacios entre las piedras.
- Durante la excavación de tierras en la proximidad de bordes (taludes, zanjas, etc.):
    - Conocer las posibilidades y límites de la máquina, y particularmente el espacio necesario para maniobrar.
    - Colocar topes de frenado.
    - Comprobar que el terreno tiene estabilidad suficiente como para soportar el peso de la máquina. Si no está seguro de que vaya a aguantar, no trabajar.
    - No excavar debajo de la máquina.
- En maniobras complicadas o con visibilidad reducida, solicitar la ayuda de un señalista: tener en cuenta que la presencia de un señalista no releva de responsabilidad, de manera que hay que vigilar constantemente y en todos los sentidos por las ventanillas y retrovisores.
- Durante los trabajos de demolición:
    - No derribar elementos que sean más altos que la máquina con la cuchara extendida.
    - Tapar los huecos del suelo antes de circular. Si esto no es posible, balizar la zona.
    - Equipar la cabina de una estructura que proteja al conductor contra la caída de materiales.
- Durante las operaciones de carga de material sobre el camión:
    - Realizar la carga del material de manera que el cazo nunca pase por encima de la cabina del camión o del personal de tierra.
    - La carga del camión se hará siempre por encima de la caja.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Cargar el cazo de forma estable, evitando la caída del material.
- No realizar movimientos bruscos con el cazo cargado.
- Si el conductor del camión ha abandonado la cabina, comprobar que no se encuentra en el radio de trabajo de la máquina.

- En caso de trabajos en proximidad de líneas eléctricas, se seguirán los procedimientos descritos en "*Trabajos en proximidad de elementos en tensión*".

Desplazamiento de la máquina y parada.

- Antes de iniciar la marcha, recoger el brazo de la máquina: circular con el cazo recogido pero elevado a una altura suficiente del suelo para que no golpee con las irregularidades del suelo.
- No transportar personas en la máquina a menos que esté provista de un asiento apropiado.
- Nunca utilizar el cazo para transporte y elevación de personas.
- En los desplazamientos por pendientes pronunciadas, dirigir la máquina hacia abajo con el cazo elevado a una altura suficiente para que no choque con los obstáculos del suelo, pero lo suficientemente bajo como para actuar de soporte en caso de vuelco.
- Aparcar la máquina en terreno firme y alejada del pie de taludes.
- Accionar los frenos, si se aparca en superficies inclinadas, colocar dispositivos (calzos) que impidan el desplazamiento.
- Dejar el cazo en el suelo cuando se deje la máquina parada.
- Cerrar el contacto y quitar la llave, no dejar nunca la máquina con el motor en marcha. Cerrar la cabina y todos los puntos de acceso a la misma.
- Dejar la máquina convenientemente señalizada.

Operaciones de mantenimiento

- Parar el motor y poner el freno cuando se realicen tareas de mantenimiento. Si es necesario tener el motor en marcha, se adoptarán las medidas necesarias para realizar dichas tareas de forma segura.
- Durante las operaciones de mantenimiento en puntos elevados de la máquina, si ésta no posee ningún tipo de protección colectiva, utilizar medios auxiliares que permitan realizar estos trabajos en condiciones de seguridad (escaleras de mano, plataformas de trabajo, etc.).
- Comprobar la ausencia de presión en el manguito antes de realizar el

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

mantenimiento en el sistema hidráulico.

- Durante el mantenimiento del sistema hidráulico del brazo, disponer de elementos que permitan mantener el brazo en posición estable y segura, evitando su caída.
- Cuando se cambien implementos, asegurarse de que el brazo está bajado, parado y con los calzos puestos si fuera necesario.
- Las operaciones en el radiador se harán en frío: aflojar el tapón del radiador y dejar enfriar antes de abrirlo hasta que desaparezca el exceso de presión.
- Extremar las precauciones durante la comprobación del nivel de electrolito de la batería para evitar derrames y contacto con éste.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad cuando el operario abandone la máquina.
- Guantes de protección mecánica durante las operaciones de mantenimiento.
- Calzado adecuado a la conducción.
- Gafas de sol en caso de deslumbramientos.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa de protección de alta visibilidad (chaleco reflectante).
- Fajas lumbares antivibraciones.

7.2. EQUIPOS DE COMPACTACIÓN

En este apartado se tendrán en cuenta toda la maquinaria utilizada para la compactación y preparación del terreno. Serán de aplicación:

- Compactador de bandeja vibrante.
- Pisón vibrante.
- Rulo compactador.

Riesgos asociados al uso del equipo

- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Atrapamiento por entre objetos.
- Accidentes por sustancias nocivas o tóxicas.
- Explosión.

Medidas correctoras y consignas preventivas

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Utilización del equipo

- Sujetar el equipo por su asidero firmemente con ambos manos comprobando la fiabilidad de la postura adecuada sin ejercer excesiva presión.
- El equipo siempre deberá ser conducido de tal forma que no haya peligro de vuelco o deslizamiento. Debe ser empleado y conducido de tal modo que no corra peligro de volcar: no utilizarlo sobre superficies excesivamente irregulares o cerca de bordes de zanjas o desniveles.
- Cuando se utilice el equipo, prestar atención a la tarea que se está realizando, teniendo especial cuidado en no colocar el pie bajo la bandeja y sujetando el equipo firmemente de modo que no pueda moverse libremente.
- Mantener alejadas las manos, pies y ropa de las partes móviles del equipo.
- Durante la marcha atrás del equipo, el operario deberá ubicarse a un lado del mismo con el fin de evitar ser atrapado entre el equipo y un objeto fijo. Se tendrá especial cuidado en zonas de terreno irregular o durante la compactación de materiales gruesos. El conductor siempre ha de buscar una posición segura y firme.
- No utilizar el equipo con fines diferentes para los cuales ha sido diseñado. Se utilizará únicamente para trabajos de compactación bajo observación de las instrucciones de uso dadas por el fabricante y las medidas de seguridad.
- Durante el funcionamiento del equipo el operario no deberá alejarse de las instalaciones de mando del mismo y durante las pausas deberá dejar el motor parado.
- No utilizar el equipo en un lugar cerrado o sin la ventilación necesaria pues los gases de escape producidos por el motor son tóxicos. Asegurar la presencia de suficiente aire no viciado.

Mantenimiento

- Mantener siempre la carcasa protectora del motor cerrado cuando éste está en marcha. Esta totalmente prohibido anular o eliminar las carcasas protectoras de los equipos de trabajo, y si el equipo no dispone de éstas, no podrá ser utilizado.
- No llenar el depósito cerca de focos de ignición. Mientras se esté repostando no se fumará y se apagará el motor. No generar chispas que puedan dar lugar a un incendio o explosión.
- La carga de combustible se deberá realizar con el motor apagado y de forma tal que el combustible no gotee en partes recalentadas o en el suelo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Equipos de Protección Individual

- Calzado de seguridad (mínimo básico con puntera resistente a impactos y suela con resistencia a perforación).
- Para trabajos en ambientes húmedos, utilizar guantes de goma y calzado con suela antideslizante.
- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de protección mecánica.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

8. EQUIPOS DE HORMIGONADO

8.1. HORMIGONERA PASTERA

Riesgos asociados al equipo

- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contacto eléctrico directo.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Uso del equipo

- Previamente a la realización de trabajos con el equipo, comprobar que se encuentra situada en una posición estable. Si el terreno de apoyo no garantiza totalmente la estabilidad, se calzará con tablones que repartan el peso.
- No ubicar la hormigonera a una distancia inferior a 3 m del borde de excavaciones, zanjas, vaciados o forjados.
- El trabajador que maneje la hormigonera, llevará ropa ceñida para evitar que se pueda enganchar.
- No introducir nunca partes del cuerpo en el tambor mezclador mientras está funcionamiento. Las operaciones de limpieza manual se harán con la hormigonera parada y desconectada de la red eléctrica.
- Prohibir el uso de la hormigonera a trabajadores ajenos a su manejo no instruidos en los riesgos comunes, en la limpieza y manipulación de la máquina.
- Durante la realización de trabajos usar gafas de seguridad para protegerse de la proyección de partículas cuando la hormigonera esté en movimiento.

Mantenimiento

- Comprobar periódicamente el freno de basculamiento del bombo de forma que se encuentre en perfecto estado de mantenimiento para impedir vuelcos accidentales, sobreesfuerzos y riesgos por movimientos descontrolados.
- Comprobar periódicamente el estado de las protecciones de los elementos

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

móviles de la máquina. Se mantendrán instalados en todo momento los resguardos de las partes de la hormigonera que puedan provocar atrapamientos como correas de transmisión y engranajes de giro del bombo.

- El motor ha de encontrarse protegido para evitar que le caiga el material utilizado en la hormigonera o lluvia.
- Siempre que necesite abrir la carcasa para realizar labores de limpieza u otros, compruebe previamente que el motor eléctrico se encuentra apagado y el equipo se encuentra desconectado de la alimentación eléctrica. La carcasa ha de ser desmontable para realizar labores de limpieza, reparaciones, engrase, sustitución de piezas, etc.
- Si se quitan las cubiertas de protección para realizar labores de limpieza o mantenimiento, al final del trabajo es imprescindible volver a montarlas.
- Comprobar que los mandos de accionamiento son adecuados de forma que se evite el accionamiento accidental del equipo y que no den lugar a confusión si se necesita realizar una parada de emergencia.
- Habrán de estar colocados preferentemente en el exterior de la carcasa, o en su defecto, podrán estar ubicados dentro de ésta siempre y cuando las partes móviles del motor y la correa de transmisión se encuentren protegidas convenientemente. El botón de parada ha de ser totalmente identificable a simple vista y ser de color rojo.
- Estos botones de accionamiento deberán estar protegidos para evitar que les caiga material utilizado en la hormigonera o agua de lluvia.
- Se harán revisiones periódicas del aislamiento del cableado eléctrico de suministro de forma que este no presente zonas deterioradas ni empalmes. Se sustituirán aquellas mangueras que se encuentren deterioradas.
- Mantener las mangueras protegidas frente a roces, aplastamientos, etc. manteniéndolas alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria.
- No se utilizarán clemas ni hilos pelados conectados directamente, siempre se utilizarán clavijas normalizadas.
- Si utiliza prolongadores verifique que sean adecuados para ambientes exteriores para trabajos en condiciones de humedad y que también las mangueras eléctricas de dichos prolongadores están en buen estado, sin desperfectos en el aislamiento. Cuando las mangueras eléctricas sean de longitud considerable, se procurará que se mantengan alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria, bien enterrándolas bien elevándolas 2,5 m al paso de las personas o a 5 m en el caso de paso de vehículos.
- Revisiones periódicas de la puesta a tierra del equipo. La manguera eléctrica

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Galicia - Delegación de Ferrol
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

debe estar dotada de conductor expreso para toma de tierra.

- Verificación de los dispositivos de protección contra sobreintensidades del cuadro eléctrico al que está conectado el equipo (interruptor diferencial de alta sensibilidad 0,03 A).

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Protección ocular resistente a proyecciones.
- Guantes de protección mecánica.
- Calzado de seguridad (mínimo básico con puntera resistente a impactos, suela con resistencia a la perforación).
- Ropa de trabajo.
- Usar botas de goma para aislar al trabajador de la humedad y de contactos eléctricos indirectos.

8.2. CAMIÓN HORMIGONERA

Riesgos asociados al equipo

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o ente objetos.
- Golpes y cortes con objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a ruido.
- Exposición a vibraciones.
- Caída de objetos desprendidos.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Sistemas de seguridad

- Escalera de acceso a la tolva: la escalera debe estar construida en un material sólido y a ser posible antideslizante. En la parte inferior de la escalera abatible se colocará un seguro para evitar balanceos, que se fijará a la propia escalera cuando esté plegada y al camión cuando esté desplegada.
- La escalera debe tener una plataforma en la parte superior, para que el operario se sitúe para observar el estado de la tolva de carga y efectuar trabajos de limpieza, dotada de un aro quitamiedos a 90 cm de altura y se de material

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

consistente.

- Se mantendrá la máquina limpia.
- La escalera sólo debe utilizarse para trabajos de conservación, limpieza e inspección, por un solo operario y estando el vehículo parado.

Normas generales

- Mantener limpios los rótulos de seguridad instalados en la máquina y remplazar los que falten.
- Se tendrán en cuenta las medidas correctoras y consignas preventivas del apartado "Vehículos" en cuanto a la circulación del camión hormigonera por la zona de obra.
- Cuando el suministro se realiza en terrenos con pendientes entre el 5 y el 16%, si el camión hormigonera lleva motor auxiliar, se puede ayudar a frenar colocando una marcha aparte del correspondiente freno de mano.
- Si la hormigonera funciona con motor hidráulico, hay que calzar las ruedas del camión pues el motor de camión está en marcha de forma continua.
- En pendientes superiores al 16% se aconseja no suministrar hormigón con el camión.
- No se aproximará a menos de 2 m del borde de la zanja o excavación donde tenga que descargar. Para ello, se emplearán si es preciso topes de retroceso.

Equipos de Protección Individual

- Guantes de protección mecánica.
- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad (fuera de la cabina).
- Gafas de protección contra proyección de partículas.

8.3. BOMBA DE HORMIGONADO

Riesgos asociados al uso del equipo

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o ente objetos.
- Caídas desde altura.
- Golpes y cortes con objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a ruido.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Exposición a vibraciones.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- El personal encargado en el manejo, montaje y desmontaje de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo específico.
- Después de hormigonar se lavará y limpiará el interior de los tubos, y antes de hormigonar se "engrasarán las tuberías" enviando masas de mortero de pobre dosificación.
- Se eliminarán al máximo los codos de la tubería para evitar "tapones" que rompan la tubería.
- La bomba de hormigonado se colocará sobre caballetes y se arriostrará para evitar movimientos de la tubería.
- Cuando se use la "Pelota de limpieza" se colocará un dispositivo que impida la proyección de la pelota, no obstante, los operarios se alejarán del radio de acción de la proyección.
- Se realizarán revisiones periódicas de los conductos de aceite a presión de la bomba cumpliendo con las operaciones de mantenimiento expuestas por el fabricante. Los dispositivos de seguridad estarán en perfectas condiciones de funcionamiento, prohibiendo expresamente su modificación o manipulación.
- Sólo se utilizará la bomba para bombeo de hormigón según el cono recomendado por el fabricante en función de la distancia de transporte.
- Delimitar la zona de bombeo de forma que no afecte a personal ajeno al tajo. Las conducciones de vertido de hormigón por bombeo alas que puedan aproximarse operarios a distancias inferiores a 3 m, quedarán protegidas pro resguardos de seguridad en prevención de accidentes.
- Se comprobará que para presiones mayores a 50 bar sobre el hormigón (bombeo en altura), se cumplen las siguientes condiciones y controles:
    - Que están montados los tubos de presión definidos por el fabricante para ese caso concreto.
    - Efectuar una presión de prueba al 30% por encima de la presión normal de servicio (prueba de seguridad).
    - Comprobar y cambiar en su caso cada aproximadamente 1000 m3 bombeados, los acoplamientos, juntas y codos.

Equipos de Protección Individual

- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Casco de protección.
- Ropa de trabajo.
- Botas impermeables.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.

8.4. VIBRADOR DE HORMIGÓN

Riesgos asociados al equipo

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Caída de objetos desprendidos.
- Caída desde altura.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Pisadas sobre objetos.
- Sobreesfuerzos.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Se evitará vibrar directamente sobre las armaduras. El vibrado se realizará desde tablones dispuestos sobre la capa de compresión de armaduras.
- Cuando se vibre desde una posición elevada, se asegurará la plataforma de trabajo o se utilizarán sistemas de retención tipo arnés de forma que se garantice la sujeción y la movilidad.
- Queda prohibido dejar abandonado el vibrador.
- Vigilar el mantenimiento del equipo, especialmente los elementos de protección contra el riesgo eléctrico. Realizar las conexiones eléctricas mediante conductores estancos de intemperie.
- Evitar arrastrar las mangueras para evitar cortes, desgarros, etc.
- En lugares cerrados no se utilizarán vibradores movidos con motores de explosión.
- El personal que maneje o se ocupe del mantenimiento del vibrador, tendrá que cumplir tres requisitos fundamentales:
    - Estar autorizado para realizar esas operaciones.
    - Poseer formación específica.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Leer el manual de instrucciones antes del inicio de las tareas.

Equipos de Protección Individual

- Muñequeras y faja antivibratoria.
- Protecciones auditivas.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Casco de protección.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

9. VEHÍCULOS

En este apartado se considerarán tanto los pequeños vehículos utilizados para el transporte de personal y material (turismos y furgonetas), como los grandes vehículos de transporte de material (camiones) especificando algunas de las características en el último caso.

En el caso de los camiones de transporte, constan de una parte tractora y de una caja en la parte posterior donde irán ubicados los materiales. Su cometido es la entrega a la obra de los materiales de construcción contratados. Algunos de estos camiones tendrán en su chasis una grúa incorporada para la descarga de material.

En el caso de que el camión esté destinado al transporte de tierras, las características varían sensiblemente ya que no poseen grúa y tienen tracción en los dos ejes.

En el caso de camiones con grúa, serán de aplicación las normas correspondientes al apartado "*Manipulación mecánica de cargas*".

De la misma forma, para vehículos de transporte de cargas, serán de aplicación las medidas correctoras y consignas preventivas del apartado "*Transporte de material*".

Riesgos asociados al equipo

- Accidente durante la conducción de máquinas y vehículos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída desde altura.
- Caída de objetos desprendidos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto térmico.
- Contacto eléctrico.
- Propagación de incendios.

Medidas protectoras y consignas preventivas

Ascenso y descenso al vehículo

- El ascenso y descenso a la caja del camión se efectuará mediante escalerilla metálica dotada de gancho de inmovilización y seguridad.
- Utilizar los peldaños y asideros para acceder a la cabina del vehículo, no subir

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

utilizando las llantas, ruedas o salientes ni trepando por la caja. No saltar nunca directamente de la caja o desde la carga al suelo.

- Se prohíbe subir o bajarse en marcha y transportar personas en las zonas de almacenaje de material.

Estado del vehículo

- Se realizarán las operaciones de mantenimiento indicadas por el fabricante en cada vehículo, y se dispondrá de certificación de haber pasado las inspecciones obligatorias (ITV).
- Antes de empezar la actividad, se comprobará siempre el estado de las principales partes del vehículo.
- Comprobar la presencia los vehículos de un equipo homologado de extinción de incendios adecuado y en condiciones de uso. Realizar revisiones anuales del extintor, así como operaciones de timbrado cada cinco años. Se dispondrá en cada vehículo de un extintor portátil y manual, de polvo seco, cuya eficacia mínima será:
- Vehículos de hasta 1.000 kg de PMA: uno de clase 8A/34B.
- Vehículos de hasta 3.500 kg de PMA: uno de clase 13A/55B.

Circulación

- Prestar especial atención durante la realización de maniobras de forma que no permanezca el personal de obra en las proximidades del vehículo. Las maniobras dentro del entorno de obra serán dirigidas por personal especializado.
- Ante situaciones de avería o emergencia en vía pública, señalizar la situación del vehículo con los triángulos de preseñalización (tanto delante como detrás en vías de ambos sentidos o sólo detrás en vías de un único sentido) y utilizar el chaleco reflectante siempre que se salga del vehículo.
- Durante la conducción del vehículo respetar las normas de seguridad vial: no hablar por teléfono, no tomar medicamentos que puedan producir sueño ni bebidas alcohólicas, respetar la velocidad según el tipo de vía y las señales de circulación, etc.
- Utilizar el cinturón de seguridad siempre que se conduzca el vehículo por vía pública.
- Se circulará por los caminos señalizados en el interior de la obra para acceder a las diferentes zonas. Las rampas de acceso no han de superar el 20%.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Transporte de cargas

- El código de circulación establece que la carga transportada en un vehículo no sobresaldrá de la proyección en planta del vehículo, salvo en determinados casos como el de los vehículos destinados exclusivamente al trasporte de mercancías. Cuando la carga sobresalga de la proyección en planta del vehículo, siempre dentro de los límites establecidos en el código, se deberán adoptar todas las precauciones convenientes para evitar daños o peligros a los demás usuarios de la vía pública, y deberá ir resguardada en la extremidad saliente para aminorar los efectos de un roce o choque posibles.

Camiones de transporte

- La caja del camión de transporte de áridos debe poseer un toldo para proteger la carga de forma que no se desprenda. El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la endiente ideal del 5%.
- Las cargas se instalarán sobre la caja de manera uniforme, compensando las cargas de la manera más adecuada y uniformemente repartida.

Carga y descarga del material (camiones de transporte)

- Durante la carga y descarga de materiales, se mantendrán las distancias de seguridad con relación al terreno.
- Antes de iniciar las maniobras se inmovilizarán las ruedas con cuñas o topes en la orilla de los cortes del terreno además de haber puesto el freno de mano.

Parada del vehículo

- Cuando el conductor abandone la cabina estando dentro de la obra, debe colocarse el casco.
- Cuando el conductor abandone el puesto de conducción deberá dejar el vehículo en posición estable, debidamente frenada, parado si fuera necesario y con la llave de contacto retirada para que no lo pueda poner en funcionamiento personal no autorizado.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

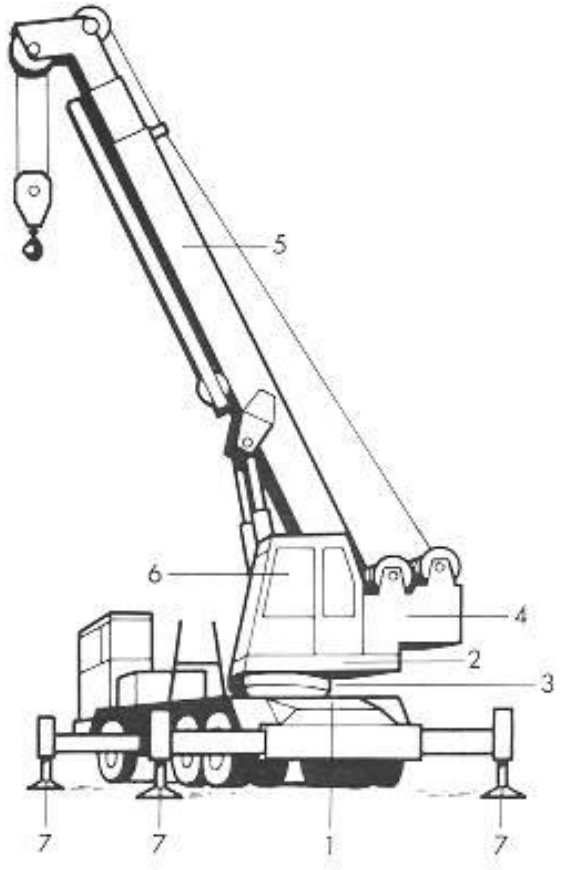
- Calzado adecuado para la conducción de vehículos.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de protección mecánica.
- Muñequeras.
- Fajas lumbares antivibraciones.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

10. EQUIPOS PARA LA MANIPULACIÓN MECÁNICA DE CARGAS

10.1. GRÚAS MÓVILES

En el más amplio sentido de su acepción denominaremos grúa móvil a todo conjunto formado por un vehículo portante, sobre ruedas o sobre orugas, dotado de sistemas de propulsión y dirección propios sobre cuyo chasis se acopla un aparato de elevación tipo pluma. En síntesis, están constituidas por los siguientes componentes o grupos de elementos:



1. Chasis autoportante
2. Plataforma base
3. Corona de orientación
4. equipo de elevación
5. Flecha telescópica
6. Cabina de mando
7. Estabilizadores

Riesgos del equipo

- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Golpes y cortes con objetos herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto térmico.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Se tendrán en cuenta las medidas correspondientes al apartado "*Manipulación mecánica de cargas*."

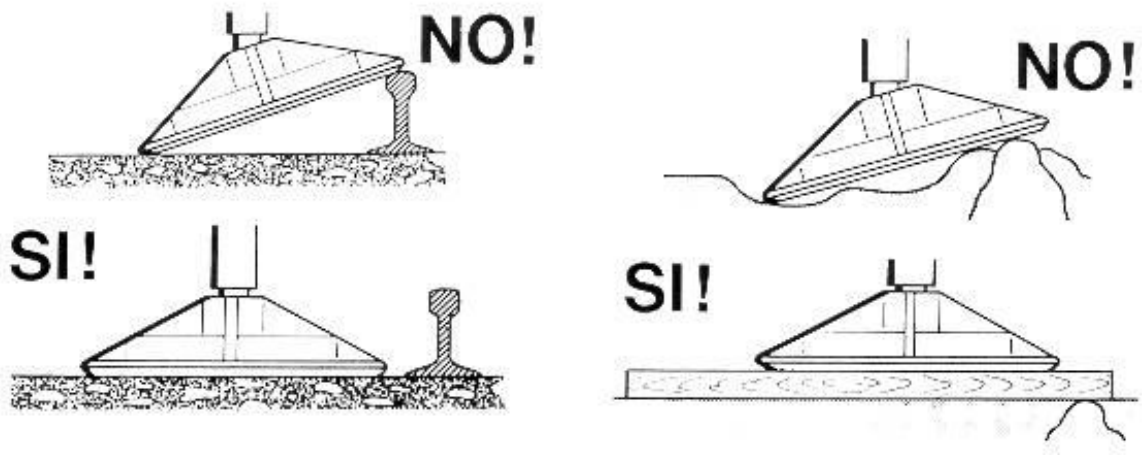
Operario de la máquina

- No permitir el manejo de grúas a personal que no posea una capacitación adecuada (teórica y práctica).
- El gruista dispondrá del manual de instrucciones de utilización facilitado por la empresa instaladora/conservadora. En todo momento deberá tener accesibles las cargas de comprobación necesarias para verificar el correcto estado de la grúa (distancia de la carga con respecto al mástil de la grúa).

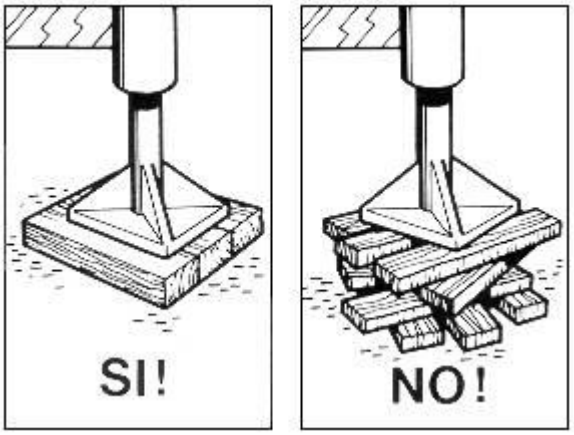
Instalación y montaje

- La instalación y montaje de la grúa han de llevarse a cabo por una empresa instaladora autorizada o por el propio fabricante de la grúa.
- Se vigilará la zona de emplazamiento de la máquina de forma que el terreno donde se asiente no falle y que la grúa quede nivelada.
- Se comprobará que el terreno tiene consistencia suficiente para que los apoyos (orugas, ruedas o estabilizadores) no se hundan en el mismo durante la ejecución de las maniobras.
- El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y explanando su superficie si fuera preciso, al objeto de conseguir que la grúa quede perfectamente nivelada, nivelación que deberá ser verificada antes de iniciarse los trabajos que serán detenidos de forma inmediata si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

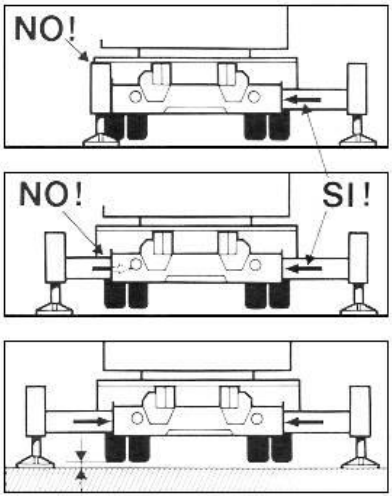


- Si la transmisión de la carga se realiza a través de estabilizadores y el terreno es de constitución arcillosa o no ofrece garantías, es preferible ampliar el reparto de carga sobre el mismo aumentando la superficie de apoyo mediante bases constituidas por una o más capas de traviesas de ferrocarril o tablones, de al menos 80 mm de espesor y 1.000 mm de longitud que se interpondrán entre terreno y estabilizadores cruzando ordenadamente, en el segundo supuesto, los tablones de cada capa sobre la anterior.



- Cuando la grúa móvil trabaja sobre estabilizadores, que es lo recomendable aun cuando el peso de la carga a elevar permita hacerlo sobre neumáticos, los brazos soportes de aquéllos deberán encontrarse extendidos en su máxima longitud y, manteniéndose la correcta horizontalidad de la máquina, se darán a los gatos la elevación necesaria para que los neumáticos queden totalmente separados del suelo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO



- En caso de vientos fuertes o de tormenta eléctrica próxima, se interrumpirá el trabajo y se tomarán las medidas prescritas por el fabricante, orientando la pluma en el sentido de los vientos dominantes, dejando la grúa en veleta y cortando la corriente en el cuadro general de la obra. La velocidad máxima del viento admitida para el trabajo será de 72 Km/h, o la que indique el fabricante si es menor.

Transporte de cargas

- Se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a la carga nominal de los elementos a desplazar, evitando en todo caso el transporte de cargas con peso superior al establecido: no se sobrepasará en ningún momento las cargas máximas admisibles señaladas por el fabricante.
- Se comprobará que los elementos de sujeción de la carga poseen los dispositivos de seguridad adecuados que eviten la caída de las cargas. El estrobado se realizará de manera que el reparto de carga sea homogéneo para que la pieza suspendida quede en equilibrio estable.
- La zona de trabajo de la grúa, por donde han de pasar las cargas, estará señalizada, impidiendo el paso por ella a toda persona que no sea de la obra y no lleve casco de seguridad.
- El operador de la grúa vigilará desde el puesto de mando la ausencia de personas bajo las cargas suspendidas. Se prohíbe la permanencia de operarios en la zona de batido de cargas durante la operación de elevación de, puntales, tablones, armaduras, tabicas, chapas, etc.
- El material cerámico se izará a las plantas sin romper los flejes o envolturas con los que los suministre el fabricante. Comprobar que los paletts están en perfecto

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

estado.

- El ladrillo suelto se izará apilado ordenadamente en el interior de plataformas emplintadas.
- No balancear las cargas suspendidas para su asentamiento en las distintas plantas.
- La cerámica paletizada trasportada con grúa, se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación, nunca directamente con las manos.
- No deambular bajo cargas suspendidas ni suspender la carga por encima de los tajos.
- Respetar la señalización y el balizamiento de la zona bajo los equipos de elevación de cargas.
- Está prohibido la utilización del gancho de la grúa para subir personal en plataformas, ni subirse a la carga durante su transporte.

Mantenimiento

- La grúa y sus accesorios serán revisados periódicamente al menos cada cuatro meses (de acuerdo con lo establecido en el RD 836/2003 en referencia a la norma UNE 58-101-92, parte 2). El usuario deberá suscribir un contrato de mantenimiento con una empresa conservadora autorizada mientras la grúa permanezca instalada.
- Independientemente del mantenimiento que debe realizar la empresa conservadora, el gruista deberá realizar periódicamente una serie de controles y verificaciones par el buen funcionamiento de la grúa, debiendo comprobar cables, gancho, poleas, limitadores (limitador del momento de carga, limitador de final de carrera), interruptores, cuadro eléctrico, niveles de aceite, puntos de engrase, válvulas de seguridad, pestillos de seguridad, detector de tensión, etc.

10.2. MAQUINILLO (POLIPASTO ELÉCTRICO)

Riesgos asociados al equipo

- Caída desde altura.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída de objetos desprendidos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contacto eléctrico directo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

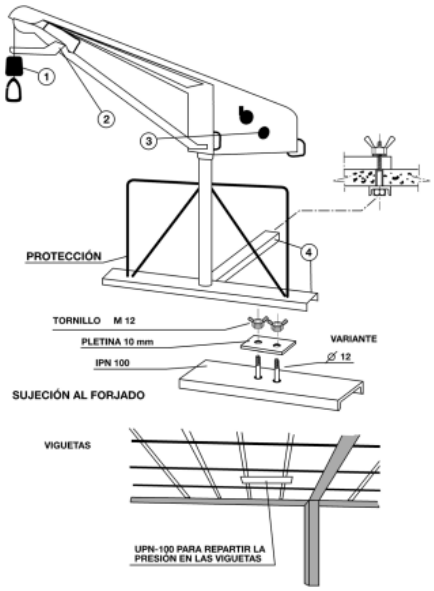
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Ubicación y uso del equipo

- Antes de operar con el maquinillo, comprobar que el borde del forjado se encuentra protegido en todo su perímetro por barandillas, y que la zona de descarga de materiales disponga de una barandilla de quita y pon o abatible para introducir la carga.
- Hacer uso de un sistema de protección anticaída anclado a un punto fuerte (cinturón de sujeción y elementos de amarre o arnés y elementos de amarre con absorbedor de energía) siempre que se vea obligado a retirar la barandilla de protección para retirar la carga. Una vez acabada la operación que motiva la retirada de la barandilla, volver a colocarla de forma que el perímetro de forjado vuelva a estar protegido.
- Nunca anclar el sistema de protección anticaída al maquinillo instalado. El operador debe gozar de la suficiente libertad de movimientos.
- Comprobar que el maquinillo se encuentra convenientemente anclado en tres puntos al forjado, nunca utilizando contrapesos a modo de anclaje. El maquinillo debe estar anclado con seguridad a la estructura de la obra mediante bridas pasantes o eslinga de acero no inferior a 12 mm de diámetro por cada apoyo, en cubiertas de chapa apoyarlo sobre tablones de reparto. No utilizar alambre para sujeción.
- Antes de la primera utilización del maquinillo tras haberlo instalado, se efectuará un reconocimiento de cada uno de los elementos que componen el maquinillo. El control se hará en plena carga y con ésta situada a 20 cm.
- Nunca sobrepase la carga máxima indicada por el fabricante y señalizada en el maquinillo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO



Elevación de material

- QUEDA PROHIBIDA EL USO DEL MAQUINILLO PARA LA ELEVACIÓN Y DESCENSO DE PERSONAS.
- Comprobar que se encuentra en perfecto estado el pestillo de seguridad del gancho del maquinillo. En caso de presentar deficiencias, repararlos inmediatamente o en su defecto cambiar los ganchos por otros que posean pestillo de seguridad.
- Antes de comenzar los trabajos, comprobar que las eslingas y las hondillas se encuentran en perfecto estado, y que se dispone de limitador de recorrido de la carga en marcha ascendente. Desechar todas aquellas eslingas, cadenas o elementos de sustentación para la elevación de cargas que tengan más del 10% de los hilos pelados o que presenten cualquier desperfecto. Los lazos de los cables utilizados para el izado se formarán con tres bridas y guardacabos o mediante un casquillo soldado y guardacabos. El cable de elevación debe ser desenrollado evitando formación de nudos o que se retuerza.
- Comprobar que la zona de carga se encuentra acotada en un entorno de dos metros en prevención de daños por desprendimientos de objetos durante el izado y que no permanece nadie en la zona de seguridad descrita durante las maniobras de izado y descenso de cargas, instalando en dicha zona la señal: "Peligro, caída de objetos". Comprobar la perfecta visibilidad del operador de la zona de riesgo.
- No mover cargas con el maquinillo mediante tirones sesgados, realizar el izado siempre de modo continuo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Mantenimiento

- Antes de comenzar los trabajos con el maquinillo, comprobar que la carcasa se encuentra cerrada y en perfecto estado, de forma que quede impedido el contacto accidental con el motor y/o con el tambor de enrollamiento.
- Desconectar la máquina antes de realizar cualquier operación de mantenimiento o engrase.
- Se harán revisiones periódicas del aislamiento del cableado eléctrico de suministro de forma que este no presente zonas deterioradas ni empalmes. Se sustituirán aquellas mangueras que se encuentren deterioradas.
- Mantener las mangueras protegidas frente a roces, aplastamientos, etc. manteniéndolas alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria.
- No se utilizarán clemas ni hilos pelados conectados directamente, siempre se utilizarán clavijas normalizadas.
- Si utiliza prolongadores verifique que sean adecuados para ambientes exteriores para trabajos en condiciones de humedad y que también las mangueras eléctricas de dichos prolongadores están en buen estado, sin desperfectos en el aislamiento. Cuando las mangueras eléctricas sean de longitud considerable, se procurará que se mantengan alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria, bien enterrándolas bien elevándolas 2,5 m al paso de las personas o a 5 m en el caso de paso de vehículos.
- Revisiones periódicas de la puesta a tierra del equipo. La manguera eléctrica debe estar dotada de conductor expreso para toma de tierra.
- Verificación de los dispositivos de protección contra sobreintensidades del cuadro eléctrico al que está conectado el equipo (interruptor diferencial de alta sensibilidad 0,03 A).
- Desconecte la máquina de la red siempre que:
    - Se disponga a realizar alguna reparación.
    - Vaya a proceder a su mantenimiento.
    - Mueva la máquina.
    - No haya ningún operario en la máquina.
- Realizar el almacenamiento del equipo cuando no se esté utilizando en un lugar seco y cerrado según instrucciones del fabricante. No dejar nunca la máquina en posición invertida a la intemperie, ya que podría entrar agua en el mecanismo.

Equipos de Protección Individual

- Sistemas de protección anticaída.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Protecciones Colectivas

- Protección perimetral del forjado.

10.3. PUENTES GRÚA

Riesgos del equipo

- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Golpes y cortes con objetos herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto térmico.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Manipulación del puente grúa

- Cualquier tipo de grúa sólo podrá ser manejada por operarios autorizados y suficientemente formados.
- Deberá figurar una indicación claramente visible la capacidad nominal del puente grúa. En ningún caso se superará la carga máxima útil que corresponda a cada posición de trabajo de la grúa o de los elementos auxiliares (ganchos, cadenas, etc.).
- Antes de elevar la carga, realizar una pequeña elevación para comprobar su estabilidad y en caso de carga inclinada descender y realizar un eslingado que asegure una carga estable.
- Elevar la carga siempre con el carro y el puente alineados con la misma tanto horizontal como verticalmente para evitar balanceos. La elevación y descenso de la carga se hará siempre en sentido vertical. La carga se debe encontrar suspendida horizontalmente para un desplazamiento seguro. Evitar movimientos bruscos de la carga durante el desplazamiento. No realizar contramarchas salvo en caso de emergencia.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Desplazar la carga a la menor altura posible. Los movimientos sin carga se harán con el gancho elevado.
- El operario debe acompañar siempre a la carga para un mayor control de las distancias y observar en todo momento la trayectoria de la misma, evitando golpes contra obstáculos fijos.
- No colocarse nunca bajo una carga suspendida ni transportarla por encima de trabajadores: despejar la zona de desplazamiento tomando medidas para que dicha zona no sea invadida por trabajadores ajenas a la operación. Llevar siempre la carga por delante.
- La colocación de los elementos de elevación como cadenas y eslingas, deben colocarse asegurándose un perfecto amarre de la carga. Tarea de compromiso para el operario.
- Cuando no pueda evitarse que los objetos transportados giren, se guiarán en su desplazamiento utilizando cuerdas desde un lugar seguro.
- En operaciones de elevación y transporte de cargas de gran complejidad y elevado riesgo debido al volumen o peso de la carga transportada, se contará con un encargado de señales.
- Queda prohibido el transporte de personas con el puente grúa.
- Está prohibido dejar los aparatos de izar con las cargas suspendidas. El operador no dejará nunca el puesto de mando con el aparato en carga.

<u>Mantenimiento</u>

- Comprobación diaria de los elementos de seguridad:
  - Limitadores de carga y de recorrido.
  - Finales de carrera.
  - Mandos de control.
- Todos los ganchos deberán contar con un pestillo de seguridad siempre por dentro del mismo para evitar la salida del sistema de eslingado.
- Se deberá tener conocimiento de las capacidades mecánicas de aparejos de elevación como cadenas, eslingas, etc.
- Las cadenas contarán con una chapa unida a las mismas en la que figure tanto su capacidad, numeración y marcado CE.
- Para un eslingado de las cargas más seguro, se deberá contar con elementos de adaptación de la carga como cantoneras.
- Se deberá contar con un lugar específico y adecuado para dejar el mando de control cuando no se utilice.
- Los cables de tensión se encontrarán aislado y protegidos a lo largo de toda su

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

longitud.

- Al final de las vigas de carriles es necesaria la existencia de un tope para evitar que el puente se salga de las vías de rodadura.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Calzado de seguridad.

10.4. CARRETILLAS ELEVADORAS

Riesgos del equipo

- Caída de objetos en manipulación.
- Accidente durante la conducción de máquinas o vehículos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Contacto térmico.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Características básicas de Seguridad y Ergonomía

- Pórtico de seguridad resistente que debe proteger al conductor frente a la caída de carga, y al vuelco de la carretilla.
- Placa portahorquillas: Amplía la superficie de apoyo de las cargas impidiendo que la misma pueda caer sobre el conductor.
- Asiento amortiguador y ergonómico.
- Protector tubo de escape: Dispositivo aislante que envuelve el tubo de escape e impide el contacto con él de materiales o personas evitando posibles quemaduras o incendios.
- Silenciador con apagachispas y purificador de gases: Son sistemas que detienen y apagan chispas de la combustión y además absorben los gases nocivos para posibilitar los trabajos en lugares cerrados.
- Paro de seguridad de emergencia.
- Inmovilización, protección contra maniobras involuntarias y los empleos no

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

autorizados: Todas las carretillas deben llevar un freno de inmovilización que permita mantenerlo inmóvil con su carga máxima admisible y sin ayuda del conductor con la pendiente máxima admisible. La carretilla debe llevar un dispositivo de enclavamiento, ej. de llave, que impida su utilización por parte de una persona no autorizada.

- Avisador acústico y señalización luminosa marcha atrás.

Manipulación de cargas

- La manipulación de cargas debería efectuarse guardando siempre la relación dada por el fabricante entre la carga máxima y la altura a la que se ha de transportar y descargar, bajo los siguientes criterios, en las diferentes fases del transporte:
    - Recoger la carga y elevarla unos 15 cm sobre el suelo.
    - Circular llevando el mástil inclinado el máximo hacia atrás.
    - Situar la carretilla frente al lugar previsto y en posición precisa para depositar la carga.
    - Elevar la carga hasta la altura necesaria manteniendo la carretilla frenada. Para alturas superiores a 4 m programar las alturas de descarga y carga con un sistema automatizado que compense la limitación visual que se produce a distancias altas.
    - Avanzar la carretilla hasta que la carga se encuentre sobre el lugar de descarga.
    - Situar las horquillas en posición horizontal y depositar la carga, separándose luego lentamente.
    - Las mismas operaciones se efectuarán a la inversa en caso de desapilado.
    - La circulación sin carga se deberá hacer con las horquillas bajas.

Circulación por rampas

- Si la pendiente tiene una inclinación inferior a la máxima de la horquilla ($\alpha < \beta$) se podrá circular de frente en el sentido de descenso, con la precaución de llevar el mástil en su inclinación máxima.
- Si el descenso se ha de realizar por pendientes superiores a la inclinación máxima de la horquilla ($\alpha > \beta$), el mismo se ha de realizar necesariamente marcha atrás.
- El ascenso se deberá hacer siempre marcha adelante.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Inspecciones previas a la puesta en marcha y conducción

- Ruedas (banda de rodaje, presión, etc.).
- Fijación y estado de los brazos de la horquilla.
- Inexistencia de fugas en el circuito hidráulico.
- Niveles de aceites diversos.
- Mandos en servicio.
- Protectores y dispositivos de seguridad.
- Frenos de pie y de mano.
- Embrague, etc.
- Toda carretilla en la que se detecte deficiencia o se encuentre averiada deberá quedar claramente fuera de uso advirtiéndolo mediante señalización. Tal medida tiene especial importancia cuando la empresa realiza trabajo a turnos.

Normas generales de conducción y circulación

- No conducir por parte de personas no autorizadas.
- No permitir que suba ninguna persona en la carretilla.
- Mirar en la dirección de avance y mantener la vista en el camino que recorre.
- Disminuir la velocidad en cruces y lugares con poca visibilidad.
- Circular por el lado de los pasillos de circulación previstos a tal efecto manteniendo una distancia prudencial con otros vehículos que le precedan y evitando adelantamientos.
- Evitar paradas y arranques bruscos y virajes rápidos.
- Transportar únicamente cargas preparadas correctamente y asegurarse que no chocará con techos, conductos, etc. por razón de altura de la carga en función de la altura de paso libre.
- Deben respetarse las normas del código de circulación, especialmente en áreas en las que pueden encontrarse otros vehículos.
- No transportar cargas que superen la capacidad nominal.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- No circular por encima de los 20 Km/h en espacios exteriores y 10 Km/h en espacios interiores.
- Cuando el conductor abandona su carretilla debe asegurarse de que las palancas están en punto muerto, motor parado, frenos echados, llave de contacto sacada o la toma de batería retirada. Si está la carretilla en pendiente se calzarán las ruedas.
- Asimismo, la horquilla se dejará en la posición más baja.

Mantenimiento

- El mantenimiento preventivo es indispensable para el buen funcionamiento de las carretillas de manutención.
- Como principio básico se deberán seguir las normas dictadas por el constructor según las reglas siguientes:
- El mantenimiento deberán realizarlo únicamente personal cualificado y autorizado.
- Se revisarán periódicamente los frenos, dirección, avisadores, iluminación, reguladores, válvulas de descarga del circuito de elevación y mecanismos de inclinación y elevación. Asimismo, se hará lo propio con los sistemas hidráulicos, en especial lo concerniente a fugas interiores o exteriores.
- Se revisarán periódicamente los protectores y dispositivos de seguridad.
- Las baterías, motores, controles, interruptores fin de carrera, dispositivos de protección, cables, conexiones y sobre todo el buen estado de aislamiento de la instalación eléctrica deben ser inspeccionados periódicamente.
- Los neumáticos deberán verificarse para descubrir cualquier indicio de deterioro de los flancos y de las llantas.
- Deberá mantenerse la presión descrita por el fabricante.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección.
- Cinturón lumbo-abdominal.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

10.5. DÚMPER

Riesgos del equipo

- Caída de objetos en manipulación.
- Propagación de incendios.
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas.
- Accidente durante la conducción de máquinas o vehículos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Contacto térmico.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Operario del equipo

- Antes de conducir la máquina se debe conocer su manejo y correcta utilización.
- El conductor del vehículo debe poseer el permiso de conducir clase B2.
- Estará directamente autorizado por una persona responsable para su utilización.
- Llevará ropas adecuadas que no dificulten el uso de los controles.

Comprobaciones del equipo antes de comenzar los trabajos

- Se deberá disponer de un extintor de incendios de polvo ABC en el dúmper. Solamente se podrá prescindir de este si en el entorno en el que se trabaja con el dúmper, se dispusieran medios adecuados para la extinción de incendios.
- Antes de poner en marcha la máquina, comprobar:
    - que todos los mandos están en posición neutra para evitar puestas en marcha imprevistas
    - que no hay trabajadores en la proximidad de la máquina. Cuando sea necesario trabajar con operarios a pie, éstos dispondrán de chalecos reflectantes y se mantendrán a distancia de la máquina sin perderla nunca de vista. Si estos operarios cambian de dirección, pasarán siempre por delante de la máquina para ser vistos por el operador.

Transporte de cargas

- Las cargas serán apropiadas al tipo de volquete disponible y nunca dificultarán la visión del conductor.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Se revisará la carga antes de iniciar la marcha, observando su correcta posición y que no provoque desequilibrio en la estabilidad del dúmper.
- Se prohíbe el transporte de piezas (puntales, tablones y similares) que sobresalgan lateralmente del cubilote del dúmper.
- Durante la bajada de rampas:
    - Si el vehículo está cargado, bajar las rampas de espaldas a la marcha, despacio y evitando frenazos bruscos.
    - Bajar en la dirección de máxima pendiente.
    - No circulara por pendientes o rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y al 30% en terrenos secos.
- En el vertido de materiales junta a zanjas y taludes, deberá colocarse un tope que impida el avance del dúmper más allá de una distancia prudencial al borde del desnivel, teniendo en cuenta el ángulo natural del talud.

Trabajos con riesgo de vuelco

- Si se va a trabajar en zonas en las que exista riesgo de vuelco, el equipo ha de estar dotado de un pórtico que reúna características de forma y resistencia tales que protejan al operario en su puesto de conducción frente a un vuelco (barras antivuelco).
- Si el equipo está dotado de pórtico de seguridad, deberá disponer de cinturón de seguridad y el correspondiente dispositivo de sujeción que mantenga al trabajador sobre su puesto e impida su atrapamiento en caso de vuelco.
- Debe llevarse siempre puesto el cinturón de seguridad al utilizar la máquina con pórtico de seguridad. Abrochar el cinturón antes de poner en marcha el motor.
- Si la máquina inicia un vuelco, no intentar saltar de la cabina, permanecer en la cabina con el cinturón de seguridad puesto.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Circulación

- El dúmper estará provisto de un dispositivo acústico de marcha atrás para evitar atropellos durante maniobras.
- Respetar todas las normas de seguridad vial cando se conduzca el vehículo por la vía pública y las normas de circulación establecidas dentro de la obra, respetando las vías establecidas para la circulación de peatones.
- No utilizar el equipo en lugares cerrados sin ventilación. Vigilar que el lugar en el que se va a utilizar el vehículo tenga ventilación adecuada para el escape de los humos del motor.
- No mantener el motor arrancado cuando no se utilice.
- No permitir el transporte de pasajeros sobre el dúmper.
- No circular a excesiva velocidad.
- Informarse cada día de los trabajos que puedan constituir un riesgo: zanjas abiertas.

Parada del equipo

- Aparcar la máquina en terreno firme y alejada del pie de taludes.
- Parar el motor y accionar el freno de mano. Si se aparca en superficies inclinadas, colocar dispositivos (calzos) que impidan el desplazamiento.
- Deben retirarse del vehículo los elementos necesarios que impidan su arranque, en prevención de que cualquier otra persona no autorizada pueda utilizarlo.
- No dejar nunca la máquina con el motor en marcha.

Mantenimiento

- Parar el motor y poner el freno cuando se realicen tareas de mantenimiento. Si es necesario tener el motor en marcha, se adoptarán las medidas necesarias para realizar dichas tareas de forma segura.
- Las operaciones en el radiador se harán en frío: aflojar el tapón del radiador y dejar enfriar antes de abrirlo hasta que desaparezca el exceso de presión.
- Extremar las precauciones durante la comprobación del nivel de electrolito de la batería para evitar derrames y contacto con éste.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad cuando el operario abandone la máquina.
- Guantes de protección mecánica durante las operaciones de mantenimiento.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Calzado adecuado a la conducción.
- Gafas de sol en caso de deslumbramientos.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa de protección de alta visibilidad (chaleco reflectante).
- Fajas lumbares antivibraciones.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

11. HERAMIENTAS ELÉCTRICAS DE MANO

Riesgos asociados al equipo

- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Incendio por factores de ignición.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Contacto térmico.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas correctoras y consignas preventivas de carácter general

- En el caso de generación de partículas incandescentes por el roce del equipo con materiales metálicos, antes de comenzar la tarea, se vigilará la ausencia de otras personas o de material inflamable en los alrededores de la zona de trabajo. Si algún objeto combustible no puede ser desplazado, debe cubrirse con material ignífugo y se colocará un extintor de capacidad extintiva mínima 21A 113B en las proximidades de la zona de trabajo.
- No utilizar la máquina en posturas que obliguen a mantenerla por encima del nivel de los hombros, ya que, en caso de pérdida de control, las lesiones pueden afectar a la cara, pecho o extremidades superiores. Al desarrollar trabajos con riesgo de caída de altura, asegurar siempre la postura de trabajo, ya que, en caso de pérdida de equilibrio por reacción incontrolada de la máquina, los efectos se pueden multiplicar.
- Asegurar la pieza a trabajar, de modo que no sufran movimientos imprevistos durante la operación. Cuando se vayan a cortar piezas largas, se deberán colocar elementos auxiliares de apoyo y sujeción con el fin de evitar la caída de piezas. Cuando las piezas resultantes del corte sean de pequeño tamaño y presenten aristas cortantes, además de utilizar elementos auxiliares para la sujeción de la pieza, se usarán guantes de protección para evitar cortes durante la manipulación de dichas piezas.
- Utilizar siempre las empuñaduras auxiliares durante la realización de trabajos para evitar la pérdida de control de la herramienta. Siempre ha de sujetarse el equipo por sus asideros con ambas manos y en una posición estable.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- En caso de que existan atmósferas deflagrantes o explosivas, únicamente se podrán utilizar herramientas eléctricas portátiles especialmente diseñadas para evitar la generación de chispas.
- Si la herramienta eléctrica se debe utilizar en un recinto muy conductor o húmedo, será alimentada por un transformador separador de circuitos o por un transformador de seguridad. Se comprobará el estado general de dichos transformadores, así como el de sus cables de alimentación. Los transformadores de seguridad y separador de circuitos siempre se instalarán fuera del recinto donde van a utilizarse las herramientas que requieran su empleo.

<u>Mantenimiento</u>

- Desconectar el equipo del suministro eléctrico siempre que se vayan a realizar labores de limpieza, reparación o mantenimiento, asegurándose que no cabe la posibilidad de una puesta en marcha accidental. No realizar operaciones de cambio de accesorios con la máquina conectada al suministro eléctrico.
- Enchufar la máquina a la red en posición desconectada.
- Antes de depositar el equipo después de los trabajos, desconectarlo y esperar a que se detenga.
- Dejar enfriar los accesorios de corte o perforación previamente a su manipulación para realizar las operaciones de revisión o mantenimiento. Si la manipulación es absolutamente necesaria, utilizar guantes de protección para tocar el accesorio.
- Se harán revisiones periódicas del aislamiento del cableado eléctrico de suministro de forma que este no presente zonas deterioradas ni empalmes. Se sustituirán aquellas mangueras que se encuentren deterioradas.
- Mantener siempre el cable separado del radio de acción del equipo. Mantener las mangueras protegidas frente a roces, aplastamientos, etc. manteniéndolas alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria.
- No se utilizarán clemas ni hilos pelados conectados directamente, siempre se utilizarán clavijas normalizadas.
- Si utiliza prolongadores verifique que sean adecuados para ambientes exteriores para trabajos en condiciones de humedad y que también las mangueras eléctricas de dichos prolongadores están en buen estado, sin desperfectos en el aislamiento. Cuando las mangueras eléctricas sean de longitud considerable, se procurará que se mantengan alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria, bien enterrándolas bien elevándolas 2,5 m al paso de las personas o a 5 m en el caso de paso de vehículos.
- Revisiones periódicas del doble aislamiento del equipo asegurándose que éste se

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

encuentre funcional. Debe verificarse la conexión de la puesta a tierra si se trata de una herramienta de la clase I.

- En caso de sufrir desperfectos o averías no se utilizará el equipo mientras no haya sido revisado y arreglado por personal cualificado.

Radiales:

- Elegir adecuadamente el disco en relación a la tarea y al material a trabajar: es elemental la utilización de discos de diámetros según la radial a usar y de características adecuadas al trabajo a efectuar; respetar el sentido de rotación indicado sobre la misma y utilizar correctamente los dispositivos de fijación del modo indicado por el fabricante. La elección del disco será adecuada para evitar sobreesfuerzos sobre el mismo.

- Hacer rotar el disco manualmente para verificar que está bien centrado y no tiene roces con la carcasa de protección. Comprobar el estado de los discos previamente al inicio de las tareas comprobando que no hayan sufrido golpes, almacenamiento en condiciones ambientales inapropiadas, sobreesfuerzos, etc.
- No retirar nunca el resguardo del disco. Si el disco llegase a bloquearse en el material, desconectar inmediatamente la radial.
- No someter el disco a sobreesfuerzos laterales o de torsión, o por aplicación de una presión excesiva.
- Se utilizarán gafas contra proyecciones durante la utilización de la radial. La radial mantendrá en todo momento las carcasas protectoras del disco dispuestas por el fabricante que impidan o limiten la proyección de fragmentos. Sujetar siempre la radial cerciorándose de que las partículas producidas sean lanzadas en dirección contraria a la posición del cuerpo.

Taladros

- Elegir adecuadamente la broca en relación a la tarea, equipo disponible y al material a trabajar: es elemental la utilización de brocas de características adecuadas al trabajo a efectuar, utilizando correctamente los dispositivos de fijación del modo indicado por el fabricante. La elección adecuada de la broca evitará sobreesfuerzos sobre la misma.
- Se utilizará protección ocular resistente a proyecciones siempre que se utilice el equipo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Cuando se trabaje sobre superficies que generen ambientes pulvígenos se utilizarán mascarillas de protección nasal y bucal.
- No aplicar presión excesiva sobre la herramienta. No someter la broca sobreesfuerzos por aplicación de una presión excesiva sobre la misma.
- Si el taladro llegase a bloquearse, desconectarlo inmediatamente de la red eléctrica.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

12. HERRAMIENTAS MANUALES

Riesgos asociados al equipo

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Las herramientas manuales deben estar construidas con materiales resistentes, y sus mangos o empuñaduras han de tener un diseño ergonómico correcto, con dimensiones adecuadas, sin bordes agudos ni superficies resbaladizas.
- Se utilizarán guantes de protección contra riesgos mecánicos siempre que se utilicen herramientas con partes afiladas o aristas cortantes.
- No trabajar nunca con herramientas que presenten algún defecto. Manténgalas limpias de sustancias deslizantes (humedad, grasas, etc.).
- Recoger adecuadamente las herramientas al final de la jornada, almacenándolas en un lugar adecuado hasta el inicio de la jornada siguiente (preferentemente en su funda si es posible).
- Inspeccionar periódicamente el estado de las herramientas retirando aquellas que se encuentren en mal estado.
- Selección de la herramienta correcta para el trabajo a realizar. No abusar de la herramienta ni sobrepasar las prestaciones para las que técnicamente ha sido concebida.
- Utilizar elementos auxiliares que cada operación exija para realizarla en las mejores condiciones de seguridad.
- No utilizar una herramienta si no se está suficientemente adiestrado en el uso de ésta.
- El trabajador usará calzado de seguridad tipo S3 para su uso continuado en la obra de construcción.
- Utilizar cinturón portaherramientas siempre que sea posible.
- El mantenimiento de las herramientas de mano (reparación, afilado, templado o cualquier otra reparación) deberá ser realizada por personal especializado evitando realizar reparaciones provisionales.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Equipos de Protección Individual

- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antiperforación.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

13. MESA DE CORTE

Riesgos asociados al equipo.

- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Golpes y cortes por objetos móviles.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Durante la utilización del equipo se prestará máxima atención y nunca se introducirán las manos en la zona de accionamiento de la máquina durante el funcionamiento.
- En el caso de trabajar sobre piezas de pequeño tamaño, utilizar elementos auxiliares (empujadores de corte) para mantener la pieza en posición correcta y alejar las manos de la zona de corte.
- En el caso de corte de madera, extraer previamente todos los clavos o partes metálicas de la madera que desee cortar.
- Comprobar periódicamente el estado de las protecciones de la máquina. No utilizar el equipo sin la protección del disco de corte, si se quita dicha protección durante las labores de mantenimiento, es imprescindible volver a montarla al final del trabajo.
- El trabajador que maneje la máquina llevará ropa ceñida para evitar que se pueda enganchar.
- Las mesas de sierra circular no se ubicarán a distancias inferiores a 3 m del borde de los forjados, zanjas, etc. con la excepción de bordes que estén protegidos convenientemente (redes o barandillas). No ubicar la mesa en lugares encharcados para evitar riesgos de caídas.
- Las labores de mantenimiento, ajuste y preparación se harán siempre con la máquina parada, desconectada de la red eléctrica y debidamente señalizada para evitar la puesta en marcha accidental, especialmente durante las labores de montaje y reglaje del disco. Seguir siempre las instrucciones de uso proporcionadas por el fabricante.
- Se harán revisiones periódicas y documentadas del cableado eléctrico de

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

suministro de forma que éste no presente zonas deterioradas ni empalmes. Se sustituirán aquellas mangueras que se encuentren deterioradas.

- Mantener las mangueras protegidas frente a roces, aplastamientos, etc. manteniéndolas alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria.
- No se usarán clemas ni hilos pelados conectados directamente, siempre se utilizarán clavijas normalizadas.
- Se realizarán revisiones periódicas de la puesta a tierra del equipo: la manguera eléctrica debe estar dotada de conductor expreso para toma de tierra. Se verificarán los dispositivos de protección contra sobreintensidades del cuadro eléctrico al que está conectado el equipo (interruptor diferencial de alta sensibilidad 0,03A) y de la puesta a tierra.
- En el caso de **Tronzadoras por vía húmeda (mesas de corte de material cerámico),** por ser equipos eléctricos y por vía húmeda, se prestará máxima atención al estado de los cables y mangueras eléctricas utilizadas y a la puesta a tierra del equipo.
- En el caso de **Mesas de corte de madera (sierras de mesa)**, utilizar protección ocular y respiratoria durante el manejo del equipo. Para reducir la exposición a polvo, además de la utilización de protección respiratoria especialmente diseñada para filtrar las partículas microscópicas, realizar el trabajo en lugares bien ventilados o utilizar un equipo de extracción de polvo.

<u>Equipos de Protección Individual</u>

- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo no holgada para evitar enganches.
- Protección ocular tipo gafas antiproyecciones.
- Protección ocular y respiratoria cuando se genere polvo (mesas de madera).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

14. EQUIPOS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA

14.1. COMPRESOR

Se tendrán en cuenta tanteo el uso del propio compresor en sí, como la utilización de equipos y herramientas portátiles accionadas por aire comprimido.

Riesgos asociados al equipo

- Explosión.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Incendio por factores de ignición.
- Contacto térmico.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Colocación

- Comprobar que el compresor quede correctamente refrigerado por la corriente de aire que produce la polea del ventilador. Para la correcta refrigeración del compresor, cuando se instala paralelo a una pared, la distancia entre la polea y la pared no será nunca inferior a 25 cm para compresores de hasta 5,5 CV y de 40 cm para compresores de 7,5 o más CV.
- No utilizar nunca el compresor si no está asegurada una ventilación adecuada pues los gases de escape producidos por el motor son tóxicos. En el caso de que la ventilación no sea suficiente en el almacén, se deberán mandar al exterior los gases de descarga mediante un conducto adecuado (espiral de acero de 60 mm).
- No colocar el compresor a una distancia inferior a los 2 m (como norma general) de bordes y huecos.
- El compresor se colocará en posición horizontal con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizamientos.

Utilización del equipo

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Comprobar el estado de las mangueras previamente al uso de la instalación de aire comprimido. Se desecharán aquellas cuyo estado no garantice una absoluta seguridad y no se emplearán cintas aisladoras para taponar escapes.
- No someter las mangueras durante su utilización a flexiones, golpes o erosiones que puedan traer como consecuencia la ruptura de las mismas produciendo el consiguiente movimiento repentino de serpenteo o látigo producido por la salida brusca del aire comprimido. Si la manguera de la herramienta no permite aproximarse al objeto sobre el que hay que actuar, no tirar de la manguera, aproximar el objeto si es posible o acoplar otra manguera. Probar el conjunto antes de su utilización.
- Evitar toda erosión, atrapamiento o disposición de materiales encima de ellas; una vez utilizadas se recogerán y guardarán adecuadamente.
- Utilizar presiones adecuadas a la herramienta o útil a usar de forma que se minimice el riesgo de proyección de elementos.
- Asegurar la correcta conexión de las herramientas o equipos al circuito de aire comprimido de forma que se evite cualquier posible fuga. El acoplamiento de mangueras se efectuará mediante elementos de acción rápida de forma que cuando se desconecte el acoplamiento automáticamente se interrumpa la salida de aire comprimido y se despresurice lentamente la parte desconectada.
- Comprobar que las mangueras sean compatibles con el aceite de lubricación utilizado.
- Los racores de unión a las redes de aire comprimido no serán intercambiables con racores empleados para otros gases.
- Las tomas de red de aire comprimido se dispondrán horizontalmente o hacia debajo de forma que se evite la acumulación de suciedad.
- Utilizar mascarillas de protección buconasal siempre que utilice el aire comprimido para labores que generen ambientes pulvígenos (limpieza de máquinas, etc.). Extremar las precauciones al aplicar el chorro de aire sobre superficies manchadas con partículas que puedan salir proyectadas. Utilizar en este caso gafas resistentes a proyecciones.
- Elegir adecuadamente mangueras flexibles según la presión y la temperatura del aire comprimido. Éstas han de ser compatibles con el aceite de lubricación utilizado.
- Cuando se utilicen mangueras flexibles en medios con riesgo de atmósferas explosivas o con riesgo de incendio, se emplearán mangueras antielectricidad estática.
- El grado de resistencia física de las mangueras flexibles será adecuado al uso al

VISADO ELECTRÓNICO PRESENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

que se destina, en el caso de las destinadas a maquinaria neumática fija se podrán emplear mangueras de tipo medio y ligero. En el caso de pequeñas herramientas portátiles, serán ligeras y de gran flexibilidad.

- Prohibir el uso del aire comprimido en cometidos para los que no está previsto como la limpieza de bancos de trabajo.
- No utilizar el aire comprimido para realizar bromas, aproximando las descargas del mismo a orificios del cuerpo humano. Utilizar el compresor solamente en usos que especifique su fabricante.
- No aplicar aire a la ropa porque en esta puede haber restos de combustible, aceite, gasolina, etc. Este conjunto de condiciones (material combustible, comburente (O2) y fuente de ignición) en un momento determinado puede provocar un incendio.

Mantenimiento

- No retirar nunca las protecciones del compresor que impiden el acceso a las partes calientes.
- No hay que tocar nunca durante el funcionamiento del compresor las partes que alcanzan elevadas temperaturas ni tampoco durante un cierto tiempo después de su detención.
- Siempre que se tengan que realizar tareas de mantenimiento o reparación, esperar el tiempo suficiente para que se enfríe el compresor. Si la manipulación es absolutamente necesaria, utilizar guantes de protección térmica.
- No retirar nunca las protecciones del motor y de las partes móviles del compresor. No deshabilitar los dispositivos de seguridad instalados en el compresor. No usar nunca el compresor sin que todas las protecciones estén perfectamente montadas en su sitio.
- Si las operaciones de mantenimiento requieren que se quite alguna protección, desconectar el equipo de su fuente de suministro eléctrico asegurándose que no cabe la posibilidad de puestas en funcionamiento accidentales. Reponer adecuadamente las protecciones retiradas antes de poner en funcionamiento de nuevo el compresor.
- No se acercarán las manos, dedos u otras partes del cuerpo cerca de las partes en movimiento del compresor.
- Se harán revisiones periódicas del aislamiento del cableado eléctrico de suministro de forma que este no presente zonas deterioradas ni empalmes. Se sustituirán aquellas mangueras que se encuentren deterioradas.
- Mantener las mangueras protegidas frente a roces, aplastamientos, y

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICO DE DOCUMENTO
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

especialmente de las partículas incandescentes provocadas por la soldadura, colocándolas alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria. Las tomas de corriente deben situarse en lugares que permitan su desconexión rápida en caso de emergencia.

- No se utilizarán clemas ni hilos pelados conectados directamente, siempre se utilizarán clavijas normalizadas

Medidas generales

- El compresor ha de tener realizadas las revisiones establecidas por el Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 2060/2008) y la correspondiente Instrucción Técnica Complementaria (ITC-MIE-AP17), las cuales deben hacerse cada 10 años por una Entidad Colaboradora de la Administración. Esta revisión consiste en una inspección visual interior y exterior del compresor y una prueba de presión para comprobar que continúan cumpliéndose las condiciones reglamentarias, dejando constancia escrita de las citadas actuaciones.
- Habrán de realizarse revisiones anuales establecidas por el Reglamento de Aparatos a Presión que deben llevarse a cabo todos los años por el usuario. En esta revisión se limpiarán interiormente los recipientes de aire comprimido con objeto de eliminar los aceites y carbonillas producidos por ellos, y se comprobará el funcionamiento de las válvulas de seguridad del compresor.

Equipos de Protección Individual

- Mascarillas de protección buconasal en ambientes pulvígenos.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.
- Guantes de protección térmica durante labores de mantenimiento.

14.2. GRUPO ELECTRÓGENO.

Riesgos asociados al equipo

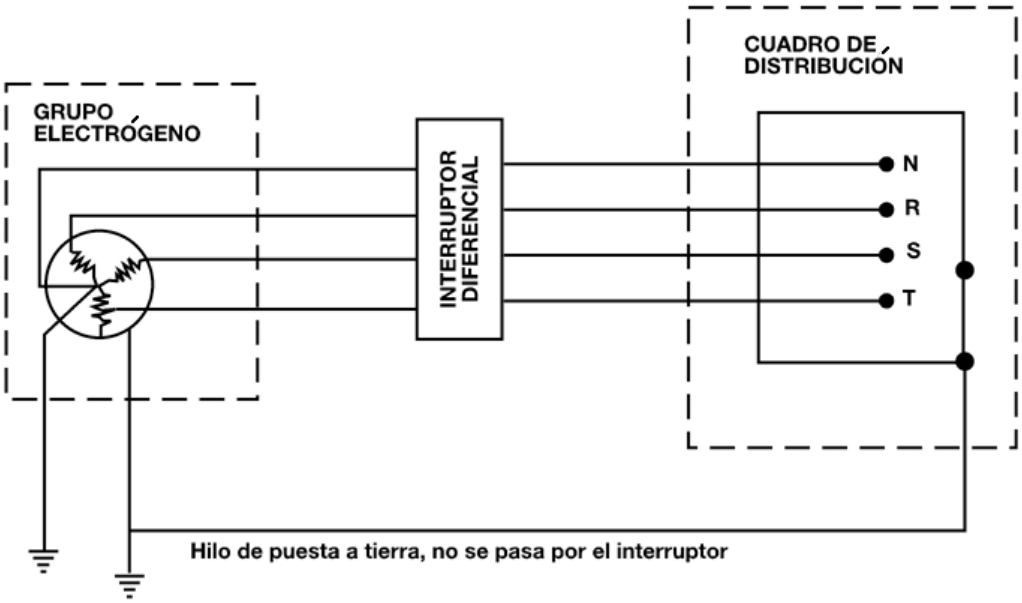
- Contacto térmico.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas.
- Incendio por factores de ignición.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Propagación de incendios.
- Explosión.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Medidas correctoras y consignas preventivas

Uso del equipo

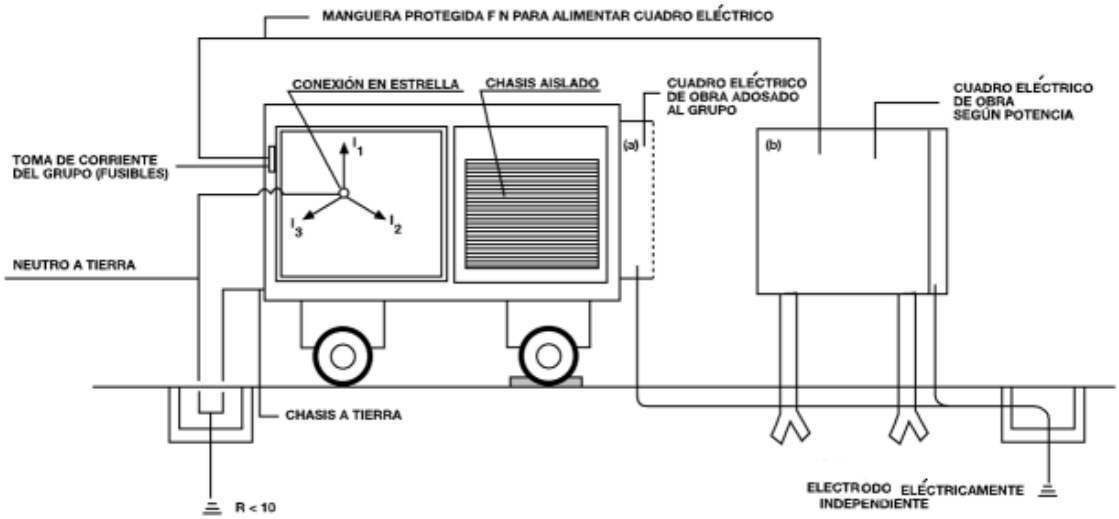
- Antes de ubicar el grupo electrógeno y ponerlo en funcionamiento, vigilar la ausencia de material inflamable en los alrededores de la zona de trabajo. Mantener el grupo electrógeno separado al menos 1 m como mínimo de la pared o de otros equipos durante su funcionamiento. No acercar material inflamable al generador.
- Comprobar que en las proximidades del grupo electrógeno se dispone de un extintor de capacidad extintiva mínima 89B. Este extintor deberá estar colocado en un lugar visible y accesible.
- Antes de poner en marcha el grupo electrógeno, vigilar que la instalación eléctrica dispone de toma de tierra y verificar los dispositivos de protección contra sobreintensidades (interruptor diferencial de alta sensibilidad).



- No hacer funcionar el equipo en lugares cerrados o sin la ventilación adecuada pues los gases de escape producidos por el motor son tóxicos. Durante el funcionamiento del equipo, el lugar de colocación de este debe estar muy bien ventilado para evitar molestias y amenazas de gases de escape tóxicos. En los casos puntuales donde se haya de utilizar el equipo en lugares sin ventilación natural, se instalará ventilación forzada.
- No haga funcionar el grupo electrógeno bajo la lluvia o en la nieve. No moje el grupo ni lo manipule con las manos mojadas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Las conexiones al grupo electrógeno se realizarán siempre utilizando petacas estancas normalizadas. No se utilizarán clemas ni hilos pelados conectados directamente, siempre se utilizarán clavijas normalizadas.
- Nunca llenar el depósito cerca de focos de ignición. Repostar con el motor parado y en frío y en una zona ventilada lejos de llamas o chispas. No fume en las proximidades del grupo. Apagar el motor, así como cualquier equipo eléctrico cercano. No se hará uso del teléfono móvil ni se generarán chispas que puedan dar lugar a un incendio o explosión.
- Si cae carburante sobre el grupo electrógeno o fuera de éste al repostar, antes de la puesta en marcha limpiar las zonas afectadas.
- Mantener el grupo nivelado sobre una superficie firme y horizontal pues en caso contrario el combustible puede derramarse y prenderse.



Mantenimiento del equipo

- Dejar enfriar el motor y el escape previamente a su manipulación para realizar las operaciones de revisión o mantenimiento. Si la manipulación es absolutamente necesaria para el transporte o almacenamiento del grupo, utilizar guantes de protección.
- Nunca manipular las protecciones eléctricas de las cuales dispone el equipo. Los trabajos de mantenimiento del sistema eléctrico siempre serán realizados por personal especializado.
- Realizar las labores de mantenimiento con el equipo parado, especialmente si se tienen que retirar las carcasas y rejillas de protección. Nunca manipular el interior del equipo con éste en marcha.
- Nunca acercarse al grupo electrógeno llevando ropas amplias u objetos que

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

puedan ser atraídos por el flujo de aire o por los órganos móviles del motor.

- Una vez terminadas las labores de mantenimiento, reponer inmediatamente todas las carcasas y rejillas de protección retiradas.
- Prestar un especial cuidado a la hora de determinar el lugar de almacenaje de los combustibles y lubricantes pues pueden ser explosivos, tóxicos y corrosivos. Procurar mantener dichos productos en sus envases originales con las tapaderas bien cerradas y protegidos de posibles manipulaciones por personal extraño.

Equipos de Protección Individual

- Guantes de protección contra contactos térmicos en caso de manipulación del motor.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

15. MÁQUINA PARA EL TENDIDO DE CABLES

Máquina con motor de explosión dotada de rodillos tensores y carrete para la recogida del cabo de tiro. Suelen ser y estar preparados para el arrastre por otro vehículo y están dotados de gastos para el asentamiento, mecánicos o hidráulicos.

Debido a que el tendido se debe efectuar con un esfuerzo medido en función de las características del cable que se está colocando, dispondrá de sistemas de medición para poder controlar esta fuerza. Así mismo, disponen de anclajes para fijarlos al enclave de trabajo.

Riesgos asociados al equipo

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contacto térmico.
- Caída desde altura.
- Caída de personas al mismo nivel

Medidas correctoras y consignas preventivas

- El transporte del equipo se efectuará por arrastre o sobre vehículo.
- Seguir las instrucciones del fabricante en todo momento.
- Existirá un trabajador designado para su utilización, al que previamente se habrá formado en las características de la máquina.
- Cuando se emplace este tipo de máquina, se cerrará el perímetro de actuación para evitar interferencias durante sus operaciones y funcionamiento.
- Durante los trabajos de este tipo, el recorrido desde la máquina hasta el origen del cable deberá estar limpio de objetos extraños.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de protección mecánica.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Ropa de trabajo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

16. CESTAS Y PLATAFORMAS ELEVADORAS

Riesgos asociados al uso del equipo:

- Accidente durante la conducción de máquinas y equipos.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Caída desde altura considerable.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas.
- Explosión.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Contacto eléctrico directo.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Colocación y acceso al equipo

- Comprobar que la superficie en la que se va a poyar el equipo sea estable y en general esté en buen estado.
- Antes de elevar la cesta o plataforma, asegurarse de que está dispuesta de forma estable. Emplear los elementos que garantizan la estabilidad de la misma. Si es necesario, se emplearán tableros o chapas metálicas que aumenten la resistencia del apoyo.
- Detener la plataforma una vez haya sido activada la señal sonora que advierte que se han alcanzado los límites máximos de inclinación.
- Acceder a la plataforma o cesta únicamente cuando esté bajada y haciendo uso de los puntos establecidos para ello. Mantener dichos puntos en buen estado y libres de grasas, aceites, etc.

Desplazamiento

- Antes de comenzar el desplazamiento del equipo, el operario supervisará la posible existencia de trabajadores con los que pueda interferir, avisando a los mismos sobre los movimientos a realizar por el equipo.
- Respetar la señalización y las normas de seguridad establecidas. Adaptar la velocidad a las condiciones del terreno, pendientes, existencia de personal, etc.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Uso del equipo

- Antes de comenzar a manejar el equipo, se comprobará el correcto funcionamiento de todos sus órganos y mandos de accionamiento.
- La cesta o plataforma estará equipada con barandillas en todo su perímetro a una altura mínima de 90 cm. La plataforma dispondrá de una protección que impida el paso o deslizamiento de objetos por debajo de la barandilla (rodapié a 15 cm). Existirá una puerta de acceso o en su defecto elementos movibles que no deben abrirse hacia el exterior.
- Durante el empleo de la plataforma se mantendrán en perfecto estado todas las protecciones perimetrales. Se trabajará con la puerta de acceso cerrada.
- El suelo de la cesta o plataforma será antideslizante. Además, se usará calzado de seguridad antideslizante y se limpiará el suelo de sustancias resbaladizas.
- Antes de comenzar los trabajos, identificar los objetos que puedan afectar a la ejecución de los mismos. Mantener una distancia suficiente a los elementos y estructuras de forma que quede garantizada la seguridad.
- En la proximidad de elementos u objetos, reducir la velocidad de funcionamiento y tomar medidas como señalistas, topes, etc. que garanticen la seguridad de los trabajadores.
- No se podrá cargar la plataforma de trabajo con más peso del indicado en la placa identificativa en la que conste la carga máxima admisible. Nunca se empleará la plataforma por un número superior al autorizado por el fabricante.
- No utilizar el equipo para elevación de cargas.
- Sólo se trabajará sobre la base de la cesta o plataforma, nunca sobre las barandillas ni cualquier otro objeto (escaleras) para alcanzar más altura. Cuando el trabajo lo requiera, se utilizarán cinturones de seguridad.
- Se dispondrán medidas que garanticen la no proximidad o permanencia en el radio de acción de la maquinaria.
- No se usarán los equipos con motor de combustión en recintos cerrados a no ser que estén lo suficientemente ventilados.
- Suspender los trabajos en condiciones climatológicas adversas que puedan afectar a la seguridad como vientos fuertes, tormentas, etc.
- Si se bloquea la cesta, no utilizar los controles desde arriba de la cesta para desengancharla, primero se bajará todo el personal que estuviera encima para después liberarla utilizando los controles desde el suelo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Plataformas de tijera:

- Acotar la vertical de la plataforma de manera que nadie tenga acceso a las tijeras de la misma.
- Durante las maniobras de ascenso y descenso de la plataforma de tijeras, avisar al resto de los trabajadores de tal acción y asegurarse de que no se pone a nadie en peligro.
- Queda totalmente prohibido trepar por las tijeras de la plataforma.
- Proximidad a líneas eléctricas en tensión:
    - Mantener distancias prudenciales a líneas eléctricas según especificaciones, en caso de no poder tomar esta medida, la línea eléctrica se aislará o se desviará, o bien se limitará la altura del gálibo.
    - Adoptar las medidas necesarias (delimitación de la zona de trabajo, interposición de obstáculos, señalización, etc.) que garanticen que la distancia entre el punto más próximo del equipo y el cable de línea eléctrica es segura (ver "Trabajos en proximidad a elementos en tensión").
- Sólo empleará el equipo personal autorizado, formado e informado sobre el manejo de la misma, y mayor de 18 años.

Mantenimiento del equipo

- Siempre que se abandone el equipo, dejarlo debidamente frenado, en posición bajada, parada y con la llave de contacto retirada. El operador mantendrá bajo su control la llave de contacto mientras sea responsable del equipo.
- Aparcar el equipo en las zonas que hayan sido específicamente habilitadas para ello estando debidamente señalizadas.
- Realizar las revisiones, mantenimientos que indique el fabricante. Las reparaciones las realizará personal autorizado y cualificado para ello.
- Los materiales y herramientas que se encuentren en la cesta o plataforma han de estar ordenados y guardados de forma que no representen un obstáculo.
- Durante las operaciones de repostaje no se fumará. Se realizará en zonas donde no puedan producirse chispas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

17. MEDIOS AUXILIARES

17.1. ANDAMIOS MODULARES Y TUBULARES

Riesgos asociados al equipo

- Caída desde altura.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Caída de objetos desprendidos.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas correctoras y consignas preventivas

Protecciones perimetrales

- Durante el trabajo en módulo de andamio, si se trabaja a más de dos metros de altura, el equipo siempre estará dotado de barandillas perimetrales con pasamanos a 90 cm de altura con respecto a la plataforma de trabajo, listón intermedio y rodapié de altura mínima 15 cm, en todas las zonas de acceso o trabajo del andamio. Está **prohibido el uso de la Cruz de San Andrés en sustitución de la barandilla.**
- No se trabajará en zonas de andamiaje desprotegidas de barandillas si es a más de 2 m de altura. Si no fuese posible por necesidades de producción o alguna otra causa justificable que impida la colocación de dichas barandillas, el trabajador deberá utilizar algún medio de sistema anticaída (ej. arnés de seguridad convenientemente anclado) de forma que impida la misma.
- Comprobar que no exista ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.
- Si durante la realización del trabajo surgiese la necesidad de desmantelar alguna protección, ésta ha de ser repuesta una vez terminada la actividad que motivó su retirada.

Acceso

- Nunca se accederá a la parte superior del módulo de andamio por una zona diferente que no sean las escaleras interiores acopladas a las plataformas con

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

trampilla. Si el andamio carece de escalera interior, no se utilizarán nunca los travesaños para subir a él, en todo caso se utilizará una escalera de mano para tal fin.

Plataforma de trabajo

- No se trabajará nunca en altura con una anchura de plataforma inferior a 60 cm. Utilizar siempre como mínimo 2 chapas o pisas.
- Las plataformas de trabajo tendrán un ancho mínimo de 60 cm, garantizando la resistencia y estabilidad necesaria en relación al trabajo a realizar sobre ellas.
- Las plataformas de trabajo serán metálicas o de otro material resistente y antideslizante, contarán con dispositivos de enclavamiento que eviten su basculamiento accidental y tendrán marcada, de forma indeleble y visible, la carga máxima admisible.

Las plataformas de trabajo se mantendrán libres de obstáculos que pudieran provocar tropiezos en la plataforma de trabajo.

Montaje y desmontaje del andamio

- Durante el montaje adecuar el tipo de andamio al trabajo que se va a realizar de forma que posea las dimensiones apropiadas para acceder a todos los puntos de trabajo. En ningún caso se utilizarán elementos de modelos o fabricantes diferentes.
- El montaje y desmontaje seguro de los andamios los deben hacer personas especializadas bajo una dirección técnica.
- Hacer uso de arnés para aquellos casos donde no se asegure la efectividad de la protección colectiva durante el montaje o desmontaje del andamio.
- Mientras algunas partes del andamio no estén listas para su utilización, se deberán señalizar dichas zonas y delimitar convenientemente mediante elementos físicos que impidan el acceso a la zona de peligro.
- Anclaje: Los andamios deberán proyectarse, montarse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente. Los elementos de apoyo de una andamio deberán estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya sea mediante un dispositivo antideslizante, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia equivalente, y la superficie portante deberá tener una capacidad suficiente: realizar un correcto montaje del andamio sobre una superficie plana y compactada o en su defecto sobre tablas, tablones

VISADO ELECTRÓNICO-MENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

planos de reparto o durmientes y debe estar claveteado en la base de apoyo del andamio. No se debe permitir el apoyo sobre ladrillos, bovedillas, etc.

La disposición y el número de amarres deben estar definidos en el plano de montaje. Deben ser capaces de soportar las cargas horizontales, tanto perpendiculares como paralelas a la fachada, es decir, el amarre traslada al anclaje situado en la fachada todas las acciones horizontales que la estructura soporta. Como pautas a seguir se aconseja instalar un amarre cada 24 m2 cuando hay red y cada 12 m2 cuando no hay red. Realizar los amarres del andamio a la fachada cuando la estructura alcance el nivel de amarre previsto en el proyecto.

Comprobación diaria de los elementos de la andamiada (arriostramientos, husillos, etc.).

No utilice cuerdas ni medios de arriostramiento no indicados por el fabricante.

- Dimensionamiento: Las plataformas de trabajo, las pasarelas y escaleras de los andamios deberán construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos. Las dimensiones, la forma y la disposición de las plataformas de un andamio deberán ser apropiadas para el tipo de trabajo que se va a realizar, ser adecuadas que las cargas que hayan de soportar y permitir que se trabaje o circule en ellas con seguridad de forma que sus componentes con se desplacen en una utilización normal de las mismas.

  No deberá existir ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.

- Señalización: Instalar señalización de seguridad que indiquen la carga máxima admisible que puede soportar el andamio.

Realización de trabajos sobre el andamio

- No acceder nunca a un andamio si se observan deficiencias en el montaje, estabilidad o arriostramiento. Avisar al encargado para que sea subsanada la deficiencia o en su caso, clausurar la zona donde se encuentre pudiendo seguir trabajando en zonas seguras.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Evitar la utilización simultánea por parte de dos o más trabajadores de las pasarelas o escaleras.
- No acceda a zonas del andamio que se encuentren en fase de montaje, desmontaje o transformación. Respetar la señalización de peligro y/o, en su caso, la delimitación que impida el acceso físico a dichas zonas.
- Evitar la acumulación de materiales y objetos diversos sobre las plataformas de trabajo. Tener especial cuidado en mantener libre el suelo de herramientas. Utilizar cinturón portaherramientas siempre que sea posible.

Medidas específicas en el uso de andamios sobre ruedas:

- Los andamios rodantes sólo pueden ser desplazados manualmente y sobre suelo firme, a nivel y sin obstáculos en el suelo o aéreos. Durante el desplazamiento no debe superarse la velocidad normal de marcha de un hombre.
- Desplazar el andamio rodante sobre un suelo con una pendiente máxima del 35%. No remolcar el andamio con un vehículo motorizado ni con un viento superior a 45 Km/h.
- Está absolutamente prohibido desplazar el andamio cuando sobre el mismo haya personal o material.
- Inmovilizar las ruedas cuando se trabaje sobre este tipo de andamios para evitar movimientos inesperados por quienes los ocupan o por trabajadores que se encuentren cerca.

Medidas específicas para el uso de andamios plegables:

- Utilizar guantes de protección mecánica durante las operaciones de plegado/desplegado del andamio de forma que no quede atrapado por el sistema de tijeras del mismo.

<u>Protección frente a riesgo eléctrico</u>

- Comprobar, antes de acceder al andamio, que las mangueras eléctricas se encuentren colgadas en techos y paredes y no se encuentren situadas sobre el terreno o forjado ni contacten con ningún punto del andamio.
- Cuando el andamio supere en altura al edificio, comprobar que se encuentre instalada una protección independiente contra caída de rayos en el andamio.
- En el caso de proximidad a líneas eléctricas, se seguirán los procedimientos descritos en el apartado "*Trabajos en proximidad a elementos en tensión*".

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Medidas generales

En el PLIEGO DE CONDICIONES técnicas y particulares, se detallan las especificaciones técnicas que tienen que cumplir estos dispositivos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de protección mecánica para labores de montaje/desmontaje.
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Sistema de protección antiácidas (tipo arnés de seguridad).
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.

17.1.1. Escaleras de Mano y Tijera

Riesgos asociados al equipo

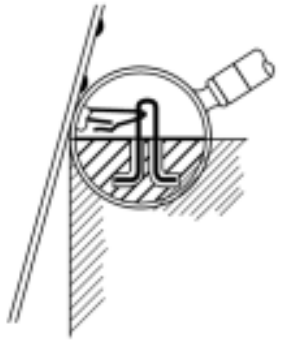
- Caída desde altura.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Contacto eléctrico directo.

Medidas correctoras y consignas preventivas

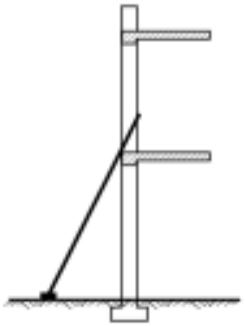
- Antes de la utilización de una escalera de tijera, comprobar que posee un limitador de abertura en buen estado, y que cuando la cuerda que une los dos planos está totalmente extendida o el limitador de abertura se encuentra bloqueado, el ángulo de abertura de la escalera de tijera es de 30º como máximo.

- Se impedirá el deslizamier as escaleras de mano durante su utilización ya sea mediant parte superior o inferior de los largueros, ya sea mediante ivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO



FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO

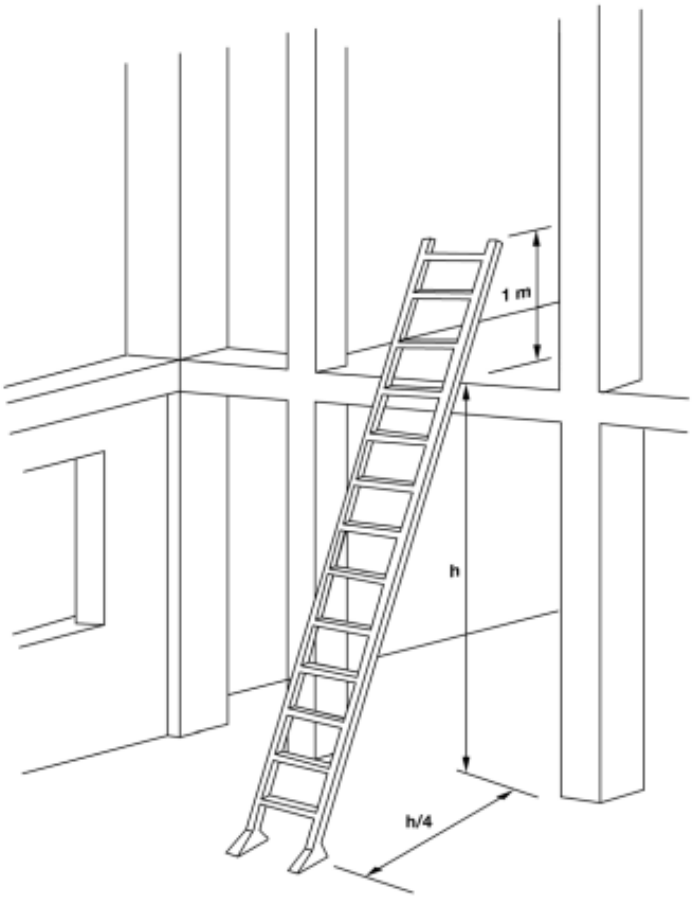


USAR ZAPATAS ANTIDESLIZANTES

Colocación del equipo

- Las escaleras de mano se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada: los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse sólidamente sobre un soporte de dimensiones adecuadas y estable, resistente e inmóvil, de forma que los travesaños queden en posición horizontal.
- El apoyo inferior se realizará sobre superficies horizontales y planas limpias de materiales y sustancias resbaladizas al igual. Las zapatas antideslizantes que disponen también estarán limpias y se revisará el perfecto estado.
- En el caso de escaleras simples la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento sobre el que se apoya y cuando éste no permita un apoyo estable se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes. Se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal. Cuando se utilicen para acceder a lugares elevados sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m del plano de trabajo al que se accede.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO



- En el caso de escaleras suspendidas (exceptuando las escaleras de cuerda), éstas se fijarán de forma segura de manera que no puedan desplazarse y se eviten los movimientos de balanceo. En el caso de escaleras compuestas por varios elementos adaptables o extensibles deberán utilizarse de forma que la inmovilización recíproca de los distintos elementos esté asegurada. Las escaleras de ruedas deberán haberse inmovilizado antes de acceder a ellas.
- Revise, antes de la colocación de la escalera, la existencia de mangueras y cables eléctricos sobre el terreno o forjado. Mantener las mangueras eléctricas protegidas y alejadas de las partes metálicas de la escalera: las mangueras eléctricas se mantendrán colgadas en techos y paredes mientras transcurran por la obra.

<u>Uso del equipo</u>

- Realizar el ascenso y descenso de la escalera siempre de cara a la misma.
- Situar la escalera de forma que se pueda acceder fácilmente al punto de operación sin tener que estirarse o colgarse. Para acceder a otro punto de operación se debe variar la situación de la escalera volviendo a verificar los

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

elementos de seguridad de la misma.

- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador. Utilice cinturón portaherramientas.
- Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente. En las escaleras de tijera nunca se permanecerá a horcajadas ni se pasará de un lado a otro por la parte superior.
- No utilizar las escaleras dobles como simples. No utilizar las escaleras en posición horizontal para servir de puentes, pasarelas o plataformas. Tampoco deben utilizarse para servir de soportes a un andamiaje.
- Cuando se trabaje en las proximidades de zonas peligrosas con riesgo de caída de más de 2 m de altura, los trabajadores usarán algún medio de sistema de protección anticaída convenientemente anclado (ej. arnés de seguridad) u otras medidas de protección alternativas.
- Los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

Estado y mantenimiento del equipo

- Nunca utilizar escaleras que no ofrezcan garantía de seguridad (especialmente si se trata de escaleras de más de 5 m de longitud) o si presentan alguna de las siguientes deficiencias: peldaños flojos, mal ensamblados, rotos, con grietas o indebidamente sustituidos por barras o sujetos con alambres o cuerdas, mal estado de los sistemas de sujeción o apoyo, etc.
- Las escaleras de mano tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En particular, las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas.
- **Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada**. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

Medidas generales

- Las escaleras de mano se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante. No se emplearán escaleras de mano y en

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

particular, escaleras de más de 5 m de longitud, de cuya resistencia no se tengan garantías.

- Realizar cada 6 meses una inspección de los elementos que componen la escalera. Ante la presencia de desperfectos se deberá retirar de circulación la escalera para que sea reparada por personal especializado o para retirarla definitivamente.
- Cuando la escalera de madera evaluada presente defectos significativos que comprometan su resistencia, no se recomienda la realización de reparaciones sobre la misma, sino que se recomienda su retirada siendo sustituida por escaleras de mayor resistencia.
- Según R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, (por el que se modifica el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura), la utilización de una escalera de mano como puesto de trabajo en altura deberá limitarse a las circunstancias en que la utilización de otros equipos de trabajo más seguro no esté justificada por el bajo nivel de riesgo y por las características de los emplazamientos que el empresario no pueda modificar.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

18. INSTALACIONES PROVISIONALES

Se considerarán en este apartado los riesgos y medidas preventivas en las instalaciones provisionales de obra.

18.1. INSTALACIÓN PROVISIONAL ELÉCTRICA

Se procederá al montaje de la instalación provisional eléctrica de la obra desde el punto de toma fijado por la propiedad.

La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores en energía activa y reactiva, si así se requiriese.

A continuación, se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 300 mA de sensibilidad, puesto que todas las masas y el valor de la toma de tierra es < 10º. Además, en los cuadros parciales se pondrán diferenciales de 30 mA. El cuadro estará constituido de manera que impida el contacto con los elementos en tensión.

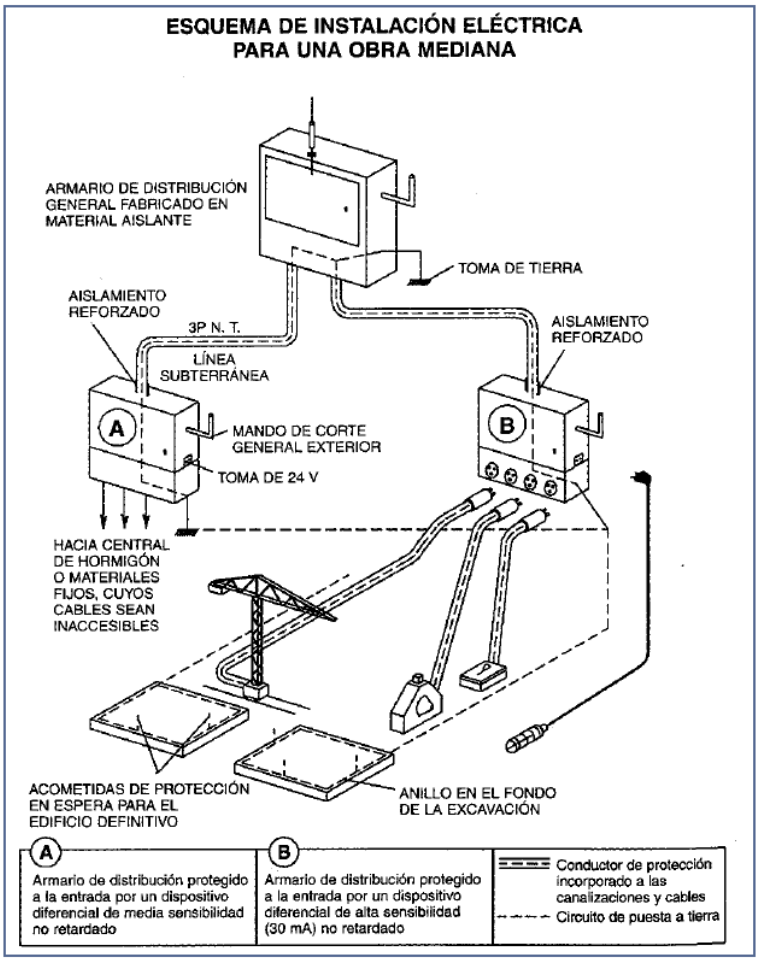
De este cuadro saldrán los circuitos necesarios de suministro a los cuadros secundarios para alimentación a los diferentes medios auxiliares, estando todos ellos debidamente protegidos con diferencial e interruptores magnetotérmicos.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil, según necesidades de obra y cumplirán las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie, estando colocados estratégicamente con el fin de disminuir en lo posible la longitud y el número de líneas.

Las tomas de corriente y clavijas, llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

Todos los conjuntos de aparamenta (cuadros eléctricos) empleados en las instalaciones de obra deben cumplir la prescripción de la norma UNE EN 60439-4.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO



Riesgos de la actividad

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes/Cortes con objetos o herramientas.
- Contactos eléctricos.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- Solamente el personal capacitado podrá operar en los equipos eléctricos, sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, etc.
- Los trabajadores considerarán que todo conductor eléctrico, cable o cualquier parte de la instalación se encuentra conectado y en tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará la ausencia de voltaje con aparatos adecuados y se pondrán a tierra y en cortocircuito.
- El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

será tensado con piezas especiales sobre apoyos; si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 kg, fijando a estos el conductor con abrazaderas.

- Los conductores, en caso de ir por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.
- El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 m en los lugares peatonales y de 5 m en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento, como norma general.
- Si es posible, no obstante, se enterrarán los cables eléctricos en los pasos de vehículos, señalizando el paso del cable mediante una cubierta permanente de tablones. La profundidad mínima de la zanja será de 40 cm, y el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios se efectuará mediante manguera antihumedad.
- Los empalmes entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- Los cuadros eléctricos serán metálicos de tipo para intemperie, con puerta y cerrojo de seguridad (con llave), según norma UNE 20.324. Pese a ser de tipo intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad. Las cajas poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de pies derechos estables.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas y siempre que sea posible con enclavamiento.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendiente de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a pies derechos firmes. Si es necesario que sean móviles deberán ser autoportantes.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La instalación de alumbrado general para las instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe terminantemente utilizarlo para otros usos.
- La toma de tierra de las máquinas-herramientas que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.
- El punto de conexión de la pica estará protegido en el interior de una arqueta practicable.
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos, serán independientes eléctricamente.
- El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso para vehículos o para el personal y nunca junto a escaleras de mano.
- Las mangueras eléctricas, en su camino ascendente a través de la escalera, estarán agrupadas y ancladas a elementos firmes en la vertical.
- En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas conexiones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,5 m del piso o suelo; las que se pueden alcanzar con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad para protección contra arco eléctrico.
- Guantes de trabajo.
- Guantes aislantes para baja tensión.
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

19. INSTALACIONES DE PREVENCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS

Las causas que propician la aparición de un incendio en una obra no son distintas de las que lo generan en otro lugar: existencia de una fuente de ignición (hogueras, energía solar, trabajos de soldadura, conexiones eléctricas, cigarrillos, etc.), junto a una sustancia combustible (encofrados de madera, carburante para maquinaria, pinturas y barnices, etc.), puesto que el carburante (oxígeno) está presente en todos los casos.

Por todo ello, se realizará una revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional, así como el correcto acopio de sustancias combustibles con los envases perfectamente cerrados e identificados, a lo largo de la ejecución de la obra.

Los medios de extinción serán extintores portátiles de dióxido de carbono y/o de polvo seco.

Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos, de aquí la importancia del orden y limpieza en todos los tajos.

Todas estas medidas, han sido consideradas para que el personal extinga el fuego en la fase inicial, si es posible, o disminuya sus efectos hasta la llegada de los bomberos, los cuales, si es necesario, serán avisados inmediatamente.

<u>Medidas correctoras y consignas preventivas</u>

- Instalar extintores portátiles en número suficiente para que quede cubierta toda la superficie del centro de trabajo. Se entiende que queda cubierta cuando el recorrido real desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor no supera los 15 m. Los extintores deberán ser de Polvo ABC de eficacia mínima 21A 113B.
- Situar los extintores en lugares fácilmente accesibles y visibles. En el caso de que se fijen a un paramento vertical, la parte superior del extintor debe quedar a 1,70 m como máximo del pavimento del suelo.
- Señalizar los extintores una vez colocados: esta señal será rectangular o cuadrada y pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).
- Orden y limpieza separando los escombros del material combustible para su mejor control: no se acumulará material combustible.
- Vigilancia y detección de posibles focos de incendio: inspecciones periódicas en lugares donde haya riesgo de incendio como inmediaciones de instalaciones eléctricas, depósitos de materias inflamables, lugares donde se realicen labores

VISADO ELECTRÓNICO MENTAL
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

de soldadura, etc.

- Prohibición de fumar en lugares de mayor peligro de incendio: lugares donde se sitúen materiales inflamables o de rápida combustión. Se fijarán avisos visibles que adviertan de la prohibición de fumar.
- Se preverán medios suficientes y apropiados para almacenar líquidos, sólidos y gases inflamables. Sólo se permitirá el acceso a locales y otros sitios donde se almacene este tipo de material a personas autorizadas.
- En los locales y demás lugares confinados o cerrados donde los gases, vapores o polvos inflamables puedan entrañar peligros:

  a) Se utilizarán exclusivamente aparatos e instalaciones eléctricos debidamente
  b) Protegidos; esto se aplica también a las lámparas portátiles;
  c) No habrá llamas desnudas ni ninguna otra fuente de combustión similar;
  d) Se fijarán avisos anunciando la prohibición de fumar;
  e) Deberían llevarse rápidamente a un lugar seguro todos los trapos, desechos y ropas impregnadas de aceite o de otras sustancias que entrañen riesgo de combustión espontánea;
  f) Se preverá una ventilación adecuada.

- Inspecciones periódicas de los equipos de extinción de incendios.
- Todos los encargados o capataces y un número suficiente de trabajadores serán adiestrados en la utilización del equipo de extinción de incendios, de modo que en todos los turnos de trabajo haya una o diversas personas debidamente capacitadas y prontas para intervenir en caso de necesidad.
- Cuando ello sea necesario para prevenir un riesgo, debería instruirse adecuadamente a los trabajadores acerca de las medidas que deben adoptarse en caso de incendio, incluida la utilización de medios de evacuación.
- Siempre que sea apropiado, las salidas de emergencia en caso de incendio deberían señalizarse de manera visual y conveniente.
- Los medios de evacuación deberían mantenerse despejados en todo momento, y se les debería someter a inspecciones frecuentes, sobre todo en las armazones y estructuras altas y en las de acceso restringido, como, por ejemplo, en los túneles y galerías.
- Siempre que ello sea necesario para prevenir un riesgo, deberían facilitarse medios suficientes y adecuados para dar la alarma en caso de incendio. Esta alarma debería ser claramente audible desde todos los lugares de la obra en que pueda haber personas trabajando. Debería disponerse de un plan de evacuación

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

eficaz que permita evacuar y rescatar a las personas rápidamente y sin que cunda el pánico, y de un plan para paralizar todos los procesos e instalaciones.

- Deberían fijarse en lugares bien visibles avisos que indiquen:

  a) El dispositivo de alarma más cercano.

  b) El número de teléfono y la dirección de los servicios de intervención y auxilio más cercanos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

20. INSTALACIONES DE ALUMBRADO

Cuando la iluminación natural no sea suficiente para garantizar la seguridad, debería preverse un alumbrado suficiente y apropiado, incluidas, cuando proceda, lámparas portátiles en todos los lugares de trabajo y en cualquier otro lugar de la obra por el que pueda tener que pasar un trabajador.

Riesgos de la actividad

- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.

Medidas correctoras y consignas preventivas

- En la medida de lo posible, el alumbrado artificial no debería deslumbrar ni producir sombras molestas.
- En caso necesario, deberían preverse resguardos adecuados para las lámparas de forma que queden protegidas de golpes, proyecciones, etc.
- Los cables de alimentación del material de alumbrado eléctrico portátil deberían ser de un diámetro y características adecuados al voltaje necesario, y tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las rudas condiciones de su utilización en las obras.
- La iluminación mediante portátiles se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla (alimentadas a 24 V, en espacios confinados).
- Los riesgos eléctricos se acentúan cuando los trabajos se han de realizar en locales húmedos o mojados, exigiéndosela utilización de aparatos móviles o portátiles que dispongan del sistema de separación de circuitos, señalizado con la indicación correspondiente o el empleo de tensiones de seguridad.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

21. INSTALACIONES DE HIEGIE Y BIENESTAR

Se dispondrá de un local, con dos salas, para aseos y vestuarios. En ellos, en aras de la conservación y limpieza, los suelos y paredes serán continuos, lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos, con la frecuencia necesaria.

Todos los elementos, tales como grifos, desagües, alcachofas de duchas, etc., estarán en perfecto estado de funcionamiento y los bancos y taquillas aptos para su utilización. Todos los locales estarán dotados de luz, calefacción y suficiente ventilación.

21.1. DOTACIÓN DE ACCESOS

Por cada 10 trabajadores los aseos estarán equipados como mínimo por:

- 1 lavabo con espejo, agua corriente fría y caliente.
- 1 ducha con agua corriente fría y caliente.
- 1 inodoro con carga y descarga automática de agua, con papel higiénico.
- Perchas y jaboneras.

21.2. DOTACIÓN DE VESTUARIOS

- La sala destinada a los vestuarios estará lo suficientemente dimensionada para cubrir las necesidades previstas.
- Cada módulo para 25 trabajadores estará equipado como mínimo con:
    - 2 metros cuadrados por cada trabajador.
    - 1 taquilla metálica con cerradura por cada trabajador.
    - Bancos de madera corridos.
    - Espejos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

22. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

22.1. FORMACIÓN

Todo el personal recibirá una formación en relación a los métodos de trabajo y riesgos que estos pueden producir, juntamente con las medidas de seguridad que se usarán.

Esta formación abarcará los siguientes aspectos:

- Formación sobre las precauciones a tomar especificas en cada actividad (Particular de cada tipología de trabajo).
- Formación de las medidas correctoras que deberán utilizar en la realización de sus trabajos.
- Se dispondrá en la obra de personal socorrista ó se llevará a cabo el oportuno cursillo de socorrismo y de primeros auxilios.
- Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud a todo el personal de la obra.

La empresa contratista principal adjudicataria de las obras, exigirá a las diferentes empresas subcontratadas, en caso de existir, a formar en el método de trabajo correcto a todo el personal a su cargo; es decir, en el método de trabajo seguro. En consecuencia, con la ayuda de los diferentes Encargados de la Obra y de los Encargados de Seguridad y Salud, transmitirá las informaciones necesarias a todos los que intervienen en la misma, con el objetivo de que todos los trabajadores puedan tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

Periódicamente y de acuerdo con la incorporación de los trabajadores, según las previsiones del plan de ejecución de la obra, se realizarán los oportunos cursos de formación para los trabajadores capaces de cubrir, además, los siguientes objetivos generales:

a) Divulgar los contenidos preventivos de este Plan de Seguridad y Salud.
b) Comprender y aceptar su necesidad de aplicación.
c) Crear entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

Los criterios formativos en materia de Seguridad y Salud en el trabajo por los que se

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

regirán los cursos son.

1. Realización de charlas por personal cualificado con el empleo de los medios y durante el tiempo necesarios que requiera cada una de las diversas actividades a ejecutar en la obra. Se utilizará material audiovisual en los casos en que sea posible.
2. Entrega de material documental y gráfico, donde se incluirán las normas de obligado cumplimiento que le sean de aplicación a su trabajo.

22.2. INFORMACIÓN

Todo el personal, antes de iniciar su trabajo en la obra, recibirá la siguiente información:

- Información de los riesgos existentes en la obra (General).
- Información de las medidas de seguridad empleadas, precauciones y medidas correctoras a emplear.

Esta información se entregará a los trabajadores el primer día de trabajo antes de que inicien sus tareas. Firmarán un recibí al margen de la copia del documento que se les entrega.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

23. VIGILANCIA DE LA SALUD: MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL

23.1. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

Todo el personal antes de su incorporación a obra, deberá de tener el correspondiente "certificado médico de aptitud" anual, que lo capacite para los trabajos a desempeñar. Las empresas contratistas, dentro de la documentación del personal, facilitará los correspondientes certificados del personal que incorpora a la obra.

Todos los trabajadores pasarán como mínimo un reconocimiento médico con carácter anual. El personal eventual antes de su entrada en la obra habrá pasado un reconocimiento médico.

Asimismo, cuando los trabajadores vayan a realizar tareas que entrañen riesgos especiales (ej. trabajos en altura) deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar dichas tareas.

El resultado de estos reconocimientos está clasificado acorde a los dos siguientes grupos:

- Apto para todo tipo de trabajo.
- Apto con ciertas limitaciones.

Las empresas contratistas han de comprometerse a velar para que las Empresas y Trabajadores Autónomos que subcontrate para las obras en cuestión, aporte el mismo nivel de documentación.

23.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS

<u>Centros asistenciales en caso de accidente</u>

Para atención del personal en caso de accidente se contratarán los servicios asistenciales adecuados.

Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados, los cuales estarán lo más cerca posible de la obra en cuestión.

Se deberá adjuntar en el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista principal un plano en el que se indique la ruta más rápida hacia los centros asistenciales médicos más próximos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Botiquín de primeros auxilios

- Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la empresa, con medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.
- Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; tintura de iodo; "mercurocromo" o "cristalmina"; amoniaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.
- El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general del botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

24. RECURSO PREVENTIVO

Obligatoriedad de la presencia del Recurso Preventivo

A consecuencia de la modificación llevada a cabo en la Ley 31/95 del 8 de noviembre por la Ley 54/2003, que incorpora a la anterior un artículo y una disposición adicional en los que establece la necesidad de la presencia de recurso preventivo en el centro de trabajo en determinados supuestos y en situaciones de especial riesgo y peligrosidad en las horas de construcción.

El operario designado como RECURSO PREVENTIVO, ha de estar en todo momento PRESENTE EN EL CENTRO DE TRABAJO, mientras se desarrollen dichos trabajos.

Formación exigida

La formación mínima exigida al personal que actúe como recurso preventivo será la determinada en la Ley 54/2003, sobre la reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, es decir, el NIVEL BÁSICO (50 h), según lo contemplado en el Real Decreto 39/97, sobre el Reglamento de Servicios de Prevención.

En función de la complejidad de los trabajos a realizar y/o el número de trabajadores intervinientes, se podrá especificar un nivel de exigencia formativa superior al mencionado.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

25. TELÉFONOS DE INTERÉS

En caso de emergencia, los teléfonos de referencia son los siguientes:

- TELÉFONO ÚNICO DE EMERGENCIAS: 112
- Centro de Salud Illano: 985 62 05 29
- Centro de Salud Boal: 985 62 02 97
- HUCA (Oviedo): 985 108 000
- Centro asistencial de la mutua de accidentes (La del contratista)
- Guardia Civil: 062

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

26. PLANOS

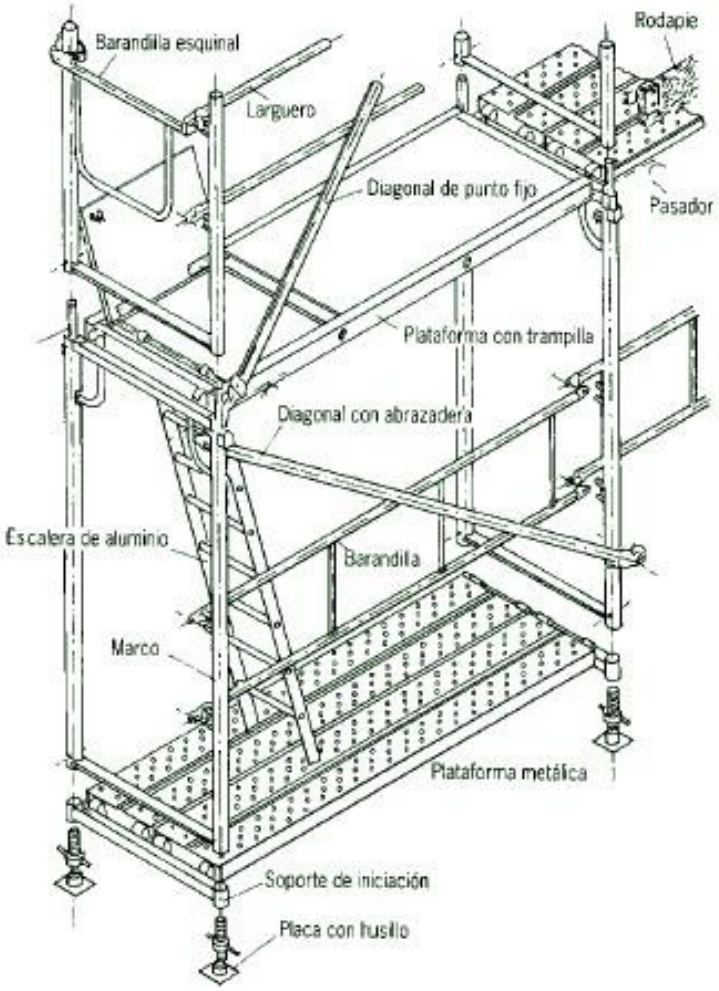
26.1. GENERALES

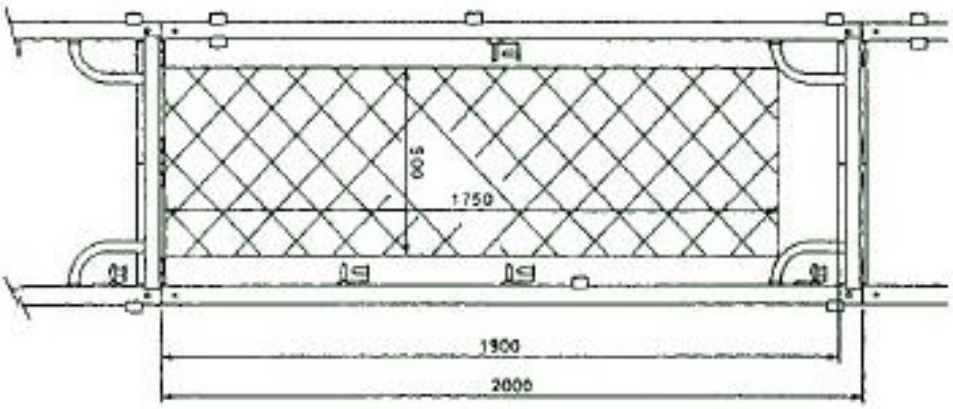
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021

VISADO

26.2. SEÑALES PARA OBRAS EN CARRETERAS

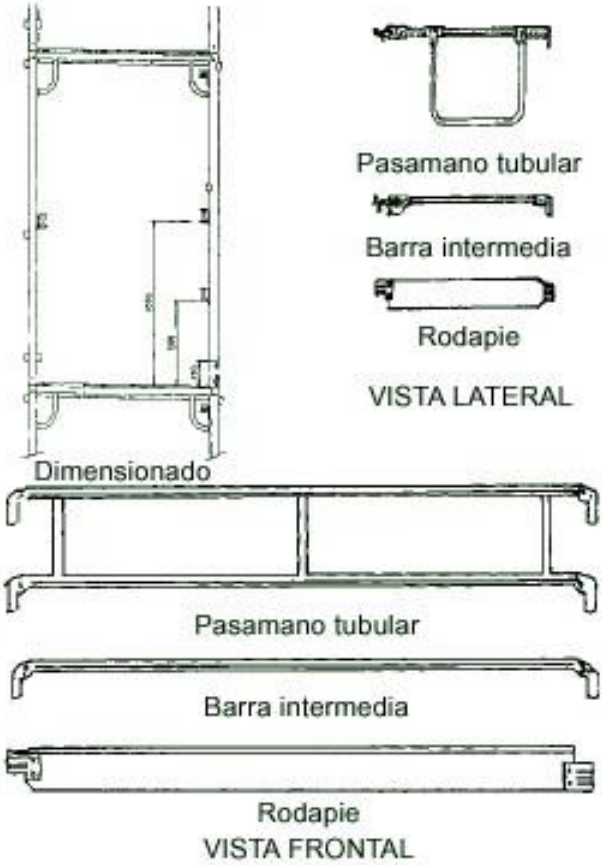
26.3. ANDAMIOS I

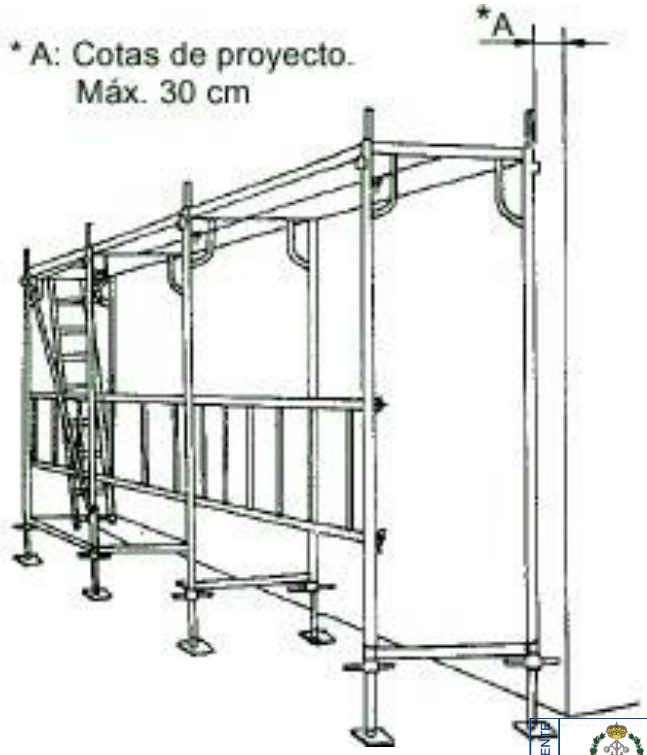




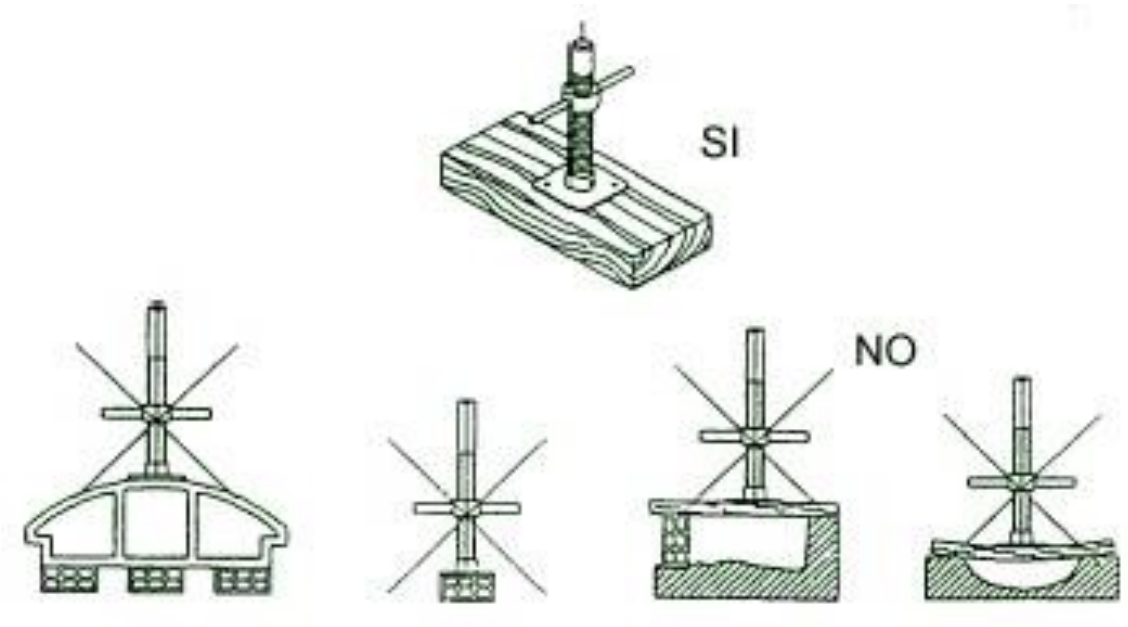
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

26.4. ANDAMIOS II



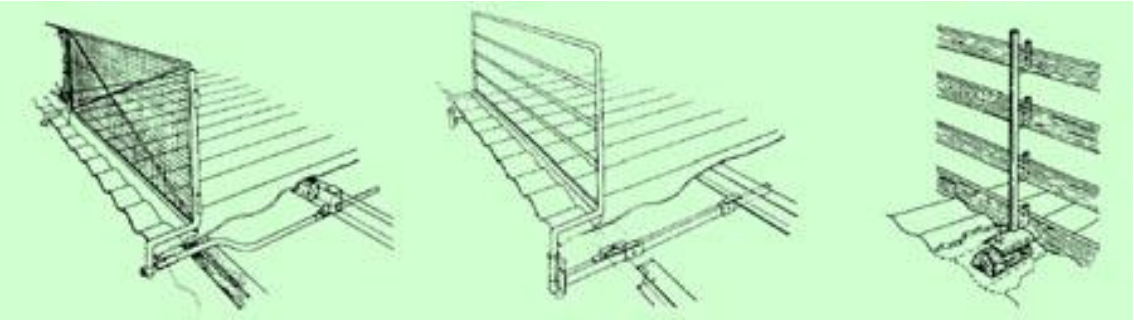


VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO



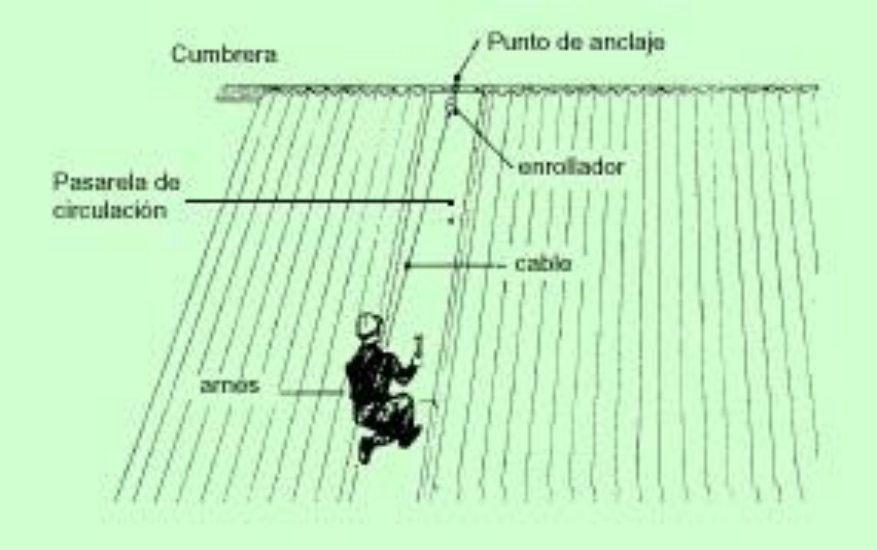
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

26.5. PROTECCIONES SOBRE CUBIERTA LIGERA



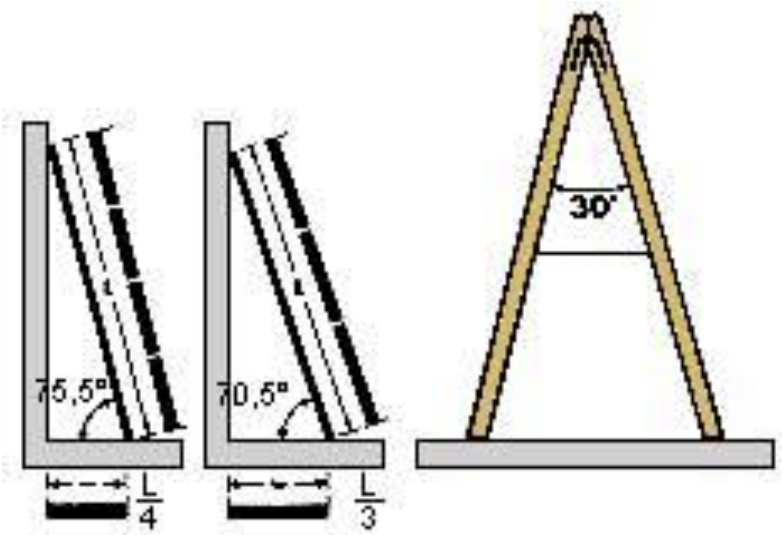
Barandillas Perimetrales

Instalación de pasarelas de madera

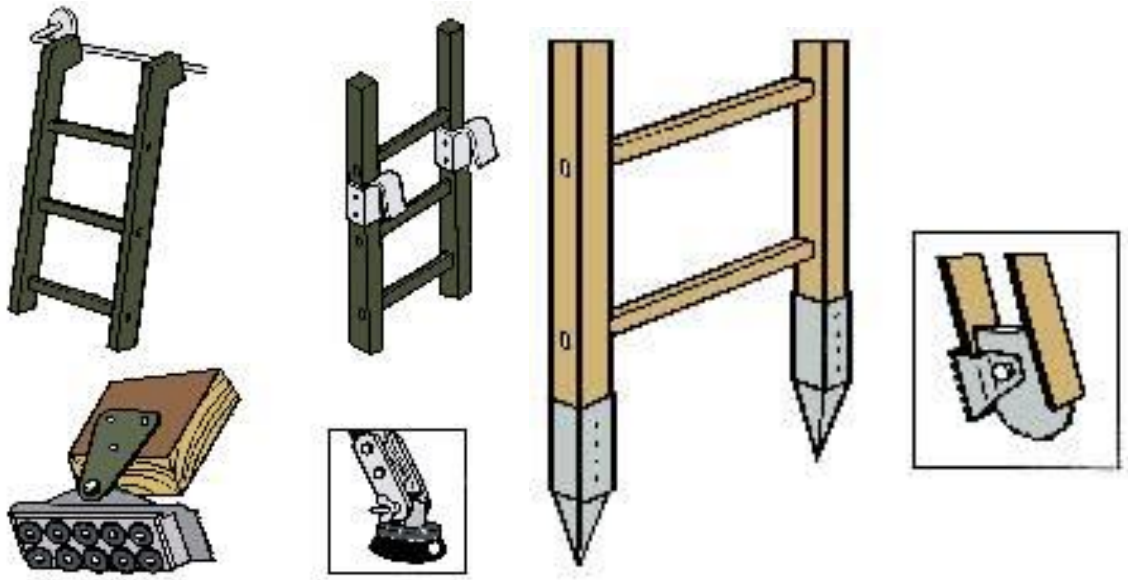


Línea de vida

26.6. ESCALERAS DE MANO



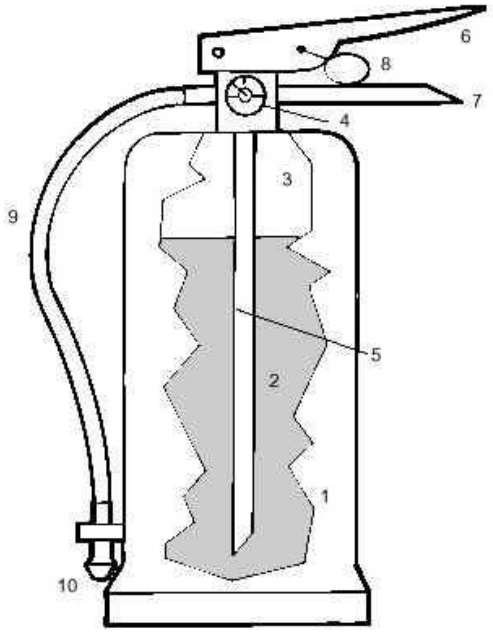
Inclinación correcta



Sistemas de Fijación y Apoyo

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

26.7. EXTINTOR



1. Cuerpo del extintor
2. Agente extintor
3. Agente impulsor
4. Manómetro
5. Tubo sonda de salida
6. Maneta palanca de accionamiento
7. Maneta fija
8. Pasador de Seguridad
9. Manguera
10. Boquilla de manguera

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

26.8. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

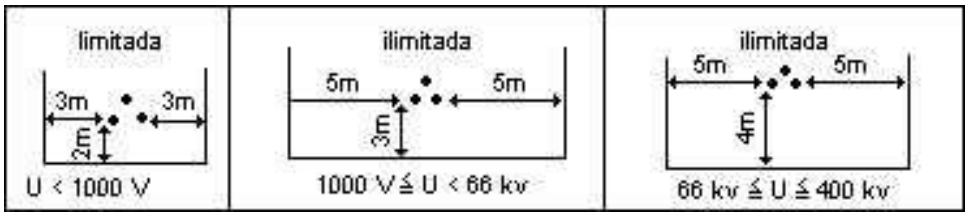
	Fiabilidad de sistemas		
	Sistemas de protección ordenados de mayor a menor fiabilidad		Símbolo
Sistemas clase A	1	Tensiones de seguridad.	
	2	Separación de circuitos.	
	3	Doble aislamiento.	
Sistemas clase B	4	Puesta a tierra de las masas con diferencial de alta sensibilidad. Puesta a neutro de las masas con diferencial de alta sensibilidad.	30
	5	Puesta a tierra de las masas, diferenciales. Puesta a neutro. Neutro aislado. Puesta a tierra con dispositivos de tensión de defecto.	
	6	Diferenciales de alta sensibilidad sin puesta a tierra. Dispositivo de tensión de defecto sin puesta a tierra.	30

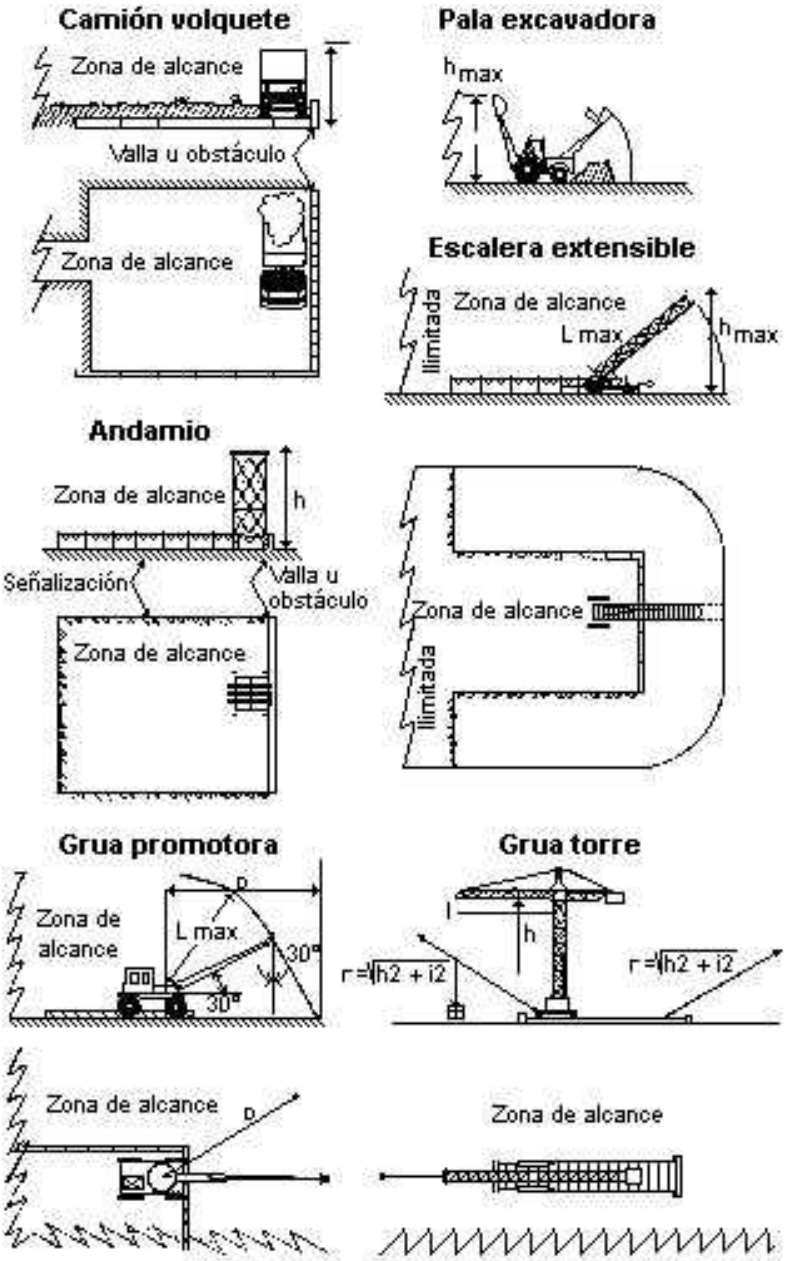
Aplicación de los sistemas				
Tipo de receptor / Emplazamiento	**Fijo**	**Móvil**	**Portátil**	**Alumbrado portátil**
Seco $U_S \leq 50$ V	30	30 30	30	
Húmedo $U_S \leq 24$ V		30		
Mojado $U_S \leq 24$ V		30		
Conductor Seco $U_S \leq 24$ V		30		
Conductor mojado $U_S \leq 24$ V		30		
Sumergido $U_S \leq 12$ V				

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021

VISADO

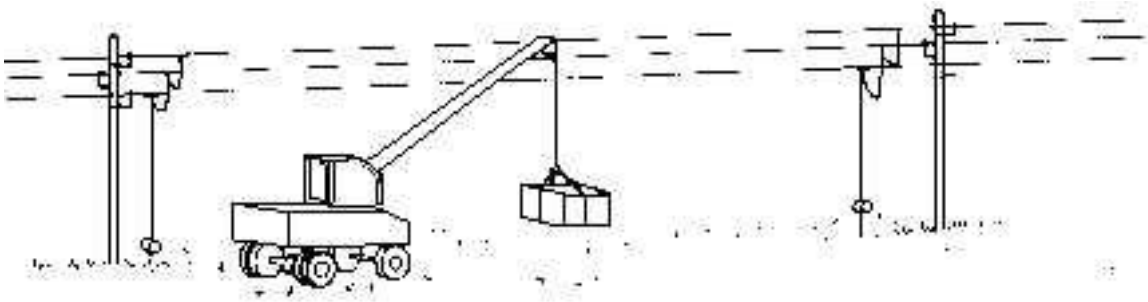
26.9. Trabajo en Presencia de Líneas de Tensión



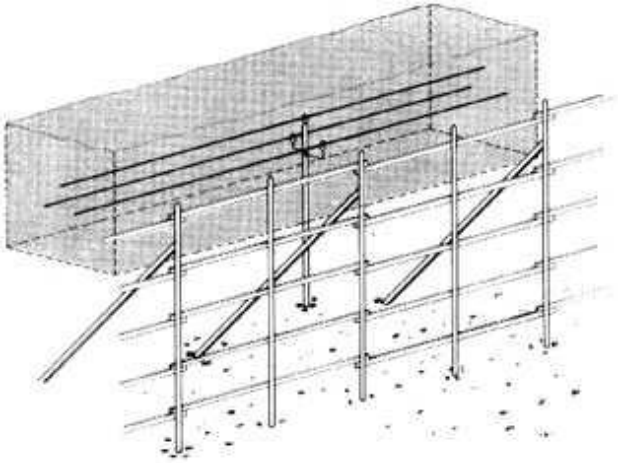


VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

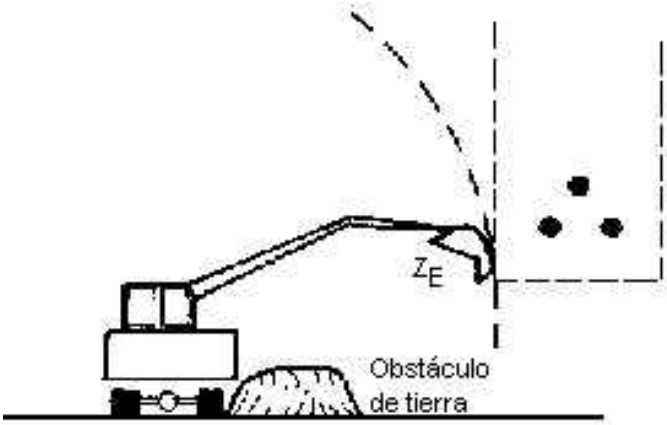
26.10. PROTECCIONES DE LÍNEAS ELÉCTRICAS



Puestas a tierra de conductores



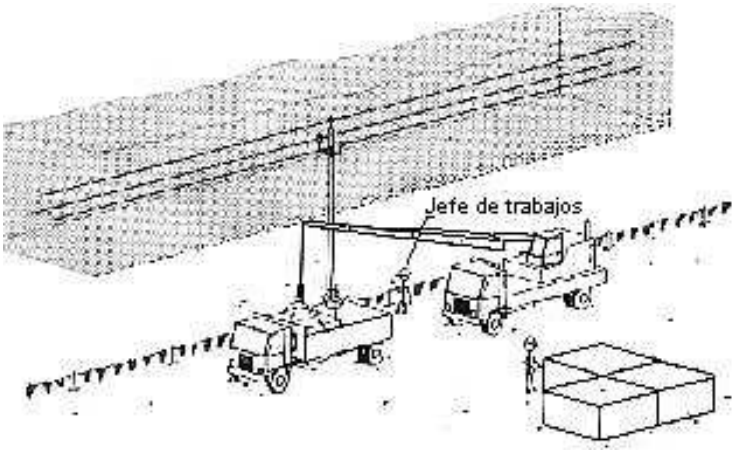
Resguardo entorno a la línea.

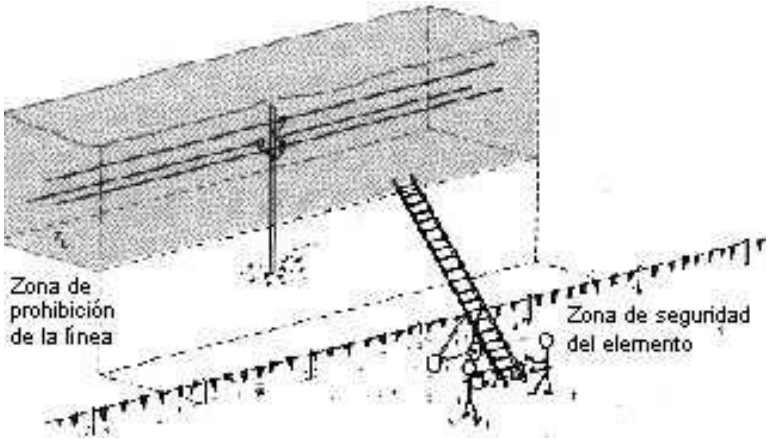


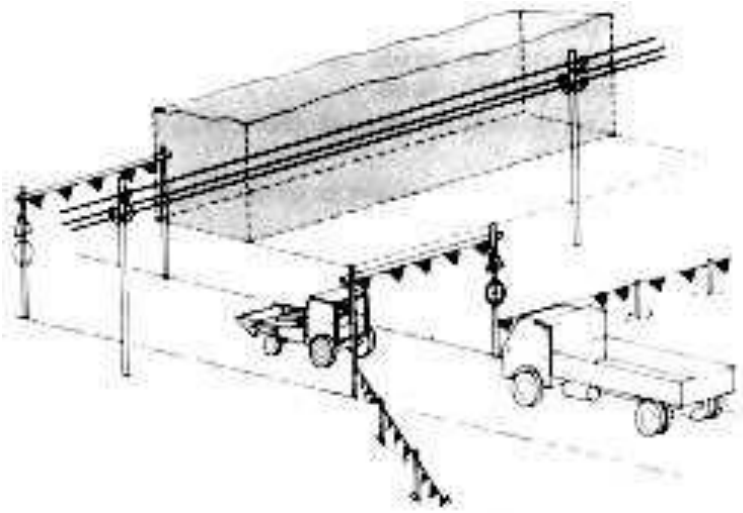
Obstáculos en el área de trabajo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

26.11. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

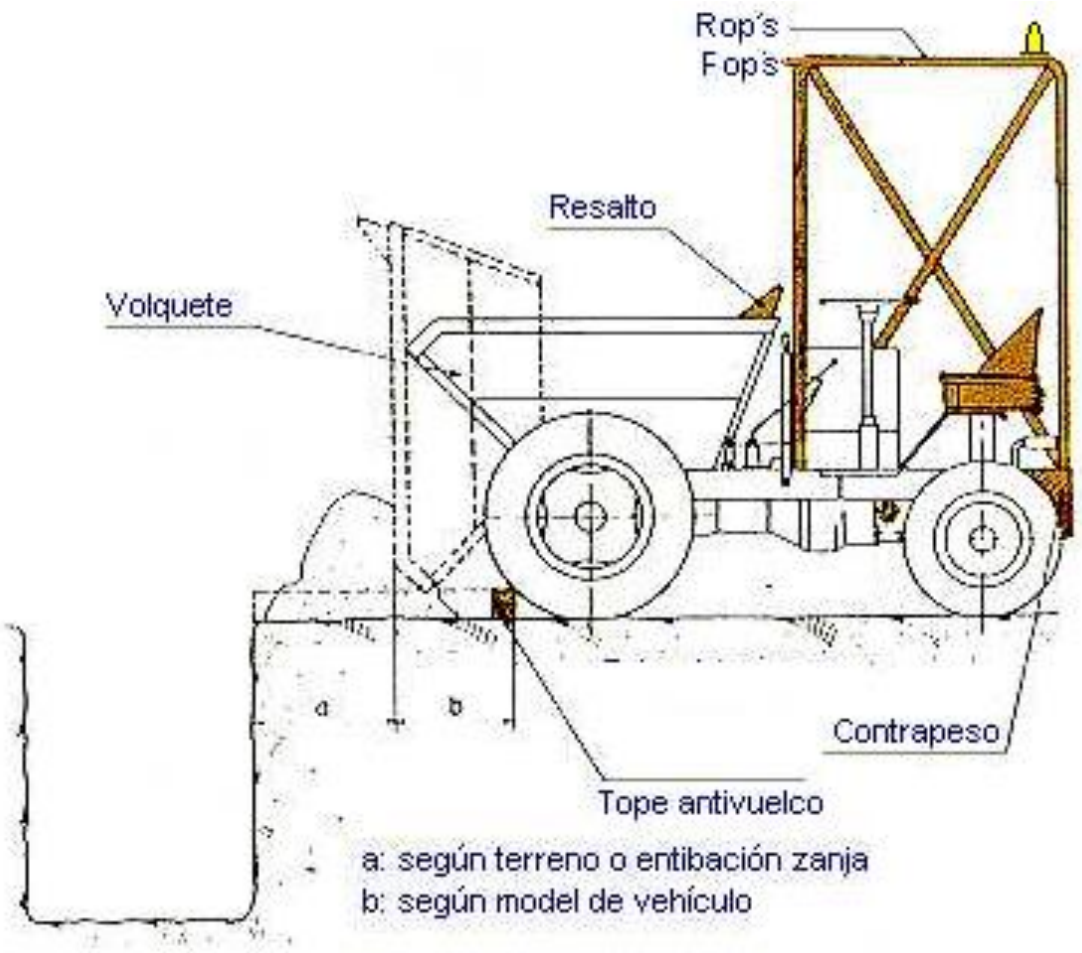






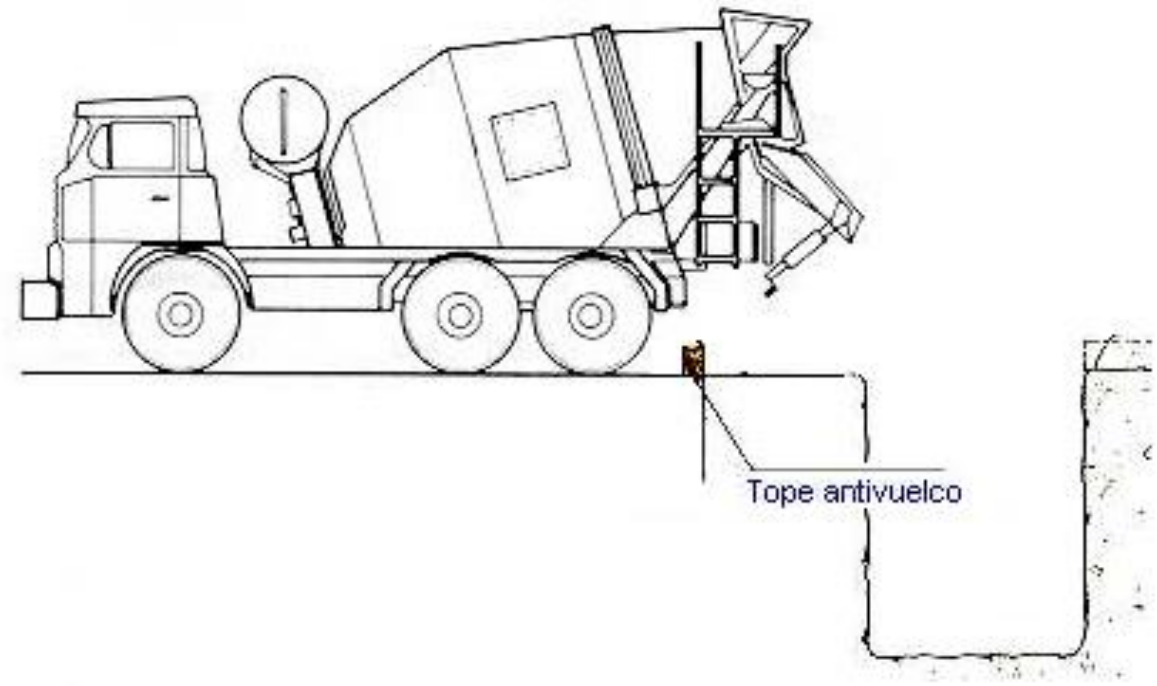
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

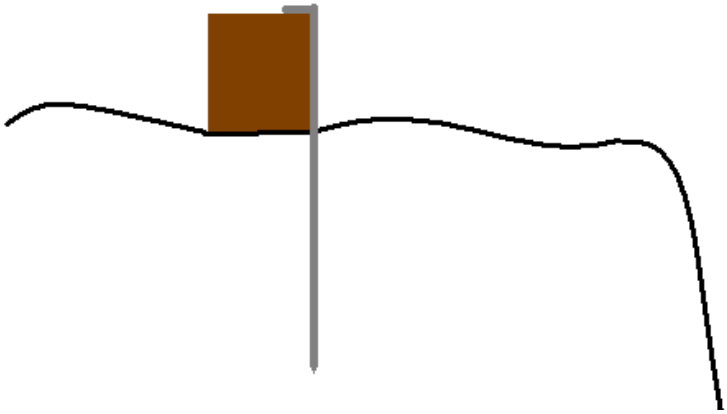
26.12. DUMPER



VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

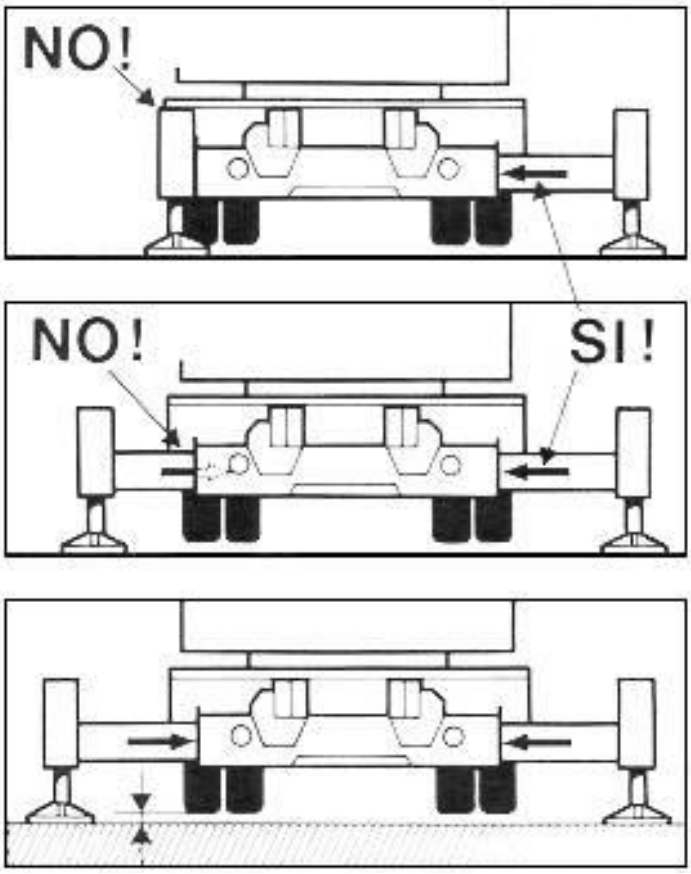
26.13.TOPES

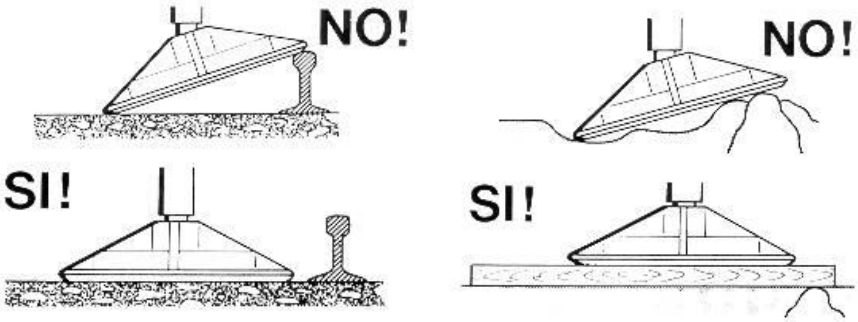


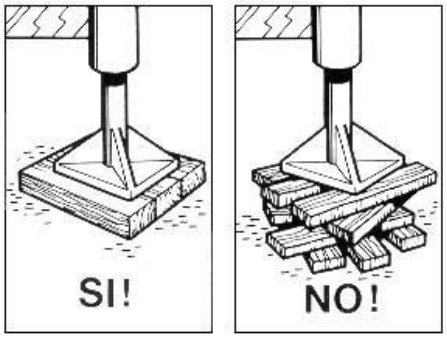


VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

26.14.GRÚA MÓVIL

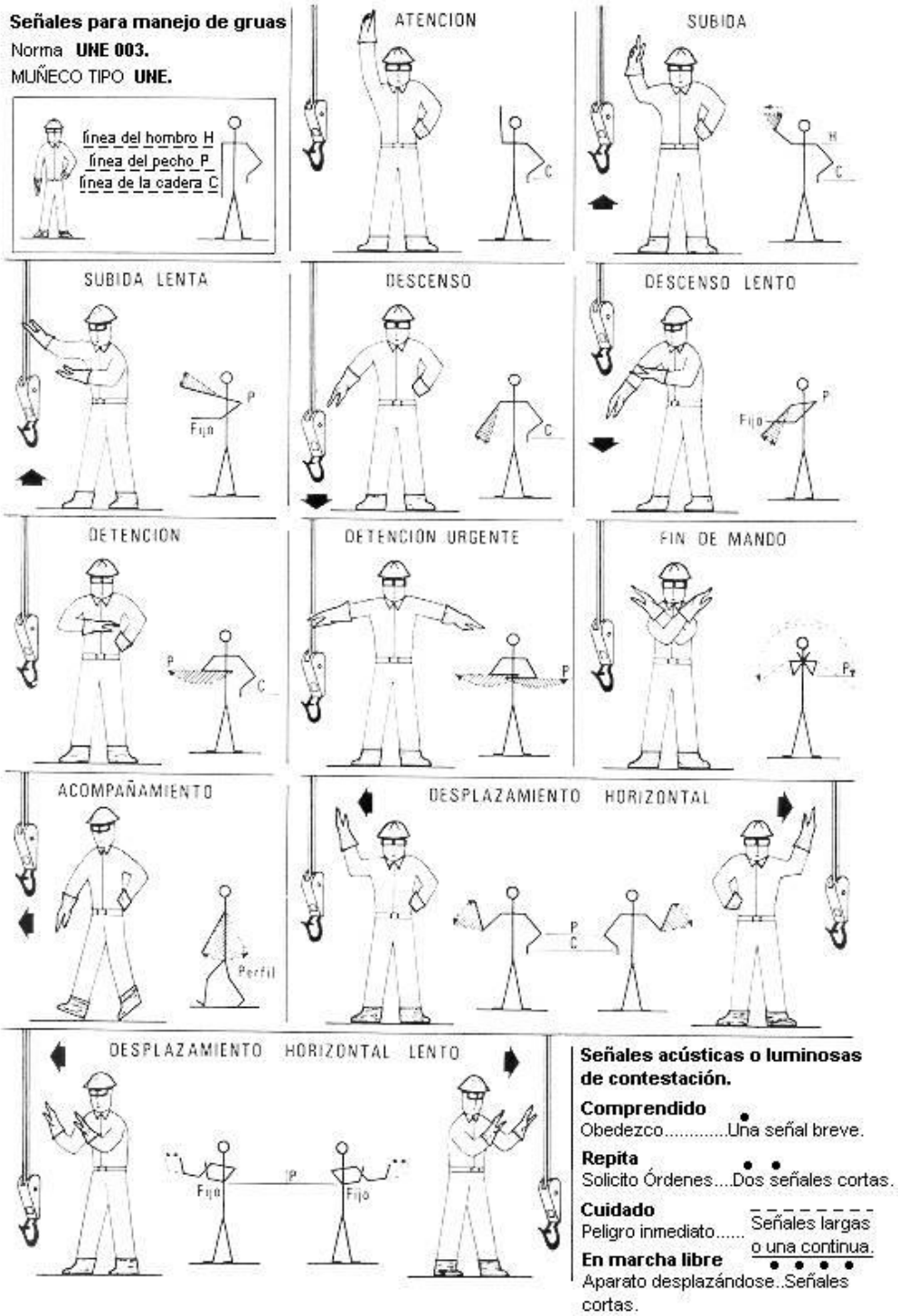






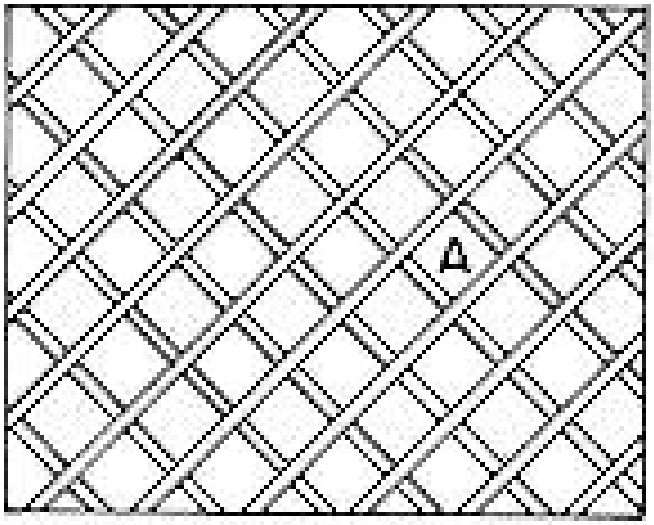
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

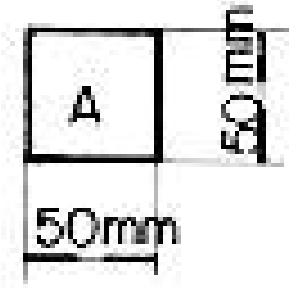
26.15. SEÑALES PARA EL MANEJO DE GRÚAS



VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

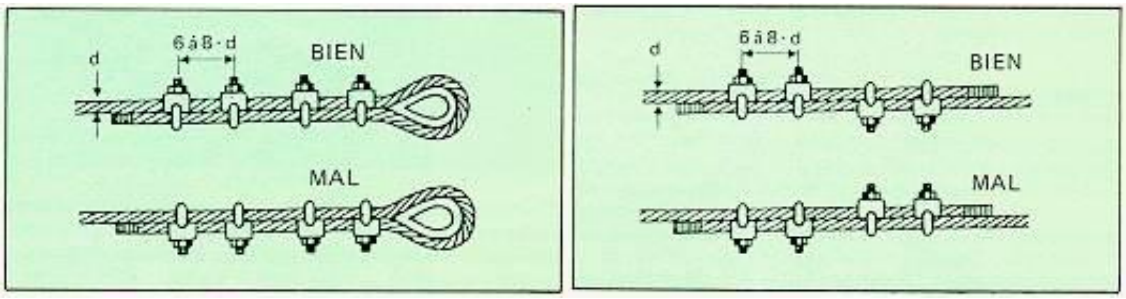
26.16. MALLAZO ELECTROSOLDADO



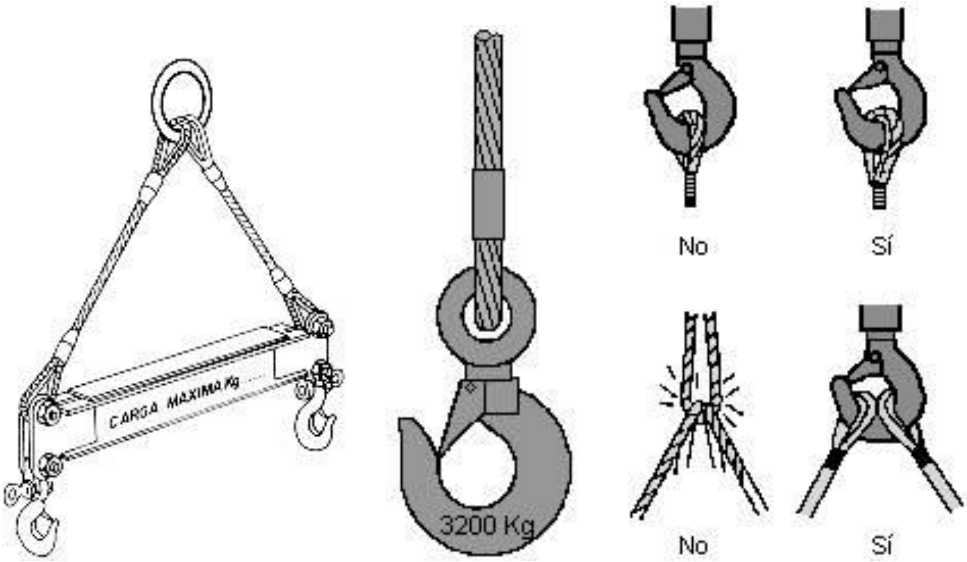


VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

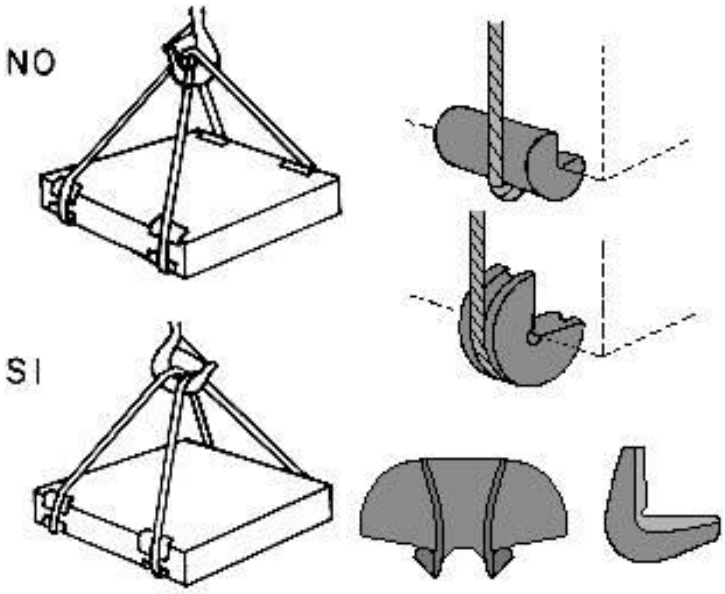
26.17. CABLES Y ESLINGAS



Unión de cables en obra



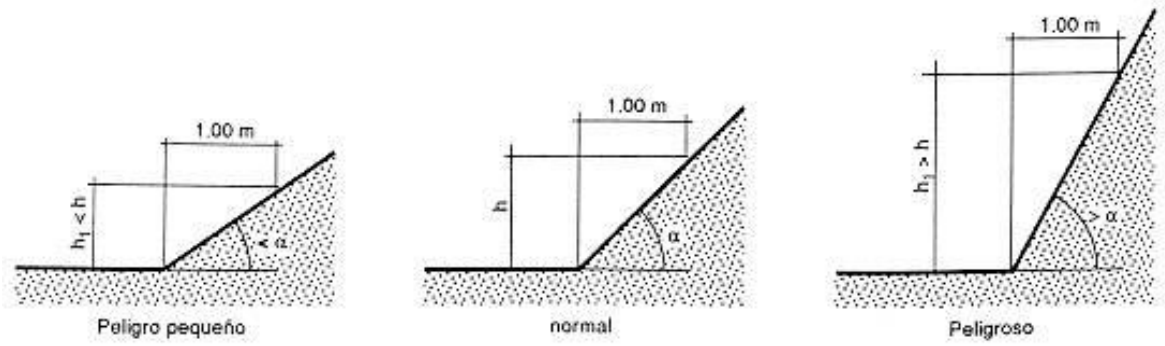
Ganchos de Elevación



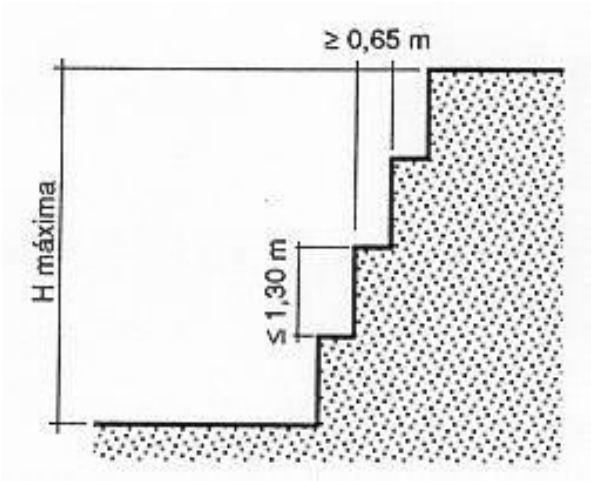
Cantoneras

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

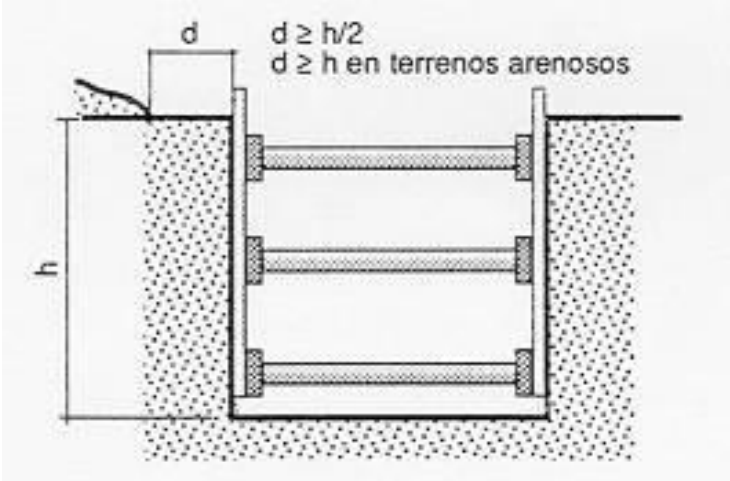
26.18. Prevención de Desprendimientos de Tierra



Taludes



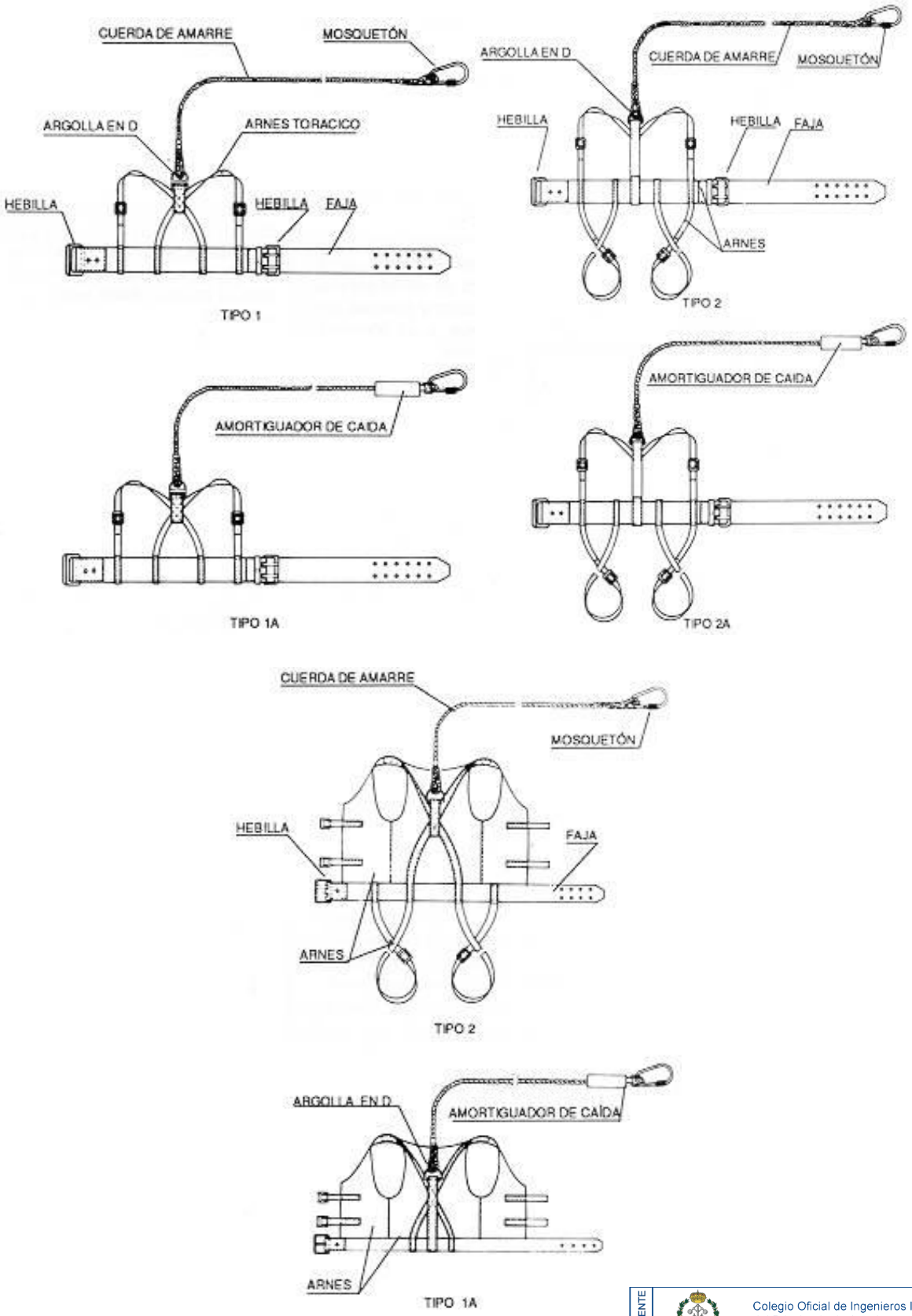
Cortes en el terreno



Entibación

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

26.19. CINTURONES DE SEGURIDAD



VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

27. PLIEGO DE CONDICIONES

27.1. DISPOSICIONES DE APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

General

- Ley General de la Seguridad Social.
- Orden ministerial de 9 de marzo de 1971. Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (Capítulo IV) (BIO 16-17/03/1971) y corrección de errores en BOE 06/04/1971.
- Real Decreto Legislativo 2/2005, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Derogada parcialmente por Real Decreto 5/2000. Modificada por leyes, 50/1998, 39/1999, 54/2000, 54/2003, 30/2005, 31/2006, 3/2007, 25/2009.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención. Modificado por Real Decreto 780/1998, 688/2005, 604/2006, 298/2009, 337/2010.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Traspone la Directiva 1989/654/CEE. Modificado por Real Decreto 2177/2004.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. Traspone la Directiva 1990/269/CEE.
- Ley 50/1998 de medidas fiscales, administrativas y del orden social, Infracciones en materia de empleo.
- Real Decreto 928/1998, de 14 de mayo por el que se aprueba el Reglamento general sobre procedimientos para la imposición de sanciones por infracciones de orden social y para los expedientes liquidatorios de cuotas de la Seguridad Social. Modificado por: RD 689/2005, RD 103/2010.
- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.

- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Ley 45/1999, de 29 de noviembre, sobre desplazamiento de trabajadores en el marco de una prestación de servicios transnacional. (Derogados los artículos 10, 11, 12 y 13 por RD 5/2000).
- Real Decreto Legislativo 5/2000 sobre infracciones y sanciones en el orden social. Modificado y derogado parcialmente.
- Real Decreto 1161/2001, de 26 de octubre, por el que se establece el título de Técnico superior de Prevención de Riesgos Profesionales y las correspondientes enseñanzas mínimas.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Resolución de 11 de abril de 2006, de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- Real Decreto 604/2006 de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 306/2007 de 2 de marzo, por el que se actualizan las cuantías de las sanciones establecidas en el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social, aprobado por el RD Legislativos 5/2000 de 4 de agosto.
- Real Decreto 597/2007 de 4 de mayo, sobre publicación de las sanciones por infracciones muy graves en materia de prevención de riesgos laborales.
- Ley 20/2007 de 11 de julio del estatuto del trabajador autónomo.
- Resolución de 27 de agosto de 2008, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se dictan instrucciones para la aplicación de la Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo, como parte de la acción protectora del sistema de la Seguridad Social.
- Resolución de 25 de noviembre de 2008, de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas electrónico de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Real Decreto 197/2009, de 23 de febrero, por el que se desarrolla el estatuto del trabajo autónomo en materia de contrato del trabajador autónomo económicamente dependiente y su registro y se crea el registro estatal de asociaciones profesionales de trabajadores autónomos.
- Real Decreto 298/2009 de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en periodo de lactancia.
- Ley 25/2009 de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- RD 67/2010 de 29 de enero, de adaptación de la legislación de Prevención de Riesgos Laborales a la Administración General del Estado.
- Código de Circulación.

Centros de trabajo

- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Orden de 29 de abril de 1999 por la que se modifica la Orden de 6-5-1988 sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.

Construcción

- Orden de 23 de septiembre de 1966 por la que se modifica el artículo 16 del Reglamento de Seguridad del Trabajo para la Industria de la Construcción de 20 de mayo de 1952.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Modificado por Real Decreto 2177/2004 y RD 337/2010 (art. 19 y deroga el art. 18).
- ORDEN TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

transmisión por procedimiento electrónico. BOE núm. 279 de 21 de noviembre de 2002.

- Norma UNE 58-111-91 sobre cables para elevación.
- Norma UNE 20-816-90 sobre reglas de seguridad para la utilización de equipos de soldadura eléctrica por arco.
- Ley 32/2006 de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Resolución de 28 de febrero de 2012, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el V Convenio colectivo del sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 por el que se desarrolla la Ley 32/2006 de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. Modificado por RD 327/2009, (se incluye disposición adicional 7), y RD 337/2010 (arts. 11 y 15).
- Convenio Colectivo del Sector de la Construcción y obras públicas del Principado de Asturias 1 de enero de 2017 a 31 de mayo de 2018 (BOPA 06/03/2018).

Señalización

- Instrucción 8.3-IC. Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado (Orden ministerial de 31 de agosto de 1987).
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

Edificación

- Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el código técnico de la edificación. Modificado por RD 173/2010 (en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad).
- Real Decreto 1675/2008 de 17 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el Documento Básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Orden TIN/984/2009 de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, y el RD 1371/2007 de 19 de octubre.
- Real Decreto 410/2010 de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

de ensayos para el control de calidad de la edificación para el ejercicio de su actividad.

Electricidad

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Orden de 6 de julio de 1984 por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación: ITC MIE-RAT 1-11; ITC MIE-RAT 12-14; ITC MIE-RAT 15; ITC MIE-RAT 16-20.
- Orden de 18 de octubre de 1984 complementaria de la de 6 de julio que aprueba las instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Orden de 27 de noviembre de 1987 que por la que se actualizan las instrucciones técnicas complementarias MIE-RAT 13 y MIE-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Orden de 23 de junio de 1988 que por la que se actualizan diversas instrucciones técnicas complementarias MIE-RAT del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Orden de 16 de abril de 1991 por la que se modifica el punto 3.6 de la instrucción técnica complementaria MIE-RAT 06 del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Orden de 10 de marzo de 2000, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE RAT 18 y MIE-RAT 19 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el reglamento

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Equipos de trabajo

- Real Decreto 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Modificado por Real Decreto 2177/2004.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. Transpone la Directiva 1990/270/CEE.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Directiva 2009/104/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE).

Aparatos a presión

- Real Decreto 108/2016, de 18 de marzo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los recipientes a presión simples.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias por la que se aprueba la ITC-MIE-AP 7 del reglamento de aparatos a presión, sobre botellas y botellones de gases comprimidos licuados y disueltos a presión. Modificado parcialmente por corrección de errores, por orden 5-6-2000 y por ordenes 3-7-1987, 13-6-1985, 28-3-1985 y 11-7-1983.
- Directiva 2014/29/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de los recipientes a presión simples.

Aparatos de elevación y manutención

- Real Decreto 2291/1985 por el que se aprueba el reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos.
- Real Decreto 203/2016, de 20 de mayo, por el que se establecen los requisitos

VISADO ELECTRÓNICO PENDIENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

esenciales de seguridad para la comercialización de ascensores y componentes de seguridad para ascensores.

- Real Decreto 474/1988 de disposiciones de aplicación de la directiva 1984/528/CEE relativa a aparatos elevadores y de manejo mecánico.
- Orden del 26 de mayo de 1989 ITC-MIE-AEM 3 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a carretillas automotoras de manutención.
- Orden del 12 de septiembre de 1991 por la que se modifica la ITC-MIE-AEM 1 del reglamento de aparatos de elevación y manutención.
- Real Decreto 836/2003 por el que se aprueba una nueva ITC-MIE-AEM 2 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a grúas torre para obra u otras aplicaciones.
- Real Decreto 837/2003 por el que se aprueba una nueva ITC-MIE-AEM 4 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a grúas móviles autopropulsadas.

Equipos de Protección

- Real Decreto 1407/1992 por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. Modificado en el Real Decreto 159/1995.
- Orden de 16-5-1994 por la que se modifica el periodo transitorio establecido en el Real Decreto 1407/1992 sobre comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Directiva 2009/104/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo.

Sustancias peligrosas

- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 1802/2008 de 3 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, con la finalidad de adaptar sus disposiciones al Reglamento (CE) nº1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (Reglamento REACH).
- Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y por la que se modifica y ulteriormente deroga la Directiva 96/82/CE.

Agentes Químicos

- Real Decreto 374/2001 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.
- Directiva 2000/39/CE por la que se establece una primera lista de valores límite de exposición profesional indicativos en aplicación de la Directiva 98/24/CE del Consejo relativa a la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Directiva 2009/161/UE de la Comisión de 17 de diciembre de 2009, por la que se establece una tercera lista de valores límite de exposición profesional indicativos en aplicación de la Directiva 98/24/CE del Consejo y por la que se modifica la Directiva 2000/39/CE de la Comisión.

Seguridad Industrial

- Ley 21/1992 de 16 de julio, de Industria.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, que aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial. Modificado por RD 338/2010.
- Real Decreto 1801/2003 de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

productos.

Ruido

- Real Decreto 212/2002 en el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Vibraciones

- Directiva 2002/44/CE de 25 de junio, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones) (decimosexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE).
- Real Decreto 1311/2005 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 330/2009 de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre) sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Radiaciones

- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

Agentes Cancerígenos

- Directiva 88/364/CE que recoge la protección de los trabajadores mediante la prohibición, por sus riesgos cancerígenos, de determinados agentes específicos y/o determinadas actividades (Cuarta Directiva especial con arreglo al artículo 8 de la Directiva 80/1107/CEE).
- Real Decreto 665/1997 sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. Modificado por Real Decreto 1124/2000 y RD 349/2003.
- Orden de 7-12-2001 por la que se modifica el anexo I del Real Decreto

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICO MENSUAL
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.

- Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo (Sexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE del Consejo).
- Orden PRE/164/2007 de 29 de enero, por la que se modifican los anexos II, III y V del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el RD 255/2003, de 28 de febrero.

Incendios / Explosiones

- Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 2267/2004 Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Real Decreto 393/2007 de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicadas a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
- Real Decreto 1468/2008 de 5 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicadas a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
- Real Decreto 248/2010, de 5 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de explosivos, aprobados por Real Decreto 230/1998, de 16 de febrero, para adaptarlo a lo dispuesto en la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

Y demás disposiciones oficiales relativas a la Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo que puedan afectar a los trabajos que se realicen en la obra, así como las posteriores modificaciones que entren en vigor antes o durante la realización de los trabajos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

27.2. CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN

Con carácter general se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Se deberá comprobar que los equipos lleven el marcado CE, estén acompañados de su manual de uso y sean adecuados para el riesgo del que deben proteger.
- Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.
- Todas las protecciones se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos vigentes.
- Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.
- Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, un accidente) será desechado y repuesto al momento.
- Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.
- El uso de una prenda o equipo de protección nunca presentará un riesgo en sí mismo.
- Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección.

27.2.1. Consideraciones de los Equipos de Protección Colectiva

- Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.
- Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.
- Todos los elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.
- Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.
- Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.
- Señales: estarán de acuerdo con la normativa vigente.
- Vallas autónomas de limitación y protección: tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad. Las patas serán tales que, en caso de caída de la valla, no supongan un peligro en si mismas al colocarse en posición aproximadamente vertical.
- Pasarelas: Las pasarelas para el paso peatonal serán de madera y estarán formadas por tablones (60 cm) trabados entre sí y bordeados por barandillas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié. Su tablero no presentará huecos y será capaz de resistir los impactos producidos por la caída de materiales.
- Escaleras de mano: cumplirán con lo establecido en el artículo 19 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Topes de desplazamiento de vehículos: se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo o de otra forma eficaz.
- Redes: Serán de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplen, con garantía, la función protectora para la que están previstas.
- Plataformas de trabajo: tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas a más de 2 m del suelo, estarán dotadas de barandilla de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.
- Cables de sujeción del cinturón de seguridad, sus anclajes, soportes y anclajes de redes: tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra: la sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V. Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos en la época más seca del año.
- Extintores: serán adecuadas en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.
- Pórticos limitadores de galibo: dispondrán de dintel debidamente señalizado. Se situarán carteles a ambos lados del pórtico anunciando dicha limitación de altura.
- Medios auxiliares de topografía: estos medios tales como cintas, jalones, miras,

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

etc. serán dieléctricos, dado el riesgo de electrocución por las líneas eléctricas.

- Riegos: las pistas para tráfico de obra, se regarán convenientemente para evitar levantamiento de polvo.
- Rampas de acceso: las rampas para el movimiento de camiones no tendrán pendientes superiores al 12% en los tramos rectos y el 8% en las curvas.

27.2.2. Consideraciones de los Equipos de Protección Individual

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca "CE", según las normas de Equipos de Protección Individual. Del mismo modo, se suministrará al usuario un folleto informativo junto al EPI en cuestión.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo: Utilización de equipos de protección individual.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su período de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.

Se recuerda que, en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio Básico de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

Todo elemento de protección personal se ajustará a las condiciones impuestas por el

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual y sus modificaciones, siempre que exista en el mercado.

Se considerará de obligado cumplimiento en este Estudio de Seguridad y Salud, con referencia a las prendas de protección personal a utilizar, la siguiente Normativa:

- Norma Técnica Reglamentaria M.T.1 - Cascos de seguridad no metálicos.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.2 - Protectores auditivos.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.3 - Pantallas para soldadores.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.4 – Guantes aislantes de la electricidad.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.5 - Calzado de seguridad contra riesgos mecánicos.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.6 – Banquetas aislantes de maniobra.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T. 7 – Adaptadores faciales.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.8 – Filtros mecánicos.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.9 – Mascarillas autofiltrantes.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.10 – Filtros químicos y mixtos contra amoníaco.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.11 – Guantes de protección contra agresivos químicos.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.12 – Filtros químicos y mixtos contra monóxido de carbono.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.13 - Cinturones de seguridad, de sujeción.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.14 – Filtros químicos y mixtos contra cloro.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.15 – Filtros químicos y mixtos contra anhídrido sulfuroso.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.16 – Gafas de montura tipo universal para protección contra impactos.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.17 – Oculares protección contra impactos.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.18 – Oculares filtrantes para pantallas para soldadores.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.19 – Cubrefiltros y antecristales para pantallas de soldador.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.20 – Equipos de protección de vías respiratorias: semiautónomos de aire fresco con manguera de aspiración.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.21 – Cinturones de seguridad, de suspensión.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.22 – Cinturones de seguridad, de caída.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Norma Técnica Reglamentaria M.T.23 – Filtros químicos y mixtos contra ácido sulfhídrico.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.24 – Equipos de protección de vías respiratorias: semiautónomos de aire fresco con manguera de presión.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.25 – Plantilla de protección frente a riesgo de perforación.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.26 - Aislamiento de seguridad en herramientas manuales utilizadas en trabajos eléctricos de baja tensión.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.27 - Botas impermeables.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.28 – Dispositivos personales utilizados en los aparatos de elevación y descenso. Dispositivos anticaída.
- Norma Técnica Reglamentaria M.T.29 – Pértigas de salvamento para interiores hasta 66 kV.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ELEMENTOS OBLIGATORIOS A FACILITAR AL USUARIO

1. MARCADO "CE"

CE + XXXX

A B

A = EPI categorías I y II

A + B = EPI categoría III

B = Código de cuatro dígitos identificativos, en el ámbito de la UE, del organismo que lleva a cabo el control de aseguramiento de la calidad de la producción.

2. FOLLETO INFORMATIVO

a) Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.

b) Rendimientos técnicos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los EPI.

c) Accesorios que se puedan utilizar en los EPI y características de las piezas de repuesto adecuadas.

d) Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.

e) Fecha o plazo de caducidad de los EPI o de alguno de sus componentes.

f) Tipo de embalaje adecuado para transportar los EPI.

g) Explicación de las marcas, si las hubiere.

h) En su caso, las referencias de las disposiciones aplicadas para la estampación del marcado "CE", cuando al EPI le son aplicables, además, disposiciones referentes a otros aspectos y que conlleven la estampación del referido marcado.

i) Nombre, dirección y número de identificación de los organismos de control notificados que intervienen en la fase de diseño de los EPI.

27.2.3. Empleo y Conservación del Material de Seguridad

Casco de seguridad: la utilización del casco de seguridad aislante es obligatoria para toda persona con riesgos en el curso de su trabajo, bien sea de electrización o de sufrir heridas por caídas de un nivel superior y por caídas de objetos. Esto es especialmente aplicable en el caso de las personas que realizan trabajos y maniobras en las instalaciones eléctricas aéreas o en trabajos en estructuras. Ocurre lo mismo cuando las condiciones de trabajo acarrean riesgo de golpes.

Gafas y pantalla de protección: su uso es obligatorio para toda persona que realice un trabajo que encierre un riesgo especial de accidente ocular tal como: arco eléctrico, partículas minerales, polvos y humos, sustancias gaseosas irritantes, caústicas o tóxicas, salpicaduras de líquidos, etc.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Guantes aislantes: los guantes aislantes deben adaptarse a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras. Deben ser verificados frecuentemente y antes de utilizarlos no presentando huellas de rotura ni desgarro, agujeros, etc. Todo guante que presente un defecto debe ser retirado. Los guantes aislantes deben ser conservados en cajas o bolsas de protección y no estar en contacto con objetos cortantes o punzantes.

Cinturón de seguridad: un cinturón de seguridad debe llevar todos los accesorios necesarios para la ejecución del trabajo, tales como, cuerda de sujeción y, si procede, amortiguador de caídas. Estos accesorios deben ser verificados antes de su uso al igual que el cinturón, revisando particularmente el reborde de los agujeros previstos para el paso de hebijón de la hebilla. Se comprobará que los ensamblajes son sólidos, que no están rotos los hilos de las costuras, que los remaches no están en mal estado, que las habillas y anillos no están deformados y no presentan síntomas de rotura. Los cinturones deben ser mantenidos en perfecto estado de limpieza.

Trepadores: las prescripciones concernientes a las correas y las hebillas de los cinturones de seguridad son igualmente válidas para los trepadores. Además, las puntas de los trepadores para poste de madera deben estar siempre afiladas. Todo síntoma de rotura implica el rechazo del trepador. Está prohibido variar la forma, en frío o en caliente, de un trepador que se ha deformado.

Banqueta aislante y alfombra aislante: es obligatorio el empleo de la banqueta aislante o de la alfombra aislante conjuntamente con guantes aislantes, en todas las maniobras de aparatos de corte de instalaciones de alta tensión, seccionadores, disyuntores, interruptores, al igual que para la utilización de las pértigas de maniobras, aún cuando estas operaciones se efectúen en el interior de un local. Antes de la utilización es necesario asegurarse que las patas de la banqueta están sobre una superficie despejada, limpias y en buen estado. La plataforma de la banqueta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puestas a tierra.

Es necesario situarse en el centro de la banqueta o de la alfombra y evitar todo contacto con las masas metálicas.

En ciertas instalaciones donde existe la unión equipotencial entre masas, no será obligatorio el empleo de la banqueta aislante si el operador se sitúa sobre una superficie equipotencial, unida a las masas metálicas y al órgano de mando manual de los seccionadores, y si lleva guantes para la ejecución de las maniobras.

Si el emplazamiento de maniobra no está materializado por una plataforma metálica unida a la masa, la existencia de la superficie equipotencial debe ser señalizada

Verificadores de ausencia de tensión: los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

utilizados. Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material. El material debe verificarse antes de su empleo. El funcionamiento de la cabeza detectora ha de verificarse antes y después de su uso.

Para el uso de estos aparatos es obligatorio el uso de guantes aislantes. El empleo de la banqueta aislante o de la alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

Pértigas aislantes de maniobra: estas pértigas deben tener un aislamiento apropiado a la tensión de servicio de la instalación en la que van a ser utilizadas. Cada vez que se emplee una pértiga debe verificarse que no haya ningún defecto en su aspecto exterior que no esté húmeda ni sucia. Si la pértiga lleva un aislador, debe comprobarse que esté limpio y sin fisuras o grietas.

Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito. La puesta a tierra y en cortocircuito o la puesta en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que se debe efectuar un trabajo, debe hacerse mediante un dispositivo especial. Las operaciones se deben realizar en el orden siguiente:

a) Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, estén en buen estado.
b) Conectar el cable de tierra del dispositivo utilizando guantes aislantes.
c) Sea en la tierra existente en las masas de las instalaciones o en los soportes.
d) Sea en una pica metálica hundida en el suelo. Al clavar la piqueta en el suelo, elegir un lugar apropiado para que la tierra sea lo mejor posible (terreno húmedo, no rocoso, etc.).
e) Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si está enrollado sobre un torno para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.
f) Fijar las pinzas sobre cada uno de los conductores utilizando una pértiga aislante o una cuerda aislante y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano. Algunas veces en instalaciones de BT, las pinzas pueden ser colocadas a mano, a condición de usar guantes aislantes.

Para quitar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, operar rigurosamente en el orden inverso.

27.3. SEÑALIZACIÓN

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

En el caso de la realización de trabajos en vías públicas, se cumplirá lo prescrito en Ordenanza General de obras, Servicios e Instalaciones en las vías y espacios públicos Municipales 2002 y Ordenanza Reguladora de la Señalización y Balizamiento de las Ocupaciones de las Vías Públicas por Realización de Obras y Trabajos.

27.4. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluyan las correspondientes características técnicas de toda la maquinaria, equipos, herramientas, dispositivos y equipos de protección personal a utilizar en las obras. La información facilitada por los fabricantes y proveedores deberá incluir:

- Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.
- Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
- Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.
- El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, así como, verificará que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.
- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán

VISADO ELECTRÓNICO-INTELIGENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.

- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca "CE", cada contratista adjudicatario, en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por si mismos, más seguros que los que no la poseen.

27.4.1. Consideraciones de los Andamios Tubulares

Según R.D. 2177/2004, en función de la complejidad del andamio, deberá elaborarse un Plan de montaje, de utilización y de desmontaje. También se realizará un cálculo de resistencia y estabilidad a menos que el andamio se monte según una configuración tipo conocida o disponga de la nota de cálculo del andamio elegido. El plan y el cálculo será realizado por una persona con una formación universitaria que lo habilite para la realización de esta actividad.

El plan de montaje, utilización y desmontaje será obligatorio en los siguientes tipos de andamios:

- Andamios constituidos con elementos prefabricados apoyados sobre terreno natural, soleras de hormigón, forjados, voladizos u otros elementos cuya altura, desde el nivel inferior de apoyo hasta la coronación de la andamiada, exceda de seis metros o dispongan de elementos horizontales que salven vuelos y distancias superiores entre apoyos de más de 8 m.
- Andamios instalados en el exterior, sobre azoteas, cúpulas, tejados o estructuras superiores cuya distancia entre el nivel de apoyo y el nivel del terreno o del suelo exceda los 24 m de altura.
- Torres de acceso y torres de trabajo móviles en los que los trabajos se efectúen a más de seis metros de altura desde el punto de vista de operación hasta el suelo.

Cuando se trate de andamios que dispongan de marcado "CE" el citado plan será sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador sobre el montaje, uso y desmontaje del andamio.

Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados sustancialmente bajo la dirección de una persona con una formación universitaria o profesional que lo

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

habilite para ello, y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica para las operaciones previstas que les permita enfrentarse a riesgos específicos de conformidad. Cuando no sea necesaria la elaboración de un Plan de montaje, uso y desmontaje, las operaciones de supervisión podrán ser dirigidas también por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de 2 años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico.

Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:

a) Antes de su puesta en servicio.
b) A continuación, periódicamente.
c) Tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido a su resistencia o a su estabilidad.

Cuando no sea necesaria la elaboración de un Plan de montaje, uso y desmontaje, las operaciones de supervisión podrán ser dirigidas también por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico.

27.4.2. Consideraciones de los Medios de Extinción de Incendios

Se llevará a cabo el mantenimiento periódico de los medios de extinción de incendios por parte de una empresa autorizada:

- Cada 3 meses: comprobación de accesibilidad, señalización, buen estado aparente de conservación. Inspección ocular de seguros, precintos, inscripciones, etc. comprobación del peso y presión en su caso. Inspección ocular del estado de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera, etc.).
- Cada año: comprobación del peso y presión en su caso. En el caso de extintores de polvo con botellín de gas de impulsión se comprobará el buen estado del agente extintor y el peso y aspecto externo del botellón. Inspección ocular del estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas.
- Cada 5 años: a partir de la fecha de timbrado del extintor (y por 3 veces) se procederá al retimbrado del mismo de acuerdo con la ITC-MIE-AP5 del Reglamento de aparatos a presión sobre extintores de incendios (Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El número de extintores a instalar será suficiente para que quede cubierta toda la superficie del centro de trabajo. Se entiende que queda cubierta cuando el recorrido real desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor no supera los 15 m. Los extintores deberán ser de Polvo ABC de eficacia mínima 21A 113B.

Situar los extintores en lugares fácilmente accesibles y visibles. En el caso de que se fijen a un paramento vertical, la parte superior del extintor debe quedar a 1,70 m como máximo del pavimento del suelo.

Señalizar los extintores una vez colocados: esta señal será rectangular o cuadrada y pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).

Por otro lado, la maquinaria de obra deberá estar provista de medios de extinción de incendios de polvo seco, con la siguiente capacidad extintiva (ORDEN de 27 de julio de 1999) para los vehículos a motor y conjuntos de vehículos para el transporte de mercancías y cosas:

- Hasta 1.000 kg de PMA: Uno de clase 8A/34B.
- Hasta 3.500 kg de PMA: Uno de clase 13A/55B.
- Hasta 7.000 kg de PMA: Uno de clase 21A/113B.
- Hasta 20.000 kg de PMA: Uno de clase 34A/144B.
- Más de 20.000 kg de PMA: Dos de clase 34A/144B.

27.5. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo, todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

27.6. ACCIDENTES LABORALES

27.6.1. Acciones a seguir en caso de Accidente Laboral

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- A la asistencia médica más cercana.
- Al Jefe de Obra del contratista y/o a la Dirección Facultativa.

El Jefe de Obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1627/1997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

1) El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
2) En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
3) En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
4) Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de Seguridad y Salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.
5) Se instalarán rótulos con caracteres visibles a 2 m de distancia, en los que se

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

suministre a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial más cercano: dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

6) Se reflejará el itinerario más adecuado a seguir durante las posibles evacuaciones de accidentados: Se detallará gráficamente, en los lugares anteriormente citados, el itinerario recomendado para evacuar a los posibles accidentados, con el fin de evitar errores durante el traslado del accidentado que pudieran agravar las posibles lesiones.

27.6.2. Comunicaciones inmediatas en caso de Accidente

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata), está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente.

Accidente de tipo leve	Al coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador, se comunicará a la Dirección Facultativa). A la Mutua de Accidentes de Trabajo

Accidente tipo grave, muy grave, mortales o que afecten a más de cuatro trabajadores	Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador, se comunicará a la Dirección Facultativa). A la Autoridad Laboral en el plazo de 24 h. Esta comunicación se realizará a través de telegrama u otro medio análogo, con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio, teléfono de empresa, nombre de trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

27.7. SEGURIDAD EN LA OBRA

De acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en el Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, la empresa que ejecute el proyecto deberá contar con un Servicio de Prevención propio o contratado, o trabajador designado, que asesoren e impulsen las actividades y medidas preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud desarrollado en base a este Estudio de Seguridad.

La empresa adjudicataria nombrará a un responsable de Seguridad, que podrá coincidir o no con su jefatura de obra, que será quien la represente ante el Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución del proyecto y será el encargado de velar por el cumplimiento de todo lo estipulado en el Plan de Seguridad y Salud.

Dependiendo de la presencia del responsable de Seguridad en las obras y de acuerdo a lo que se establezca en el Plan de Seguridad, será necesario la designación de un Vigilante de Seguridad que lo represente, y el cual estará permanentemente en obra.

La prevención de riesgos tiene como finalidad evitar situaciones potencialmente peligrosas que pudieran presentarse durante la realización de cualquier actividad. Por tanto, las actuaciones preventivas deben concretarse atendiendo a las diversas circunstancias que se prevean como generadoras de riesgo.

Tales actuaciones se basan, primeramente, en el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes. En segundo lugar, dichas actuaciones se fundamentan en la buena práctica establecida después del estudio y análisis de numerosas situaciones creadas en el ejercicio continuado de las diferentes actividades.

Para contribuir de manera significativa a una eficaz prevención, además del cumplimiento de las disposiciones legales, existen unas Normas comunes relativas a la actitud de la persona frente al trabajo, que se expresan a continuación:

- Todos los operarios mantendrán la atención y dedicación necesaria durante su jornada laboral.
- Los operarios administraran racionalmente sus capacidades físicas y psíquicas durante el desarrollo de los trabajos, renunciando al consumo de alcohol u otros productos que pudieran mermar su capacidad. El consumo de ciertos productos bajo prescripción médica, pudiera inhabilitar al trabajador para realizar determinadas tareas.
- Cada trabajador realizará únicamente las tareas que le fueron asignadas conforme al grado de capacitación.
- Periódicamente se efectuarán exámenes a los operarios, evaluándose su grado

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

de conocimiento, destreza y condiciones psico-físicas, tales como visión, audición, sensibilidad, etc.

- La ropa de trabajo y las protecciones individuales serán adecuadas para cada actividad. Se recomienda no llevar prendas ni objetos que puedan facilitar enganches o atrapamiento.
- Se observarán escrupulosamente y en todo momento, los límites correspondientes a las solicitaciones y tensiones máximas admisibles de los materiales y medios auxiliares a emplear en la obra.
- Los medios auxiliares, estarán constantemente en correcto estado de funcionamiento, utilizándose únicamente en aquellas operaciones para las que han sido diseñadas.
- La zona de trabajo y de circulación se mantendrá limpia y correctamente delimitada, señalizada y libre de obstáculos.

27.8. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y

VISADO ELECTRÓNICO COMPLEMENTARIO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales
del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

En el Plan de Seguridad que se presente a la aprobación de la Dirección Facultativa de la obra, debe incluirse específicamente un Plan de emergencia, compuesto por un folio donde se especifiquen las actuaciones que se deben realizar en caso de un accidente o incendio. Concretamente, se especificará como mínimo:

- Nombre, teléfono y dirección donde deben ir normalmente los accidentados.
- Teléfono de paradas de taxis próximas.
- Teléfono de cuerpos de bomberos próximos.
- Teléfono de ambulancias próximas.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia facultativa, aunque sea leve, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el Jefe de Obra de la contrata principal realizará una investigación del mismo y además de los trámites oficialmente establecidos, pasará un informe a la Dirección Facultativa de la obra, en el que se especificará:

- Nombre del accidentado.
- Hora, día y lugar del accidente.
- Causas del accidente.
- Medidas preventivas para evitar su repetición.
- Fecha tope de realización de medidas preventivas.
- Responsable de llevar a cabo las medidas preventivas.

Este informe se pasará a la Dirección Facultativa, como muy tarde dentro del día siguiente al del accidente. La Dirección Facultativa podrá aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el informe.

Para cualquier modificación del Plan de Seguridad y Salud que fuera preciso realizar, será preciso recabar previamente la aprobación de la Dirección Facultativa.

La Contrata enviará a la Dirección Facultativa mensualmente fotocopia de los abonos de la Seguridad Social y antes de comenzar el trabajo, deberá presentar:

- Relación sencilla de trabajadores, mandos intermedios, jefes de equipo y empleados del contratista, que incluyan: nombre y dos apellidos, oficio, categoría, domicilio de los interesados, número de la Seguridad Social y número del DNI.
- Alta individual en la Seguridad Social, documento A2, para quienes aún no figuren

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

en el último C2 cotizado y abonado.

- Relación nominal y mensual de cotización en seguros sociales, documento C2, último abono, en la que figuren los nombres de los trabajadores que hayan de prestar servicios activos.
- Relación semanal de maquinaria que estará presente en la obra.

El jefe de Obra suministrará las normas especificadas de trabajo a cada operario de los distintos gremios, asegurándose de su compresión y entendimiento.

Todo personal de nuevo ingreso en la contrata (aunque sea eventual) debe pasar el reconocimiento médico obligatorio antes de iniciar su trabajo, todo el personal se someterá a los reconocimientos médicos periódicos, según la Orden del 12-1-63, (BOE del 13-3-63) y Orden del 15-12-65, (BOE del 17-1-66).

27.9. Obligaciones de cada Contratista Adjudicatario en Materia de Seguridad y Salud

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un plan de seguridad cumpliendo con el R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, que respetará el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.
- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/o observaciones que éste pueda sugerirle.
- Atender y cumplir las indicaciones dadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante el desarrollo de la obra.
- Los Contratistas y Subcontratistas, serán responsables de la correcta aplicación de las medidas de seguridad en aquellas obligaciones que les correspondan directamente.
- Los Contratistas y Subcontratistas, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud.
- Las responsabilidades del Coordinador, dirección facultativa o del promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los Contratistas y Subcontratistas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en el plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: "**acciones a seguir en caso de accidente laboral**".
- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado "**acciones a seguir en caso de accidente laboral**".
- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico-preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.

27.10. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de 2 o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. A tal fin, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores, según los términos previstos en los artículos 18 y 24 de la Ley de Prevención de Riesgos, este último referente a Coordinación de actividades empresariales.

La coordinación de actividades empresariales para la prevención de los riesgos laborales deberá garantizar el cumplimiento de los siguientes objetivos:

a) La aplicación coherente y responsable de los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, por las empresas concurrentes en el centro de trabajo.
b) La aplicación correcta de los métodos de trabajo por las empresas concurrentes

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Pontevedra y Vigo
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

en el centro de trabajo.

c) El control de las interacciones de las diferentes actividades desarrolladas en el centro de trabajo, en particular cuando puedan generar riesgos calificados como graves o muy graves o cuando se desarrollen en el centro de trabajo actividades incompatibles entre sí por su incidencia en la seguridad y la salud de los trabajadores.

d) La adecuación entre los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de las empresas concurrentes y las medidas aplicadas para su prevención.

Todas las empresas y trabajadores autónomos concurrentes deberán cooperar en la aplicación de la normativa existan o no relaciones jurídicas entre ellos.

- Se informarán y serán informados, sobre los riesgos específicos de las actividades que desarrollen que puedan afectar a trabajadores de las otras empresas concurrentes en el centro.
- La información será suficiente y se proporcionará al inicio de los trabajos, cuando se produzcan cambios en la actividad o tras sucederse una situación de emergencia.
- Si el riesgo es grave o muy grave la información se hará por escrito.
- Tras un accidente, la empresa afectada informará al resto de empresas presentes en el centro de trabajo.

En cumplimiento del deber de cooperación, los empresarios establecerán medios de coordinación necesarios y adecuados en función del grado de peligrosidad de la actividad, el número de trabajadores y la duración de la concurrencia de actividades. Se consideran medios de coordinación los siguientes:

- Intercambio de información y comunicaciones entre empresas concurrentes.
- Celebración de reuniones periódicas entre empresas concurrentes.
- Reuniones conjuntas de los comités de seguridad y salud de las empresas o de los delegados de prevención.
- Impartición de instrucciones.
- Establecimiento conjunto de medidas específicas de prevención de los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores de empresas concurrentes o de procedimientos o protocolos de actuación.
- Presencia de Recursos Preventivos.
- Designación de una o más personas encargadas de la coordinación de actividades preventivas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

27.11. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Se constituirá el comité cuando el número de trabajadores en la empresa contratista supere el previsto en la Ordenanza Laboral de Construcción (un número igual o superior a 50 trabajadores) o en su caso, cuando lo disponga el Convenio Colectivo Provincial.

La composición será la siguiente:

- Un Coordinador.
- Un Técnico de Seguridad.
- Un Secretario.
- Cuatro Vocales, de entre los oficios más significativos.

Su funcionamiento se ajustará a lo previsto en la normativa vigente.

En cualquier caso, será preciso que el contratista cuente con un Técnico de Seguridad, cuyo nombre quedará inscrito en el libro de Dirección de Obra. Dicho Técnico de Seguridad tomará las medidas didácticas oportunas para que el personal conozca las normas de seguridad y prevención mínima.

Las funciones y atribuciones de dicho Comité serán las siguientes:

- Promover la observancia de las disposiciones vigentes para la prevención de los riesgos profesionales.
- Informar sobre el contenido de las normas de Seguridad y Salud para que deban figurar en el reglamento.
- Realizar visitas, tanto a los lugares de trabajo como a los servicios y dependencias establecidos para los trabajadores de la obra, para conocer las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones, maquinaria, herramientas y procesos laborales, y constatar los riesgos que puedan afectar a la vida o salud de los trabajadores e informar de los defectos y peligros que adviertan, proponiendo, en su caso, la adopción de las medidas preventivas necesarias, y cualquiera otras que considere oportunas.
- Interesar la práctica de reconocimientos médicos a los trabajadores de la obra, conforme a lo dispuesto en las disposiciones vigentes.
- Velar por la eficaz organización de la lucha contra incendios en el seno de la obra.
- Conocer las investigaciones realizadas por los Técnicos de la empresa sobre los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que en ella se produzcan.
- Investigar las causas de los accidentes y de las enfermedades profesionales producidos en la obra, con objeto de evitar unos y otros, y en los casos graves y

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

especiales practicar las informaciones correspondientes, cuyos resultados dará a conocer a los representantes de los Trabajadores y a la Inspección Provincial de Trabajo.

- Cuidar de que todos los trabajadores reciban una formación adecuada en materia de Seguridad y Salud y fomentar la colaboración de los mismos en la práctica y observancia de las medidas preventivas de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- Cooperar en la realización y desarrollo de programas y campañas de Seguridad y Salud del trabajo en la obra, de acuerdo con las orientaciones y directrices del I.N.S.H.T. y ponderar los resultados obtenidos en cada caso.
- Promover la enseñanza, divulgación y propaganda de la Seguridad y Salud, mediante cursillos y conferencias al personal de la obra, bien directamente o a través de instituciones oficiales o sindicales especializadas, la colocación de carteles y de avisos de seguridad, y la celebración de concursos sobre temas y cuestiones relativas a dicha orden de materiales.
- Promover la concesión de recompensas al personal que se distinga por su comportamiento, sugerencias o intervención en actos meritorios, así como la imposición de sanciones a quienes incumplan normas e instrucciones sobre Seguridad y Salud de obligada observancia en el seno de la obra.

El Comité se reunirá, al menos mensualmente y siempre que los convoque su Presidente por libre iniciativa o a petición fundada de 3 o más de sus componentes.

En la convocatoria se fijará el orden de asuntos a tratar en la reunión.

El Comité, por cada reunión que se celebre, extenderá el acta correspondiente, de la que remitirán una copia a los Representantes de los trabajadores.

Asimismo, enviarán mensualmente al Delegado de Trabajo una nota informativa sobre la labor desarrollada por los mismos.

Las reuniones del Comité de Seguridad y Salud se celebrarán dentro de las horas de trabajo y, caso de prolongarse fuera de éstas, se abonarán sin recargo o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso de mediodía.

27.12. COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del

VISADO ELECTRÓNICA-MENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:
    - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.
    - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

27.13. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Las instalaciones provisionales de obra en lo relativo a elementos, dimensiones y características se atendrán a lo especificado en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, (BOE nº256 de 25 de octubre), por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

Se precisan recipientes con tapa para facilitar el acopio y retirada de los desperdicios y basuras que genere, durante las comidas, el personal de la obra.

Para el servicio de limpieza de estas instalaciones higiénicas, se responsabilizará a una persona, la cual podrá alternar este trabajo con otros propios de la obra.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

27.14. LIBRO DE INCIDENCIAS

Para cada proyecto de obra existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Dicho libro será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud, tal y como se recoge en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Deberá mantenerse siempre en la obra, y estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la Dirección Facultativa.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra está legalmente obligado a tenerlo a disposición de: la Dirección Facultativa de la obra, encargado de seguridad, Comité de seguridad y salud, Inspección de Trabajo y Técnicos y Organismos de prevención de riesgos laborales de las Comunidades Autónomas.

Efectuada una anotación en el mismo, el Coordinador de seguridad (o Dirección Facultativa cuando no deba ser designado Coordinador), estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra.

27.15. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador en materia de Seguridad y Salud, o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa, observase incumplimiento de las medidas de Seguridad y Salud, advertirá al Contratista dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias y quedando facultado para que en circunstancias de riesgo grave e inminente para la Seguridad y Salud de los trabajadores proceda a la paralización inmediata de los trabajos.

En el supuesto previsto en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización de las obras, deberá dar cuenta a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, y en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores.

La paralización indicada de los trabajos, se entiende sin perjuicio de la normativa respecto al cumplimiento de plazos previstos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

27.16. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños a la Propiedad, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.

Igualmente, habrá de concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por víctima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance de los mismos si en opinión de Iberdrola Ingeniería y Construcción se hiciera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas, estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra. En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

27.17. SUBCONTRATACIÓN

La empresa contratista principal comunicará a la dirección facultativa todas las subcontrataciones que lleve a cabo la empresa, aportando la información necesaria que exija dicha dirección facultativa. En caso de incorporaciones de subcontratas una vez iniciada la obra, esta comunicación se realizará al menos con una semana de antelación, NO PERMITIENDO LA ENTRADA A LA OBRA A NINGUNA EMPRESA QUE NO SE ENCUENTRE REFLEJADA EN EL LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN (Ley 32/2006).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28. PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD PARA EL PARQUE EÓLICO

28.1. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD PARA OBRA CIVIL Y MEDIA TENSIÓN

Las mediciones relacionadas con los temas de Seguridad y Salud para la prevención de riesgos en la ejecución de los trabajos de obra civil y media tensión, se dimensionarán para su empleo y posterior presupuesto. A efectos de sistematización se establecen los siguientes conceptos:

- Protecciones individuales.
- Protecciones colectivas.
- Instalaciones de Higiene y Bienestar.
- Servicios de formación y prevención.

Los criterios de medición y presupuesto de cada concepto se realizan estimando una media de 20 trabajadores y un tiempo estimado de duración de obra civil de 15 meses.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.1.1. Protecciones individuales

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
20 Ud.	Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado (CEE). Res. 14/12/1974 (BOE 30/12/1974), por el que se aprueba la Norma Técnica Reglamentaria MT-1, de cascos de seguridad no metálicos. RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.	4,18	83,60
20 Ud.	Protectores auditivos con arnés a la nuca. Res. 18/7/1975 (BOE 1/9/75-rectificada en BOE 22/10/1975), por la que se aprueba la Norma Técnica Reglamentaria MT-2, sobre protectores auditivos.	3,53	70,60
3 Ud.	Cinturón antilumbago, antivibratorio homologado. Res. 8/6/1977 (BOE 2/9/1977-rectificada en BOE 1/5/1981), por la que se aprueba la Norma Técnica Reglamentaria MT-13, sobre cinturones de seguridad: definiciones y clasificación. Cinturones de sujeción.	10,57	31,71
10 Ud.	Cinturón portaherramientas.	7,79	77,90
10 Ud.	Gafas antiproyecciones.	6,56	65,60
5 Ud.	Semi-mascarilla antipolvo doble filtro. RD 773/1997, de 30 de mayo (BOE 12/6/1977-rectificado en BOE 18/7/1997), sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (Anexo). Res. 28/7/1975 (BOE 6/9/1975-rectificada en el BOE 29/10/1975), por la que se aprueba la Norma Técnica Reglamentaria MT-7, sobre equipos de protección personal de vías respiratorias, normas comunes y adaptaciones faciales.	11,89	59,45
10 Ud.	Filtros recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Res. 28/7/1975 (BOE 6/9/1975-rectificada en el BOE 29/10/1975), por la que se aprueba la Norma Técnica Reglamentaria MT-7, sobre equipos de protección personal de vías respiratorias, normas comunes y adaptaciones faciales.	1,95	19,50

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
3 Ud.	Pantalla de seguridad para soldadura oxiacetilénica, abatible con fijación en cabeza. RD 773/1997, de 30 de mayo (BOE 12/6/1977-rectificado en BOE 18/7/1997), sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (Anexo). Res. 28/7/1975 (BOE 2/9/1975), por la que se aprueba la Norma Técnica Reglamentaria MT-3, sobre equipos pantallas para soldadores.	2,94	8,82
3 Ud.	Mandil de cuero para soldador. RD 773/1997, de 30 de mayo (BOE 12/6/1977-rectificado en BOE 18/7/1997), sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (Anexo).	4,18	12,54
3 Ud.	Par de guantes para soldador.	4,65	13,95
3 Ud.	Par de polainas para soldador.	3,01	9,03
5 Ud.	Par de botas altas de goma para protección frente al agua. (Homologado según normativa del MT)	10,36	51,80
10 Ud.	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgo de perforación. Res. 28/7/1975 (BOE 4/9/1975-rectificada en BOE 27/10/1975), aprueba la Norma Técnica Reglamentaria MT-5, sobre calzado de seguridad contra riesgos mecánicos. Sustituida y derogada por Res. 31/1/1980 (BOE 12/2/1980).	12,70	127,00
20 Ud.	Traje agua, impermeable.	18,00	360,00
20 Ud.	Par de guantes de uso general de lona y serraje.	2,89	57,80
20 Ud.	Par guantes de goma látex-anticorte.	1,78	35,60
20 Ud.	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón RD 773/1997, de 30 de mayo (BOE 12/6/1997-rectificado en el BOE de 18 de julio de 1997) sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.	17,50	350,00

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
20 Ud.	Chaleco reflectante	2,88	57,60
	Total protecciones personales		**1.492,50 €**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.1.2. Protecciones colectivas

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
1 Ud.	Panel direccional reflectante de 60x90 cm, con soporte metálico indicativo de uso obligatorio de EPIs, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-100/40, colocación y montaje.	25,68	25,68
2 Ud.	Señal de seguridad circular de tráfico (peligro por obras, salida de camiones, limitación de velocidad, estrechamiento, etc.) de D=60 cm, normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm y 2 m de altura, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-100/40, colocación y desmontaje.	17,14	34,28
2 Ud.	Señal de seguridad manual, tipo paleta: Dirección obligatoria//stop.	18,93	37,86
100 m	Malla color naranja, tipo sttoper, de 1,26 m de altura, i/colocación y desmontaje.	0,63	63
100 m	Cinta de señalización bicolor de plástico, i/colocación y desmontaje.	0,05	5
20 Ud.	Tapas provisionales para arquetas, pozos o similares, formadas mediante tablones de madera de 20x5 cm, armados mediante claveteado o encolado, i/fabricación y colocación.	22,30	446
3 Ud.	Valla de contención de peatones, metálica, prolongable de 2,50 m de largo y 1 m de altura, color amarillo, incluso colocación y desmontaje.	14,35	43,05
1.000 Ud.	Setas de PVC para protección de ferrallas.	0,193	193,0
12 Ud.	Conos y balizas luminosas para señalización de desvíos y cortes provisionales de tráfico en caminos de accesos a la obra y caminos propios de la obra.	23,24	278,88
3 Ud.	Valla de protección anclada, consistente en pie metálico anclado a la viga de coronación, doble barandilla y rodapié, homologada según normativa vigente, totalmente colocada.	27,05	81,15
	Total protecciones colectivas		**1.207,90€**

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.1.3. Instalaciones de Higiene y Bienestar

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
1 Ud.	Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, desde el cuadro general formada por manguera flexible de 4x6 mm^2 de tensión nominal 750 V, incorporando conductor de tierra color verde y amarillo, fijadas sobre apoyos intermedios cada 2,50 m totalmente instalada.	7,28	7,28
1 Ud.	Acometida provisional de fontanería para obra de la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m, realizada con tubo de polietileno, de 25 mm de diámetro, de alta densidad y para 10 atm de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, totalmente terminada y funcionando, y sin incluir la rotura del pavimento.	78,43	78,43
1 Ud.	Acometida provisional de saneamiento de caseta de obra a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m, formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 20 cm de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa H-150, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.	524,82	524,82
15 meses	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 7,87x2, 33x2, 30 m de 18,40 m^2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm puerta de acero de 1 mm, de 0,80x2,00 m pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm, recercado con perfil de goma. Con transporte a 100 km ida.	169,31	2539,65

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
15 meses	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos y vestuarios en obra de 6,00x2,33x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84 x 0,80 m de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm, termo eléctrico de 50 I, dos placas turcas, cuatro placas de ducha y pileta de 3 grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono 220 V. Con automático. Con transporte a 100 km ida. RD 486/1997, de 14 de abril (BOE 23/4/1997), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (Anexo V).	293,66	4404,90
15 mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para oficina en obra de 6,00x2,35x2,33 m de 14,00 m^2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm, interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm, y poliestireno de 50 mm con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m, de chapa galvanizada de 1 mm, reforzada y con poliestireno de 20 mm, picaporte y cerradura. Ventana aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V, toma de tierra, automático, dos fluorescentes de 40 W, enchufes para 1.500 W. Y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 100 Km ida.	172,86	2592.9
4 Ud.	Banco de madera con capacidad para 5 personas.	21,20	84,80

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
1 Ud.	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza General de Seguridad e Higiene. RD 486/1997, de 14 de abril (BOE 23/4/1997), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (Anexo VI). Incluida una reposición.	131,75	131,75
2 Ud.	Cubo para recogida de basuras.	25,14	50,28
1 Ud.	Espejo para vestuarios y aseos, colocado.	13,79	13,79
2 Ud.	Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas.	68,02	136,04
1 Ud.	Percha para aseos o duchas en aseos de obra, colocada.	6,59	6,59
1 Ud.	Portarrollos industrial con cerradura de seguridad, colocada.	15,39	15,39
1 Ud.	Toma de tierra para una resistencia R</=80 Ohm y una resistividad R=150 Ohm formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm, tapa de hormigón armado, tubo de PVC de D=75 mm, electrodo de acero cobrizado 14,3 mm y 200 cm, de profundidad hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm^2, con abrazadera a la pica, totalmente instalado, MI BT 039. Aprobada por O.M. 31/10/1973 (BOE de 27, 28, 29 y 31/12/1973).	140,39	140,39
20 Ud.	Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada.	22,80	456,00
1 Ud.	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 21A/113B, de 6 Kg de agente extintor, tipo Parsi modelo PI-6-U o similar, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. Medida la unidad instalada.	51,01	51,01
	Total Instalaciones de Higiene y Bienestar		**11.234,02€**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.1.4. Servicios de prevención y formación

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
2h/semana	Hora de supervisión vigilante de seguridad/Recurso preventivo.	12€/h	1800,00
30 Ud.	Auditorías periódicas de seguridad, realizadas por técnico superior en Prevención de Riesgos Laborales, a razón de 1 cada 15 días, incluyendo informe de observaciones y medidas correctoras.	45€	1350,00
15 meses	Costo mensual de formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	58,89	4416,75
40 Ud.	Reconocimiento médico obligatorio anual por obrero.	53,29	2131,60
	Total servicios de prevención y formación		**9.698,35€**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.1.5. Total presupuesto obra civil y Media Tensión

Resumen de los capítulos del presupuesto	**Importe (€)**
Protecciones individuales	1.492,50 €
Protecciones colectivas	1.204,90 €
Instalaciones de higiene y bienestar	11.234,02 €
Servicios de prevención y formación	9.698,35 €
Total presupuesto de seguridad y salud obra civil y MT	**23.629,77 €**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.2. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE MONTAJE

Las mediciones relacionadas con los temas de Seguridad y Salud para la prevención de riesgos en la ejecución de los trabajos de la parte de montaje (incluidas conexiones y puesta en marcha), se dimensionarán para su empleo y posterior presupuesto. A efectos de sistematización se establecen los siguientes conceptos:

- Protecciones individuales.
- Protecciones colectivas.
- Instalaciones de Higiene y Bienestar.
- Servicios de formación y prevención.

Los criterios de presupuesto se han basado siempre en una estimación de una media de trabajadores de 20 operarios y tiempo de duración previsto de estos trabajos, de 15 meses.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.2.1. Protecciones individuales

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
20 Ud.	Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado (CEE). Res. 14/12/1974 (BOE 30/12/1974), por el que se aprueba la Norma Técnica Reglamentaria MT-1, de cascos de seguridad no metálicos. RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.	4,18	83,60
20 Ud.	Cinturón antilumbago, antivibratorio homologado. Res. 8/6/1977 (BOE 2/9/1977-rectificada en BOE 1/5/1981), por la que se aprueba la Norma Técnica Reglamentaria MT-13, sobre cinturones de seguridad: definiciones y clasificación. Cinturones de sujeción.	10,57	211,40
20 Ud.	Arnés de seguridad básico con enganche dorsal, regulable en muslos y ajuste pectoral, con cincha subglútea de poliéster. Fabricado según Norma EN 361, con el correspondiente equipamiento de cuerda anticaída de 1 m, con guardacabos de acero, fabricad según EN 354 y EN 358, y 2 mosquetones tipo virola con cierre de rosca, apertura 18 mm, resistente a la corrosión, fabricado según EN 362.	115,71	2314,20
20 Ud.	Cinturón portaherramientas.	7,79	155,80
20 Ud.	Gafas antiproyecciones.	6,56	131,20
5 Ud.	Pantalla de seguridad para soldadura oxiacetilénica, abatible con fijación en cabeza. RD 773/1997, de 30 de mayo (BOE 12/6/1977-rectificado en BOE 18/7/1997), sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (Anexo). Res. 28/7/1975 (BOE 2/9/1975), por la que se aprueba la Norma Técnica Reglamentaria MT-3, sobre equipos pantallas para soldadores.	2,94	14,70
5 Ud.	Mandil de cuero para soldador. RD 773/1997, de 30 de mayo (BOE 12/6/1977-rectificado en BOE 18/7/1997), sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (Anexo).	4,18	20,90

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
10 Ud.	Par de botas aislantes hasta 5 kV de tensión	12,62	126,20
5 Ud.	Par de guantes para soldador.	4,65	23,25
5 Ud.	Par de polainas para soldador.	3,01	15,05
5 Ud.	Par de botas altas de goma para protección frente al agua. (Homologado según normativa del MT)	10,36	51,80
5 Ud.	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgo de perforación. Res. 28/7/1975 (BOE 4/9/1975-rectificada en BOE 27/10/1975), aprueba la Norma Técnica Reglamentaria MT-5, sobre calzado de seguridad contra riesgos mecánicos. Sustituida y derogada por Res. 31/1/1980 (BOE 12/2/1980).	12,70	63,50
20 Ud.	Traje agua, impermeable.	18,00	360,00
20 Ud.	Par de guantes de uso general de lona y serraje.	2,89	57,80
20 Ud.	Par guantes de goma látex-anticorte.	1,78	35,60
20 Ud.	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón RD 773/1997, de 30 de mayo (BOE 12/6/1997-rectificado en el BOE de 18 de julio de 1997) sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.	17,50	350,00
20 Ud.	Chaleco reflectante	2,88	57,60
20 Ud.	Par de guantes aislantes para trabajos en tensión.	9,65	193,0
20 Ud.	Pantalla facial de seguridad contra arco eléctrico, con fijación al casco.	5,61	112,20
	Total protecciones personales		**4.377,80 €**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.2.2. Protecciones colectivas

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
2 Ud.	Extintor de nieve carbónica CO_2, de eficacia 21B, con 5 Kg de agente extintor, modelo NC-5-P, con soporte y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. Medida la unidad instalada.	111,86	223,72
2 Ud.	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 21A/113B, de 6 Kg de agente extintor, tipo Parsi modelo PI-6-U o similar, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110. Medida la unidad instalada.	51,01	102,02
2 Ud.	Señal de seguridad triangular (riesgo eléctrico), normalizada.	18,93	37,86
1 Ud.	Toma de tierra para una resistencia R</=80 Ohmios y una resistividad R=150 Ohm formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm, tapa de hormigón armado, tubo de PVC de D=75 mm, electrodo de acero cobrizado 14,3 mm y 200 cm, de profundidad hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm^2, con abrazadera a la pica, totalmente instalado, MI BT 039. Aprobada por O.M. 31/10/1973 (BOE de 27, 28, 29, y 31/12/1973).	140,39	140,39
10 Ud.	Línea de vida de cable de acero, de 5 m de longitud, según EN 697-354.	13,51	135,1
	Total protecciones colectivas		**639,10€**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.2.3. Instalaciones de Higiene y Bienestar

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
1 Ud.	Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, desde el cuadro general formada por manguera flexible de 4 x 6 mm^2 de tensión nominal 750 V, incorporando conductor de tierra color verde y amarillo, fijadas sobre apoyos intermedios cada 2,50 m totalmente instalada.	7,28	7,28
1 Ud.	Acometida provisional de fontanería para obra de la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m, realizada con tubo de polietileno, de 25 mm de diámetro, de alta densidad y para 10 atm de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, totalmente terminada y funcionando, y sin incluir la rotura del pavimento.	78,43	78,43
1 Ud.	Acometida provisional de saneamiento de caseta de obra a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m, formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 20 cm de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa H-150, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.	524,82	524,82
15 mes	Mes de alquiler (mín. 12 meses) de caseta prefabricada para comedor de obra de 7,87x2, 33x2, 30 m de 18,40 m^2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm, puerta de acero de 1 mm, de 0,80x2,00 m pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm, recercado con perfil de goma. Con transporte a 100 km ida.	169,31	2539,65

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
15 mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos y vestuarios en obra de 6,00x2,33x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm, termo eléctrico de 50 I, dos placas turcas, cuatro placas de ducha y pileta de 3 grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. Con automático. Con transporte a 100 km ida. RD 486/1997, de 14 de abril (BOE 23/4/1997), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (Anexo V).	293,66	4404,90
15 mes	Mes de alquiler de caseta prefabricada para oficina en obra de 6,00x2,35x2,33 m de 14,00 m^2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm, interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm, y poliestireno de 50 mm con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m, de chapa galvanizada de 1 mm, reforzada y con poliestireno de 20 mm, picaporte y cerradura. Ventana aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V, toma de tierra, automático, dos fluorescentes de 40 W, enchufes para 1.500 W. Y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 100 km ida.	172,86	2592.92
3 Ud.	Banco de madera con capacidad para 5 personas.	46,95	140,85

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
1 Ud.	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza General de Seguridad e Higiene. RD 486/1997, de 14 de abril (BOE 23/4/1997), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (Anexo VI). Incluida la reposición de urgencia.	131,75	131,75
2 Ud.	Cubo para recogida de basuras.	25,14	50,28
1 Ud.	Espejo para vestuarios y aseos, colocado.	13,79	13,79
2 Ud.	Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas.	68,02	136,04
1 Ud.	Percha para aseos o duchas en aseos de obra, colocada.	6,59	6,59
1 Ud.	Portarrollos industrial con cerradura de seguridad, colocada.	15,39	15,39
20 Ud.	Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y anticorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada.	22,80	456
1 Ud.	Toma de tierra para una resistencia R</=80 Ohm y una resistividad R=150 Ohm formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm, tapa de hormigón armado, tubo de PVC de D=75 mm, electrodo de acero cobrizado 14,3 mm y 200 cm, de profundidad hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm^2, con abrazadera a la pica, totalmente instalado, MI BT 039. Aprobada por O.M. 31/10/1973 (BOE de 27, 28, 29, y 31/12/1973).	140,39	140,39
	Total Instalaciones de Higiene y Bienestar		**11.242,08 €**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.2.4. Servicios de prevención y formación

Cantidad	Partida	Precio	Importe (€)
2h/semana	Hora de supervisión vigilante de seguridad/Recurso preventivo.	12€/h	1800,00
30 Ud.	Auditorías periódicas de seguridad, realizadas por técnico superior en Prevención de Riesgos Laborales, a razón de 1 cada 15 días, incluyendo informe de observaciones y medidas correctoras.	45€	1350,00
15 meses	Costo mensual de formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	58,89	4416,75
40 Ud.	Reconocimiento médico obligatorio anual por obrero.	53,29	2131,60
	Total servicios de prevención y formación		**9.698,35€**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.2.5. Total Presupuesto Montaje

Resumen de los capítulos del presupuesto	Importe (€)
Protecciones personales	4.377,80 €
Protecciones colectivas	639,09 €
Instalaciones de higiene y bienestar	11.242,08 €
Servicios de prevención y formación	9.698,35 €
Total presupuesto de seguridad y salud de montaje	**25.957,32 €**

El Presupuesto de Seguridad y Salud de Montaje asciende a la cantidad de: **veinticinco mil novecientos cincuenta y siete mil euros y treinta y dos céntimos.**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

28.3. Total Presupuesto Estudio de Seguridad y Salud para el Parque Eólico

Resumen de los capítulos del presupuesto	**Importe (€)**
Seguridad y Salud Obra Civil y Media Tensión	23.629,77 €
Seguridad y Salud de Montaje	25.957,32 €
Total presupuesto de Seguridad y Salud ESS	**49.587,09 €**

El Presupuesto de Seguridad y Salud del Parque Eólico asciende a la cantidad de: **CUARENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS Y NUEVE CÉNTIMOS**.

Llanera, septiembre de 2021
Sergio Robles Fernández

Ingeniero Industrial
Colegio de Ingenieros Superiores
Industriales de Asturias y León
Colegiado nº 1.879

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ANEXO X.

SUBESTACIÓN

Parque Eólico Carrugueiro

(Concejos de Boal y Castropol – Asturias)

Expediente: P.E. 159

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE **6**

2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO **7**

3. CONDICIONES AMBIENTALES **8**

4. DEFINICIÓN DE LA SUBESTACIÓN **9**

4.1. ELECCIÓN DEL NIVEL DE TENSIÓN DE LA SUBESTACIÓN. 9

4.2. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS EN LOS DISTINTOS NIVELES DE TENSIÓN. 9

4.2.1. Sistema 132 kV: 9

4.2.2. Sistema 30 kV: 10

4.3. DESCRIPCIÓN GENERAL. 10

4.3.1. Descripción de la Parte de Interior. 10

4.3.2. Sistemas de 30 KV. 11

4.3.3. Sistema B.T. 11

4.3.4. Descripción de la Parte de Exterior. Sistema de 132 KV. 11

4.3.5. Alturas y distancias adoptadas para exterior en 132 kV 13

4.4. RED DE TIERRAS INFERIORES. 14

4.5. APANTALLAMIENTO 15

4.5.1. Protección externa 15

4.5.2. Protección interna 16

4.6. MANDO, CONTROL Y PROTECCIONES. 17

4.6.1. Mando y Control 19

4.6.2. Protección: 20

4.7. EQUIPO DE MEDIDA 23

4.8. SISTEMA DE TELEMANDO. 23

4.9. SERVICIOS AUXILIARES 24

4.9.1. Servicios auxiliares de corriente alterna. 24

4.9.2. Servicios auxiliares de corriente continua. 25

4.10. DESCRIPCIÓN DE APARAMENTA PARQUE DE INTEMPERIE. 26

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.10.1. Reactancia de P.A.T. 26
4.10.2. Seccionador de P.A.T. 27
4.10.3. Transformador de Potencia. 27
4.10.4. Transformadores de tensión 132kV 28
4.10.5. Módulo híbrido 28
4.10.6. Autoválvulas 30
4.10.7. Aisladores soporte. 31
4.10.8. Botellas terminales 31
4.10.9. Conductores, Racores y piezas de conexión a emplear en 132 kV 32
4.11. DESCRIPCIÓN DE PARQUE INTERIOR. 32
4.11.1. Características Técnicas 32
4.11.2. Prescripciones 33
4.11.3. Clases de Protección 33
4.11.4. Construcción 33
4.11.5. Enclavamientos 33
4.11.6. Celda de Salida a Transformador de Potencia 33
4.11.7. Celda de Llegada de los Circuitos de los Aerogeneradores 34
4.11.8. Celda de Medida de Barras 34
4.11.9. Celda de Servicios Auxiliares 35
4.11.10. Celda de Banco de Condensadores 35
4.11.11. Banco de Condensadores 35
4.11.12. Transformador de Servicios Auxiliares 35
4.11.13. Cables 18/30 kV 36
4.12. DESCRIPCIÓN DE SISTEMA BT 36
4.12.1. Grupo Electrógeno 36
4.12.2. Rectificador/Cargador de Baterias y Baterias de 125 Vcc. 36
4.12.3. Cuadros BT. 37
4.12.4. Alumbrado y fuerza. 38
4.12.5. Protección Contra Incendios. 38

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.12.6. Edificios de control. 38

4.13. CONEXIÓN SUBTERRÁNEA CON LÍNEA 132 KV 39

5. OBRA CIVIL. 40

5.1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS. 40

5.1.1. Limpieza 40

5.1.2. Retirada de la tierra vegetal 40

5.1.3. Rellenos. 40

5.2. URBANIZACIÓN. 40

5.2.1. Drenaje. 40

5.2.2. Cerramiento. 41

5.2.3. Canalizaciones. 41

5.2.4. Viales. 41

5.2.5. Cimentaciones de aparamenta del parque de intemperie. 42

5.2.6. Bancada de transformador 42

5.2.7. Edificio de Control 43

5.2.8. Protección contra Incendios. 46

5.2.9. Instalaciones de fuerza y alumbrado. 47

5.2.10. Instalación antintrusismo. 48

5.2.11. Instalaciones de ventilación y climatización 48

5.2.12. Instalación de abastecimiento de agua y fontanería. 48

5.2.13. Instalaciones de saneamiento. 48

6. CÁLCULOS ELÉCTRICOS 50

6.1. OBJETO 50

6.2. ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN 50

6.3. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES NOMINALES 50

6.4. DIMENSIONADO 51

6.4.1. Tramos A-B 51

6.4.2. Punto B – Embarrado 132 kV 52

6.4.3. Tramo B-C 53

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.4.4. Tramo D-E *53*

6.4.5. Embarrado 30 kV *54*

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1. OBJETO Y ALCANCE

El presente Anexo se redacta con el objeto de constituir el documento básico para definir la instalación de forma tal que pueda ser ejecutada bajo la dirección de un técnico competente, igual o distinto al autor del mismo.

El alcance consiste en la construcción de la Subestación Eléctrica Carrugueiro 30/132 kV, situada en el concejo de Castropol, Asturias, para permitir la evacuación a la red de distribución de la energía generada en los siguientes Parques Eólicos:

- P.E. Carrugueiro (16 MW)
- P.E. Pereiros (15 MW)

Los niveles de tensión de la subestación son 30 kV (red colectora de los parques eólicos) y 132 kV (evacuación a la red de distribución).

A fin de evacuar la energía generada, se prevé construir un edificio donde se ubicarán las celdas de media tensión y la sala de control.

En este edificio se proyecta ubicar los dispositivos correspondientes al mando, señal, protecciones y equipos de medida, así como los correspondientes a la posición de transformador del parque de intemperie, incluyendo los sistemas de servicios auxiliares, además de las celdas de M.T. que aglomeran la energía evacuada.

En el parque de intemperie se instalará una posición de transformador y una posición de línea de evacuación.

La evacuación de energía se realizará a través de una Línea Subterránea de Alta Tensión (LSAT) de 132kV hacia el apoyo nº2 de la Línea Aérea de Alta Tensión (LAAT) San Fernando – La Vaga (Eje Sanzo).

En este documento se incluyen las instalaciones y servicios auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La subestación se sitúa en el concejo de Castropol, Asturias. Concretamente, la subestación se ubica sobre una plataforma anexa a la SET Viento del Sellía, que actualmente se encuentra en tramitación, de acuerdo a las siguientes coordenadas UTM (29T):

Esquina	UTM (X) m	UTM (Y) m
1	668665.34 m E	4807563.07 m N
2	668641.81 m E	4807551.32 m N
3	668660.63 m E	4807516.22 m N
4	668683.29 m E	4807528.61 m N

El acceso se efectuará desde nuevo vial a ejecutar que entroncará con el vial de acceso a la SET San Fernando.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3. CONDICIONES AMBIENTALES

Para el diseño de las instalaciones se adoptan las siguientes características principales:

- Altitud sobre el nivel del mar: 830 m.
- Tipo de zona: Zona B (según reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión).
- Temperaturas extremas: +40/-15ºC.
- Contaminación ambiental: I Ligera (Zona montañosa).
- Velocidad máxima del viento (10 m de altura): 120 km/h
- Ráfagas excepcionales de viento (10 m de altura): 140 km/h

Se tendrá en cuenta la existencia de nieve durante los meses de Diciembre, Enero y Febrero.

Las condiciones ambientales de la SET, serán tenidas en consideración a la hora de prescribir cualquier equipo que se vea afectado por dicha situación (distancias mínimas de aislamiento, aislamiento externo, calentamientos, etc.).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4. DEFINICIÓN DE LA SUBESTACIÓN

4.1. ELECCIÓN DEL NIVEL DE TENSIÓN DE LA SUBESTACIÓN.

Para la evacuación de la energía generada por los parques eólicos hay que tener en consideración dos datos de partida fundamentales:

- La tensión de generación viene impuesta por la tecnología escogida del fabricante de los aerogeneradores (en este caso 30 kV).
- La tensión de evacuación viene impuesta por el punto de conexión (en este caso 132 kV).
- Los Servicios Auxiliares de la Subestación serán alimentados a 400/230V mediante un transformador 30 kV/400V.
- Los Servicios Auxiliares de la Subestación en corriente continua, serán alimentados a 125V mediante equipos rectificador-batería.

4.2. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS EN LOS DISTINTOS NIVELES DE TENSIÓN.

A continuación, se indican las características eléctricas para los distintos niveles de tensión de la subestación.

4.2.1. Sistema 132 kV:

Características eléctricas del sistema de 132 kV:

- Tensión nominal: 132 kV
- Tensión máxima: 145 kV
- Tensión soportada corta duración a 50Hz: 275 kV
- Tensión soportada normalizada a impulsos tipo rayo: 650 kV
- Potencia de cortocircuito máxima: Se estiman 5.000 MVA como dato preliminar, a confirmar con la compañía distribuidora.
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Régimen del neutro: Rígido a tierra.
- Tiempo de extinción de la falta: 0,5 s.

En base a los anteriores datos y al objeto de conseguir un alto grado de fiabilidad y garantías de servicios en la instalación, el nivel de aislamiento para esta instalación será, el siguiente:

- Tensión más elevada para el material: 145 kV.
- Tensión soportada a impulso tipo rayo: 650 kV.
- Tensión soportada de corta duración a 50 Hz 1 min: 275 kV.
- Distancia mínima de aislamiento entre fases y fase-tierra: 1300 mm.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.2.2. Sistema 30 kV:

Características eléctricas del sistema de 30 kV

- Tensión nominal: 30 kV
- Tensión máxima: 36 kV
- Tensión soportada corta duración a 50Hz: 70 kV
- Tensión soportada normalizada a impulsos tipo rayo: 170 kV
- Intensidad máxima de cortocircuito: 25 kA
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Régimen del neutro: Conexión a tierra mediante reactancia (500A)
- Tiempo de extinción de la falta: 0,5 s.

En base a los anteriores datos y al objeto de conseguir un alto grado de fiabilidad y garantías de servicios en la instalación, el nivel de aislamiento para esta instalación será, el siguiente:

- Tensión más elevada para el material: 36 kV.
- Tensión soportada a impulso tipo rayo: 170 kV.
- Tensión soportada de corta duración a 50 Hz 1 min: 70 kV.
- Distancia mínima de aislamiento entre fases y fase-tierra: 320 mm.

4.3. DESCRIPCIÓN GENERAL.

Las instalaciones principales de la subestación se pueden dividir en:

- Sistema de 132 kV, exterior.
- Sistema de 30 kV, interior.
- Sistema de control, comunicaciones y protección.
- Sistema de puesta a tierra.
- Servicios propios de la subestación.

En la subestación existirá un edificio con salas independientes para distintos usos.

4.3.1. Descripción de la Parte de Interior.

En el mencionado edificio se proyecta ubicar los dispositivos correspondientes al mando, señal, protecciones y equipos de medida de los Parques Eólicos, de la posición de transformador (132kV) y los armarios UCP y UCS de la posición de línea de evacuación, así como los equipos destinados a la medida de evacuación de los parques, y al telecontrol y telemando de la instalación por la compañía distribuidora.

Las salas de las que consta cada uno de los edificios son las siguientes:

- Edificio Control:
  - Sala de Celdas.
  - Sala de Control.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Oficina
- Sala de Residuos.
- Comedor
- Baños
- Vestuario
- Almacén y taller

4.3.2. Sistemas de 30 KV.

Los circuitos de 30 kV procedentes del P.E. son dirigidos hacia la sala de celdas de M.T. del edificio a construir en la SET. Se instalará una configuración de 30 kV de simple barra. El sistema de 30 kV a instalar constará de:

- Celdas M.T. P.E. Carrugueiro:
  - Una (1) celda de protección de línea, de interruptor automático.
  - Una (1) celda de medida
  - Una (1) celda de protección por fusible para el transformador de SS.AA.
  - Una (1) celda de protección por interruptor automático para el equipo de compensación de reactiva.
  - Una (1) celda de protección por interruptor automático para la protección del transformador de potencia.

El P.E. Pereiros compartirá evacuación con P.E. Carrugueiro. No obstante, dicho parque eólico está fuera del alcance de este proyecto. Las celdas que se contemplan para este parque serían las siguientes:

- Celdas M.T. P.E. Pereiros:
  - Una (1) celda de protección de línea, de interruptor automático.
  - Una (1) celda de medida

En el exterior se instalará un transformador de SS.AA, 30/0,4 kV de 50 kVA.

4.3.3. Sistema B.T.

En la sala de control se instalará:

- Equipo rectificador-batería 125 Vcc.
- Armario para equipo de comunicaciones de fibra óptica.
- Cuadros de servicios auxiliares de CA y CC.
- Bastidores de medida, protección y control.
- Dos ordenadores tipo PC para control de la subestación y del parque eólico.

4.3.4. Descripción de la Parte de Exterior. Sistema de 132 KV.

La configuración en el nivel de 132 kV de la Subestación, consta de una posición de transformador, una posición de barras y una posición de línea de evacuación.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

La energía generada es evacuada a través de un transformador de potencia, 30/132KV, 35 MVA (ONAN) y grupo de conexión Ynd11.

La evacuación de energía hacia la Línea Aérea de 132kV, se realiza a través de una posición de línea con capacidad para la evacuación de la totalidad de la potencia.

Para minimizar en la medida de lo posible el impacto ambiental de esta instalación se buscará reducir al mínimo las dimensiones de la subestación. Así pues, en la zona de intemperie se ubicarán únicamente el transformador de potencia 30/132 kV, el transformador de SS.AA., así como las posiciones de 132 kV necesarias que se ejecutarán con tecnología encapsulada de un equipo híbrido.

Cada una de las posiciones constará de los siguientes elementos:

- Posición de transformador:
  - 3 autoválvulas en el lado MT.
  - 3 autoválvulas en el lado AT.
  - Reactancia de P.A.T
  - 1 Seccionador Tripolar MT para reactancia
  - Transformador de potencia con regulación en carga, aislamiento y enfriamiento en aceite (incluido el depósito de recogida de aceite).
  - 1 Equipo hibrido de 132 kV.
    - 2 Seccionadores Tripolares Motorizados combinados con PAT.
    - Interruptor Tripolar con capacidad de corte en carga.
    - 3 Transformadores de Intensidad toroidales instalados en los bushings.
- Posición de barras:
  - 3 transformadores de tensión capacitivos.
  - 1 Seccionador Tripolar 132 kV para P.A.T.
- Posición de línea:
  - 3 transformadores de tensión inductivos en llegada de línea.
  - 3 autoválvulas conectadas lo más cerca posible del pórtico de entrada.
  - 3 botellas terminales.
  - 1 Equipo hibrido de 132 kV.
    - 2 Seccionadores Tripolares Motorizados combinados con PAT.
    - Interruptor Tripolar con capacidad de corte en carga.
    - 3 Transformadores de Intensidad toroidales instalados en los bushings.

El tratamiento final de todas las estructuras que compongan el parque de intemperie será galvanizado en caliente por inmersión, con un espesor resultante de 80 micras como mínimo. Posteriormente, y una vez montados en sus bancadas correspondientes, se pintará de acuerdo con la especificación que a tal efecto se facilitará.

Toda la tornillería de unión de las estructuras será de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación. Con respecto a este último punto, todas las piezas que

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

compongan las estructuras deberán salir de los talleres en donde se construyan totalmente mecanizadas y taladradas, con objeto de proceder a su galvanizado totalmente construidas, no permitiéndose una vez en el punto de montaje o ya montados ningún tipo de manipulación que no sea el escariado de los taladros para un correcto ensamblado por tornillos.

Las estructuras en su totalidad irán atornilladas a los pernos que se preverán al efecto en las fundaciones correspondientes, los cuales se colocarán antes del hormigonado mediante las plantillas oportunas.

La tubería de aluminio que formará los conductores de interconexión de la aparamenta será de aluminio, aleación 6063 y de 100 mm de diámetro exterior y 90 mm de diámetro interior. Para la unión entre estos tubos y los diferentes aparatos que componen la aparamenta, se emplearán racores de conexión de ánodo masivo, gran masa, especiales para altas tensiones, en evitación de pares galvánicos, los cuales estarán dotados de tornillería de acero inoxidable oculta.

El resto de conductores e interconexiones entre aparamenta de 132 kV, se realizarán con cable desnudo de aluminio.

La red de drenajes de la que estará dotada la instalación se ha diseñado teniendo en cuenta que se eviten acumulaciones peligrosas de agua en el interior de las canaletas donde irán alojados los cables.

Las unidades transformadoras irán alojadas en su módulo correspondiente. La parte superior del mismo será abierta y la inferior la formará el foso de recogida de aceite, sobre el que descansarán los carriles tipo RENFE (de 45 kg/m como mínimo para la rodadura de la máquina.

Se han previsto varios niveles de acceso para el parque de Alta Tensión. Se realizará un acceso desde el edificio a la posición de transformador y, desde esta, otro acceso a la de línea. Estos recintos estarán limitados por el vallado perimetral de subestación, y vallado interno.

4.3.5. Alturas y distancias adoptadas para exterior en 132 kV

Para la determinación de las alturas y de las distancias a mantener en la instalación proyectada se ha tenido en cuenta lo que sobre el particular se especifica en:

- Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT-12 y 15

Las distancias adoptadas son las siguientes, en base a una tensión de choque a onda normalizada 1,2/50 microseg. equivalente a 650 kV que soportará la instalación de 132 kV:

- Distancia entre fases en el aire: 3000 mm
- Distancia entre fase/tierra en el aire: 2500 mm
- Distancia entre conductor y estructura:7000 mm
- Distancia mínima en horizontal de parte conductora a cara interior de cerramiento:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5000 mm

- Distancia de cualquier punto en tensión al suelo: 4500 mm

4.4. RED DE TIERRAS INFERIORES.

La red de tierras inferiores será del tipo malla reticulada. Para la determinación de la retícula necesaria, deberán realizarse las medidas de la resistencia específica de los terrenos en los que se ubicará la instalación, considerándose estas mediciones de carácter obligatorio de acuerdo con lo estipulado en el ITC-RAT-013, dado el nivel de defecto al que puede verse sometida la instalación.

La tabla de resultados deberá incluir, de forma ineludible, como mínimo los datos siguientes:

- Numero de mediciones realizadas.
- Situación en plano de planta de los puntos ensayados.
- Resultados obtenidos en cada uno de ellos.
- Aparato o dispositivo con el que se han realizado.
- Fecha de la realización de los ensayos.

Con la tabla de resultados anterior, se realizará el diseño previo de la malla de tierra a instalar con la disposición de retícula que se estime oportuna y formada por los materiales adecuados, los cuales como mínimo deberán tener las siguientes características:

a) El conductor enterrado será de cobre electrolítico, de calidad semidura, y su sección no será inferior a 120 mm².
b) Las tiradas longitudinales y transversales de la retícula enterrada serán continuas no admitiéndose ningún tipo de empalme ni entre conductores ni entre este y las derivaciones a las estructuras.
c) La fijación de la malla a las estructuras se realizará mediante grapa para cable pasante de 95 mm² sobre a la estructura mediante tornillería de acero inoxidable, de la que derivará el cable de 120 mm² de toma de tierra de la aparamenta.

La puesta tierra concreta de los elementos integrantes de la aparamenta se realizará con cable de Cu de 120 mm². Este cable partirá de las grapas anteriormente indicadas. Mediante conexiones atornilladas y discurrirá por el interior de los soportes o de las estructuras altas, fijada a los mismos mediante piezas de soporte atornilladas cada metro.

La unión entre las diferentes tiradas continuas de cables para la formación de retículas se realizará mediante soldadura aluminotérmicas, no admitiéndose ningún tipo de conexión atornillada.

La unión de las mallas a las picas de tierra, si es que se decide su colocación, se realizará también con soldadura aluminotérmicas.

Una vez puesta la instalación en servicio, y totalmente concluida se realizarán las medidas de

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

las tensiones de paso y de contacto, bajo los siguientes condicionantes:

a) Estas mediciones se realizarán con los dispositivos adecuados que permitan simular el defecto de forma que la intensidad empleada en el ensayo sea como mínimo el 1% de la intensidad de defecto para la cual ha sido dimensionada la instalación sin que esta pueda ser inferior a 50 A.
b) Si realizadas las mediciones estas no fueran satisfactorias, se procederá a la ampliación a la modificación de la red de tierra instalada hasta conseguir los valores adecuados.

4.5. APANTALLAMIENTO

4.5.1. Protección externa

La subestación contará con un sistema de protección externa contra el rayo, para dar cobertura a la estructura de la instalación y los elementos situados en la intemperie contra los impactos directos de rayos.

A este fin, se empleará un sistema de protección externa mediante pararrayos con dispositivo de cebado (puntas activas), situado sobre el edificio.

La altura, situación, tiempo de cebado y nivel de protección del pararrayos empleado será definido en fase de construcción atendiendo a las siguientes normas de referencia:

- IEC 62305: Protection against lightning – Part 2: Risk management.
- UNE 21186:2011: Protección contra el rayo: Pararrayos con dispositivo de cebado.
- IEC 62561:2011: Componentes de protección contra el rayo (CPCR). Partes 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7).

Los componentes del sistema de protección contra el rayo estarán de acuerdo a la norma UNE-EN 62561-1:2012. Los elementos que componen este sistema son:

- Pararrayos con dispositivo de cebado.
- Conductor de bajada
- Sistema de puesta a tierra.

Conductores de bajada

El pararrayos estará unido a tierra a través de dos conductores de bajada ubicados en fachadas opuestas del edificio. Su trayectoria debe ser lo más rectilínea posible, siguiendo el trayecto más corto a tierra, evitando cualquier acodamiento o remonte brusco. Los conductores de bajada se ejecutarán mediante cable trenzado de cobre de sección mínima 50mm2, y diámetro de hilo entre 1,14 y 1,7mm, atendiendo a la norma UNE-EN 62561-2_2012

El bajante a tierra debe estar correctamente fijado y tensado, tomando como referencia 3

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

abrazaderas por metro de conductor.

Se debe proteger la parte inferior del bajante mediante un tubo de protección de 2 m como mínimo.

Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra garantizará una resistencia de puesta a tierra inferior a 10 Ohm, medido este valor sobre la toma de tierra del sistema aislada de cualquier otro elemento conductor.

Para cada conductor de bajada, la toma de tierra consistirá en conductores de la misma naturaleza y sección que las bajantes, dispuestos en forma de pata de ganso de grandes 7 m. de longitud y al menos a 50 cm de profundidad.

Adicionalmente, la toma de tierra del sistema de protección contra el rayo se unirá a la malla general de tierra de la SET al pie de cada bajante, mediante un dispositivo que permita la desconexión y que esté emplazado en registro de inspección.

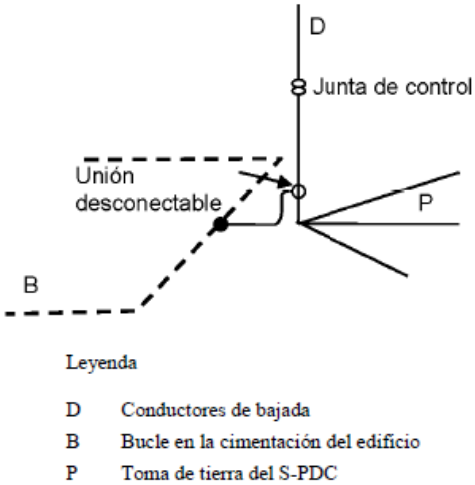


Imagen 1. Esquema PAT del sistema de protección contra rayos

4.5.2. Protección interna

La subestación contará con un sistema coordinado de protección contra sobretensiones transitorias, adecuado para salvaguardar las instalaciones de energía eléctrica, instalaciones de telefonía, comunicaciones o datos.

Atendiendo a la norma 60364-5-534, en instalaciones con sistema externo de protección contra el rayo, en el origen de la instalación se deben emplear DPS Tipo 1, con corriente de descarga nominal no inferior a 12,5 kV en configuración CT1

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

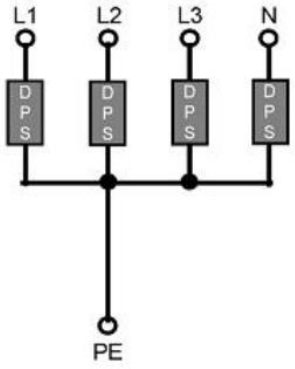


Imagen 2. Configuracion CT1

4.6. MANDO, CONTROL Y PROTECCIONES.

El mando, control y protección de la zona de exterior, así como el de la zona de interior, se centralizará en cuadros constituidos por paneles que se instalarán en las Salas de Control del edificio de control.

Estos cuadros estarán construidos en chapa de acero plegada y laminada en frío y su acabado, tanto interior como exterior se realizará a base de pintura sintética en doble capa secada al horno sobre imprimación antioxidante.

Los paneles así formados centralizarán todos los dispositivos de mando (conmutadores de símbolo y mando, selectores, conmutadores de enclavamiento o sincronización, etc) así como los de medida de valores eficaces instantáneos (amperímetros, voltímetros, watímetros, vármetros, etc), todos estos elementos anteriormente indicados irán en montaje empotrado en el frente del cuadro reservándose la parte interior del mismo para los relés auxiliares, interruptores de protección de los circuitos de control, bornes de conexión, etc.

También en la parte frontal de los paneles se ha previsto la colocación del sinóptico correspondiente al total de la posición 30/132 kV, así como los dispositivos de alarma que fueran necesarios (lámparas, pulsadores, racks de tarjetas de alarmas, etc). En uno de los paneles se instalarán los relés principales de protección que más adelante se indican.

La interconexión de todos los elementos instalados en estos paneles se realizará mediante cables unipolares flexibles, debiéndose adoptar como sección mínima para el mando, control, medida y circuitos de tensión, alarmas y enclavamientos 2,5 mm² y para los circuitos de intensidad 4 mm² como mínimo. El cableado se realizará mediante conductos de plástico tipo CANALIX o similar de unas dimensiones tales que su llenado no sobrepase en ningún caso más del 60% de la capacidad del mismo.

Todos los cables procedentes de las diversas zonas del parque de intemperie llegarán y serán

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

conectados a bornes dispuestas formando regleteros y desde estas hacia el interior partirá el cableado interno de los paneles. Todos los hilos estarán dotados de terminales de presión para una correcta conexión a los aparatos e irán identificados de forma indeleble mediante carátulas que indiquen la procedencia en cada uno de sus extremos.

Se han previsto interruptores magnetotérmicos de protección de cada uno de los circuitos generales de mando y de señal del calibre adecuado a sus consumos.

En toda la longitud del cuadro y sin interrupción estará instalada la barra general de tierra que tendrá una sección mínima de 35 mm².

Desde los paneles de mando podrán controlarse, como se ha dicho, la totalidad de la posición 30/132 kV desde el punto de vista de maniobras y de medidas instantáneas eficaces de intensidad, tensión y potencia.

Será, pues, desde este cuadro desde donde se realizará el mando a distancia de la nueva posición, mediante los conmutadores de giro (señal) y empuje (mando) que como se ha dicho irán insertos en el esquema sinóptico representativo de la instalación y que actuarán bajo el criterio de falsa posición con lámpara encendida.

No obstante, también podrán mandarse los diferentes órganos integrantes de la aparamenta de las zonas localmente, es decir desde los propios armarios de mando.

Con el objeto de evitar posibles malas interpretaciones o descoordinación de maniobras en operaciones de mantenimiento o simplemente de explotación, todas y cada una de las zonas irán dotadas de un conmutador manual de dos posiciones: "Local-Distancia".

En la primera de estas posiciones se reserva la totalidad del mando desde el punto de vista de maniobras a las órdenes dadas sobre los propios mandos de la aparamenta, quedando bloqueadas todas aquellas que puedan emanar del cuadro de control. En el caso de que el mencionado conmutador esté en posición "Distancia" se desbloquearán las ordenes procedentes del cuadro de control, pero seguirá siendo posible el control de maniobras desde el mando propio de la aparamenta.

Los enclavamientos principales, como parte integrante del mando, se han previsto son los siguientes:

a) Si las cuchillas principales de los seccionadores de línea están insertadas no podrán maniobrarse las correspondientes de puesta a tierra, y viceversa.
b) Si el disyuntor de una zona está cerrado no podrá realizarse maniobra alguna con los seccionadores correspondientes de esa zona.
c) En las zonas de transformador las protecciones internas del mismo y la protección diferencial producirán los disparos simultáneos en ambas tensiones.
d) En aquellos accionamientos que estén dotados de manivela para maniobras locales manuales estarán previstos de forma que la inserción de esta presuponga la anulación de las órdenes dadas eléctricamente desde cualquier punto.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Los equipos que se han previsto queden contenidos en estos paneles de mando y protecciones serán los siguientes:

4.6.1. Mando y Control

El mando y control de la Subestación será de tipo digital y estará constituido por:

- Una (1) unidad de Control de Subestación (UCS), dispuesta en un armario de chapa de acero en el que se ubicarán, además de la unidad de control propiamente dicha, una pantalla y un teclado en el frente, un reloj de sincronización GPS, una unidad de control para la adquisición de las señales de los servicios auxiliares y una bandeja para la instalación de los módems de comunicación con el Telemando.
- Una Unidad de Control de Posición (UCP) por cada posición de la Subestación, constituida por un rack de 19”, ubicada en el armario de control y protecciones.
- Desde cada UCP se podrá controlar y actuar localmente sobre la posición asociada, y desde la UCS se podrá controlar cualquiera de las posiciones, así como disponer de información relativa a medidas, alarmas y estado del sistema en general.

Se instalarán los conmutadores de símbolo y mando de disyuntores y seccionadores y los de solo símbolo en la puesta a tierra. Estos conmutadores de giro y empuje luminosos serán para funcionamiento bajo el criterio de lámparas apagadas, y su montaje será empotrado.

En la parte superior de los paneles se instalarán los aparatos de medida instantánea de valores eficaces teniendo en cuenta que para todas las zonas estos aparatos son: amperímetro, voltímetro, watímetro (a través de convertidores).

Se instalará también un equipo analizador de redes que permita la lectura y registro de los parámetros fundamentales de la posición 30/132 kV.

Todos los aparatos de medida anteriores serán de clase 1,5, marco cuadrado de 96x96 o 72x72 mm. El alcance de los amperímetros los hará aptos para la conexión x/1A y su escala será legible entre el 10% y el 50% del valor de fin de escala, estando comprimida la graduación entre el 50% y el 100%. Los voltímetros serán utilizados para medir la tensión entre fases, por lo que serán adecuados para conexión a transformador de tensión x/110 V

Su escala será legible entre el 10% y el 100% del valor del fin de escala, siendo este igual al 110% de la tensión nominal del transformador de tensión. Las cifras, divisiones y agujas serán negras sobre fondo blanco.

En la parte media de los paneles se montará el esquema sinóptico de la zona correspondiente en el que se insertarán los conmutadores de símbolo y mando anteriormente indicados. Este sinóptico será de latón de 6 mm de anchura y se fijarán mediante tornillería especial a los paneles previamente taladrados. El esquema sinóptico representará la situación geográfica real de las diferentes zonas.

En todos los paneles además se instalarán, si se decide así, los conmutadores

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

correspondientes a las posiciones "Local-Remoto-Telemando-0" dotados de los contactos necesarios para realizar estas funciones.

En el panel correspondiente al transformador de potencia también se montarán los conmutadores correspondientes para el mando de la ventilación (Manual-Automático), mando de los reguladores (Manual-Automático) e indicadores de posición de la regulación en carga.

En el interior de los paneles y repartidos entre ambos costados se instalarán los relés auxiliares que fueran necesarios, los interruptores magnetotérmicos de protección de los circuitos de mando (32A), señal (16A), así como los convertidores de medida para el telemando.

En las partes inferiores de los laterales, así como en la parte baja de los paneles se dispondrán los diferentes regleteros de bornas a las que se conectarán todos los cables de mando y de control procedentes de las diferentes zonas. Estas bornas deberán ser del tipo paso-paso, paso-salida siendo su material de contacto cobre, estarán perfectamente identificadas de acuerdo con los esquemas y coincidentes con ellos, su capacidad para cables será como mínimo de 6 mm² para el mando control y señales y de 16 mm² como mínimo para los circuitos de intensidad y de tensión procedentes de los transformadores de medida. La reserva de espacio en los mencionados regleteros será como mínimo del 20% del total de todas las bornas que lo compongan.

Los cables internos del cableado se alojarán en el interior de canaletas de plástico ranuradas y provistas de tapas desmontables. La identificación de los mismos se realizará mediante ferrules de plástico con inscripciones indelebles colocados en ambas puntas de cada cable. El ferrul de una punta indicará la borna o aparato a la cual está conectado el otro extremo del cable, no debiéndose identificar aquellos cables que sean puentes entre bornas de un mismo aparato y no entren en las canaletas ya indicadas. El conexionado a las bornas de los aparatos o de los regleteros se realizará mediante terminales de compresión preaislados de la sección adecuada.

Todos los aparatos instalados en los diferentes paneles llevarán su correspondiente identificación en material plástico indeleble, por la parte interior del cuadro.

Esta identificación se compondrá de la numeración ASA de acuerdo con la función desarrollada y de la letra asignada en los esquemas de cableado.

4.6.2. Protección:

Se instalarán un armario de control y protecciones por cada posición de transformador y de línea, que incluirá el control y protección de la línea y las medidas y las protecciones propias de un sistema de generación.

Los armarios de control y protección estarán compuestos por chasis construidos con perfiles metálicos, cerrados por paneles laterales fijos, acceso anterior con chasis pivotante y puerta frontal de cristal o policarbonato ignífugo, lo cual permite una gran visibilidad, protección

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

contra polvo y suciedad, y fácil manejo y acceso a los aparatos instalados.

Para la línea de evacuación 132 kV se instalarán los siguientes equipos de protección:

- Una protección principal de distancia (21) de tres fases y tierra con teleprotección funcionando en esquema de distancia escalonada, con función adicional de sobreintensidad direccional de neutro (67N) de reserva integrada y reenganchador (79) incorporado. El disparo será trifásico y deberá llevar la función oscilo incorporada.
- Una protección diferencial (87) de línea.
- Un relé de sincronismo (25).
- Localizador de defectos.
- Oscilografía
- Máxima intensidad no direccional de fases (51) y no direccional de tierras (51N)
- Además, dado que la evacuación será subterránea, se incluye una protección de soterramiento (PSOT), cuya misión será bloquear el reenganche en caso de detectar una falta en la zona soterrada, y una protección por imagen térmica (49).

La función de supervisión de las primeras bobinas de disparo se integrará en la protección de distancia principal.

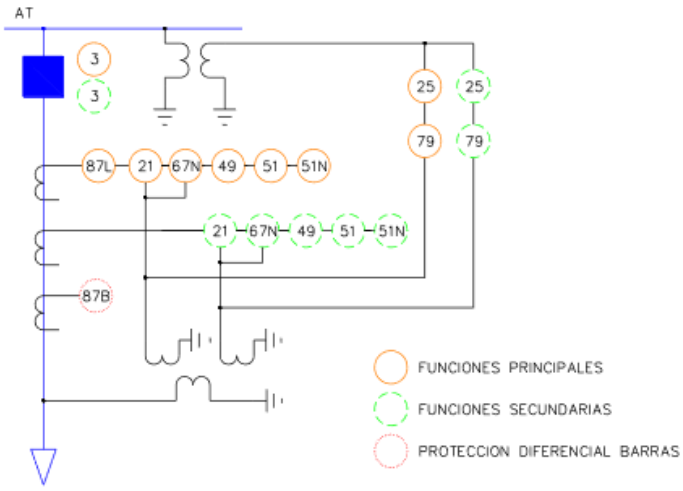


Imagen 3. Protecciones de linea de evacuación.

Para el transformador se instalarán los siguientes equipos de protección:

- Un equipo de control de posición (UCP) con multiconvertidor incorporado para dar las señales de tensión, intensidad, potencia activa y reactiva.
- Un relé con las funciones de protección de sobreintensidad de fase y neutra instantánea (50,50N), sobreintensidad de fase y neutro temporizada (51, 51N), supervisión de bobinas (3).
- Una protección diferencial de transformador (87T).
- Un equipo de regulación de tensión (90).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Relé de mínima frecuencia (81m)
- Relé de sobretensión homopolar (59 N)
- Oscilografía.

Para la reactancia de puesta a tierra:

- Un equipo de protección de sobreintensidad de tres fases y neutro para proteger instantáneamente la reactancia de puesta a tierra y temporizada de neutro para faltas en el cable de potencia desde las bornas de baja del transformador hasta la posición de entrada de las celdas de media tensión. (50G/51G).
- Relé de imagen térmica de P.A.T. (49)

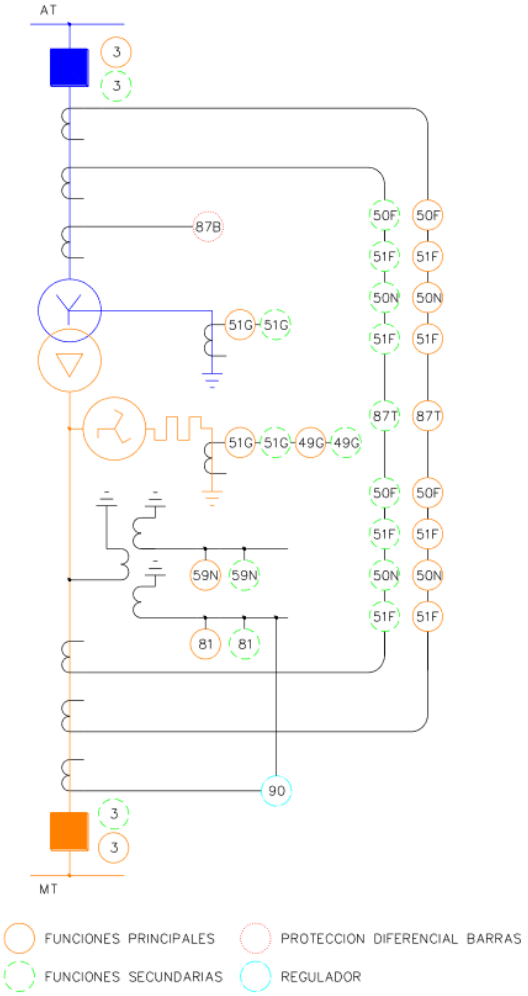


Imagen 4. Protecciones del transformador.

Para la celda del transformador (30 kV):

- Un equipo integrado de protección y control (UCP) que incluye las funciones de protección de sobreintensidad de fase y neutro instantánea (50, 50N), sobreintensidad de fase y neutro temporizada (51, 51N), supervisión de bobinas (3) y reenganche

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

(79).

- Un convertidor de potencia activa y reactiva.
- Un contador con registrador integrado para que el despacho tenga los pulsos de energía activa y reactiva.
- Además de las funciones propias del transformador:
- Imagen térmica (49).
- Relé Buchholz (63)
- Temperatura (26)

Para la celda de línea:

- Un equipo integrado de control y protección de posición (UCP) que incluye las funciones de sobreintensidad de fase y neutro instantáneas (50, 50N), sobreintensidad temporizada de fase y neutro sensible (51-51Ns), supervisión de bobinas (3) y reenganche (79).

4.7. EQUIPO DE MEDIDA

Se instalará un equipo de precisión por cada parque para la compra-venta de energía. Será necesario por lo tanto la instalación de un equipo principal en el lado de 30 kV y de un equipo redundante, para la comprobación de la medida, en el lado de 132 kV. Este equipo irá montado en unos armarios autosoportados. Adicionalmente, y para cumplir dicha función, en estos armarios se instalarán:

- Tres contadores principales y tres contadores redundantes combinados de activa/reactiva a cuatro hilos clase 0,2S en activa y 0,5 en reactiva, bidireccional, con emisor de impulsos, 3x110v3 V y 3x5 A, simple tarifa y montaje empotrado.
- Tres módulos tarificadores principales y tres módulos tarificadores redundantes de cuatro entradas con reloj interno incorporado y salida serie de comunicaciones.

Los transformadores de intensidad y los transformadores de tensión para medida del parque con las precisiones pertinentes se instalarán en las celdas de medida.

La medición será independiente para cada parque.

4.8. SISTEMA DE TELEMANDO.

La instalación que se pretende deberá quedar preparada para ser insertada en el sistema general de telemando de la compañía distribuidora a través de la fibra óptica que se instalará en la línea eléctrica de evacuación.

El volumen de información previsto para este sistema será en principio, el siguiente:

- Medidas de intensidad de fase.
- Medida de tensión entre fases.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Ordenes de apertura y cierre de disyuntores.
- Ordenes de apertura y cierre de seccionadores.
- Señal de posición de interruptores.
- Señal de posición de seccionadores.
- Señal de posición de cuchillas de puesta a tierra.
- Alarma de disparo de protecciones.
- Alarma de falta de tensión de mando por zona.
- Alarma de falta de tensión de señal por zona.

Deberán dotarse de contactos libres de potencial a aquellos elementos que no los tuvieran para esta misión específica.

Dado que en los paneles de mando de cada una de las zonas estarán los conmutadores de Local-Telemando, estos estarán dotados de al menos un contacto libre de potencial que se empleará para la indicación de la posición del mismo.

Los equipos de comunicaciones a instalar se alimentarán desde una fuente conmutada con tensión de salida de 48 Vcc, que se instalará en uno de los armarios de la sala de control.

4.9. SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares necesarios para la instalación procederán del transformador de servicios auxiliares protegido desde una de las cabinas de 30 kV, que será la alimentación principal.

En caso de caída del transformador de servicios auxiliares o de alguno de los elementos que componen el sistema, se contará con un grupo electrógeno que alimentará directamente los cuadros de servicios auxiliares para no interrumpir la alimentación de los sistemas correspondientes.

4.9.1. Servicios auxiliares de corriente alterna.

Para disponer de estos servicios se ha previsto la instalación de un transformador que se montará en el exterior del edificio.

Este transformador se conecta a su correspondiente celda de 30 kV de alimentación a servicios auxiliares y, a su vez, alimenta en baja tensión el cuadro de servicios auxiliares situado en el edificio de mando y control.

Los servicios a alimentar serán los siguientes:

- Calefacción de las celdas de 30 kV.
- Calefacción de los mandos de seccionadores y disyuntores.
- Tomas de corriente de dichos mandos.
- Alimentación de motores de accionamientos de aparamenta, si se decidiera que estos fueran en corriente alterna.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Alimentación a los armarios de regulación del transformador.
- Alimentación de los dispositivos de ventilación forzada del transformador.
- Instalación eléctrica de Baja Tensión del Edificio de Control.
- Instalación de alumbrado y fuerza de la parte de exterior.

El sistema de alimentación de los circuitos enumerados se realizará en bucle mediante interruptores magnetotérmicos tetrapolares del calibre adecuado, pero que en ningún caso serán inferiores a 32 A, dotados de contactos auxiliares.

4.9.2. Servicios auxiliares de corriente continua.

Para la tensión de corriente continua se ha proyectado la instalación de dos equipos compactos rectificador-batería de 125 Vcc., uno principal que alimentará los circuitos de control y fuerza y otro de reserva, para la alimentación redundante de la unidad de control de subestación y de las segundas bobinas de disparo.

Los dos equipos funcionan ininterrumpidamente y durante el proceso de carga y flotación su funcionamiento responde a un sistema prefijado que actúa automáticamente sin necesitar de ningún tipo de vigilancia o control, lo cual da mayor seguridad en el mantenimiento de un servicio permanente.

También se instalará un equipo compacto rectificador-batería de 48 Vcc para comunicaciones.

Los servicios alimentados en corriente continua serán los siguientes:

- Circuitos de mando de interruptores y seccionadores.
- Motores de seccionadores y disyuntores.
- Circuitos propios de paneles de cuadro de mando (uno por zona)
- Circuitos de mando para las segundas bobinas de disparo de los interruptores (independientes por tensión), si los hubiera.
- Circuitos de señal propios de los paneles de mando (uno por zona).

Todas estas alimentaciones se realizarán mediante bucles protegidos con interruptores magnetotérmicos especiales para corte en corriente continua dotados de contactos auxiliares.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.10. DESCRIPCIÓN DE APARAMENTA PARQUE DE INTEMPERIE.

El parque de intemperie dispondrá, para el control y protección, los siguientes elementos:

- Reactancia de P.A.T.
- Seccionador de P.A.T.
- Transformador de Potencia
- Transformador de Tensión
- Equipo híbrido 132 kV
- Aisladores Rígidos
- Pararrayos Autoválvulas
- Botellas terminales

Además, se utilizarán aisladores de soporte anclados a cimentaciones para soportar los distintos elementos.

4.10.1. Reactancia de P.A.T.

Para limitar la corriente de defecto a tierra en el lado de 30 kV se dispondrá de una reactancia de puesta a tierra.

Esta reactancia podrá desconectarse del transformador principal mediante un seccionador tripolar de accionamiento manual. La reactancia será adecuada para uso intemperie y para operar bajo las condiciones de servicio descritas en el apartado condiciones ambientales.

La corriente de limitación se fija en 500 A, 3 segundos.

Estará equipada con tres transformadores de intensidad de 300/5A 15VA 5P20. Las características de esta reactancia son:

- Tensión nominal: 30 kV
- Tensión de aislamiento: 36 kV
- Frecuencia:50 Hz
- Intensidad de defecto a tierra por el neutro:500 A
- Duración del defecto a tierra por el neutro:3 s
- Aislamiento de partes activas:Seco
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 50 Hz:70 kV
- Tensión soportada a onda de choque tipo rayo 1,2/50 µs:170 kV

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.10.2. Seccionador de P.A.T.

Se empleará un seccionador tripolar de montaje exterior con las siguientes características básicas:

SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA	
Ur (kV)	36
Ir (A)	630
Línea de fuga (mm)	900
Apertura	Vertical

4.10.3. Transformador de Potencia.

Se instalará un transformador de potencia trifásico de 35 MVA de potencia y relación nominal 132/30 kV, en baño de aceite, sobre una bancada situada en la zona del parque intemperie.

El transformador será de intemperie, y deberá operar bajo las condiciones de servicio descritas en el apartado de condiciones ambientales.

Dispondrá de regulación de tensión en carga, y refrigeración por aceite. Incluirá todos sus accesorios, incluido depósito de recogida de aceite.

El transformador dispondrá de las siguientes características eléctricas:

- Frecuencia 50 Hz.
- Distancia de fuga mínima a tierra: 1300mm.
- Nivel aislamiento primario [KV]: 145
- Nivel aislamiento secundario [KV]:36
- Tensión nominal de aguante al impulso por rayo en nivel de tensión de 132 kV: 650 kV
- Tensión nominal de aguante al impulso por rayo en nivel de tensión de 30 kV: 170 kV
- Potencia nominal en servicio continuo: 35 MVA
- Tipo de refrigeración: ONAN
- Baño: Aceite
- Instalación: Intemperie
- Tensión Nominal A.T. en vacío (Primario) . 132 ± 10 x 1.5% kV
- Tensión Nominal B.T. en vacío (Secundario) . 30 kV
- Grupo de conexión. Ynd11

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.10.4. Transformadores de tensión 132kV

Es necesario instalar transformadores de tensión en la posición de línea del parque de intemperie.

Para alimentar los diversos aparatos de medida y protección de circuitos de 132 kV se ha previsto la instalación de transformadores de tensión inductivos, cuyas características eléctricas esenciales son las siguientes:

Tabla 1- Características generales del modelo de transformador de tensión inductivo

TRANSFORMADOR DE TENSIÓN INDUCTIVO	
Relación de transformación	132:√3 / 3x110:√3 – 110:3
Relación	1200
Tensión	145 kV
Potencia y Clases de Precisión	
Secundario 1 (Medida Fiscal)	25 VA Cl 0,2s
Secundario 2 (Protección)	30 VA Cl 3P
Secundario 3 (Protección)	30 VA Cl 3P
Secundario 4	50 VA Cl 3

4.10.5. Módulo híbrido

Se prevé la instalación de módulos híbridos, para uso intemperie y para operar bajo las condiciones de servicio descritas en el apartado condiciones ambientales.

El módulo híbrido integrará las siguientes funciones:

- Interruptor trifásico
- 2 seccionadores para simple barra combinados con el seccionador de PAT
- Transformadores de intensidad toroidales instalados en los bushings.

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

- Frecuencia nominal 50 Hz
- Tensión nominal (Um) 145 kV (ef)
- A frecuencia industrial (50 Hz 1 m) 275 kV (ef)
- Con onda normal 1,2/50 microseg (BIL) 650 kV (cr.)
- Intensidad nominal 3150 A
- Corriente soportada de breve duración (1 seg) 40 kA
- Corriente soportada de pico 100 kA

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

INTERRUPTOR:

- Tipo LTB-D
- Corriente máxima de apertura en cortocircuito 40 kA
- Corriente máxima de cresta (cierre y apertura) 100 kA
- Comando Accionamiento tripolar a resorte
- Secuencia nominal de operación O-3min-CO-3min-CO
- Tiempo de apertura <= 25ms
- Tiempo de interrupción <= 47ms
- Tiempo de cierre <= 42ms
- Tensión nominal de alimentación de los circuitos auxiliares: 110-125 VDC

SECCIONADOR / SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA:

- Comando accionamiento tripolar con motor
- Tensión nominal de alimentación de los circuitos auxiliares: 110-125 VDC

AISLADORES PASANTES:

- Tensión nominal 145 kV
- Tensión soportada de corta duración: 230 kV
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo: 550 kV
- Distancia de arco 1304 mm / 1633 mm
- Línea de fuga 4670 mm / 5462 mm
- Carga de rotura a flexión: 10.000 N
- Carga de rotura a torsión: 4.000 N

TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD:

- Tipo anillo CT
- Instalación sobre bushings de equipo híbrido.
- Tensión nominal (Um) 132 kV
- Tensión de aislamiento 145 kV
- Tensiones de prueba (50 Hz,1 min) 275 kV
- Onda normal (1,2/50 ns) 650 kV
- Intensidad limite térmica 31,5 kA
- Intensidad limite dinámica 80 kA
- Relación de transformación:
    - Intensidad primaria 300-600 A
    - Intensidad secundaria. 5-5-5-5 A
- Potencias y clases de precisión:
    - 1 núcleo 15 VA cl.0,2s
    - 2” 30 VA Cl 5P20
    - 3" 30 VA Cl 5P20
    - 4" 50 VA Cl 0,5

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

En el caso de que no sea posible implementar los cuatro devanados secundarios en un mismo conjunto trifásico de transformadores de intensidad, se permitirá instalar dos conjuntos uno en los bushings de entrada y otro en los de salida del equipo híbrido de 132 kV.

4.10.6. Autoválvulas

Se instalarán autoválvulas de 132 KV en el lado de 132kV del transformador de potencia, y en la salida de la línea de evacuación.

Se instalarán autoválvulas de 36 kV en el lado de 30 kV del transformador de potencia.

Los pararrayos a instalar serán de óxido metálico de clase 1, servicio intemperie, para operar en un sistema de tensión nominal de 132 kV y tensión máxima de 145 kV. Estarán equipados con zócalo aislante y contador de descargas.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (132 KV):

- Tensión nominal 132 kV
- Clase de descargas: IEC Clase 1
- Intensidad de descarga 10 kA
- Tensión residual máxima con onda de corriente:
- 10 kA (onda 8/20 µs) 301 kV (min)
- 20 kA (onda 8/20 µs) 329 kV (min)
- Impulso de corriente de larga duración onda 2000 µs 1600 A
- Línea de fuga: 31 mm/kV
- Resistencia mecánica:18.000 N
- Servicio exterior.
- Contador de descargas incluido

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (30 KV):

- Tensión nominal 30kV
- Clase de descargas: IEC Clase 1
- Intensidad de descarga 20 kA
- Tensión residual máxima con onda de corriente:
- 10 kA (onda 8/20 µs) 68,3 kV (min)
- 20 kA (onda 8/20 µs) 74,8 kV (min)
- Impulso de corriente de larga duración onda 2000 µs 1600 A
- Línea de fuga: 31 mm/kV
- Servicio exterior.
- Contador de descargas incluido.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.10.7. Aisladores soporte.

El embarrado tubular irá soportado mediante aisladores rígidos montados en soportes anclados a las cimentaciones. Estos aisladores de apoyo presentan las siguientes características:

AISLADORES DE SOPORTE 30 kV:

- Altura total 445 mm
- Línea de fuga mínima: 576 mm
- Tensión nominal (Un) 30 kV
- Tensión máxima (Um) 36 kV
- Tensión a impulso con onda normal 1,2/50 ns 170 kV
- Carga de rotura
- Flexión 6 kN (min)
- Torsión 1.5 kN (min)

AISLADORES DE SOPORTE 132 kV:

- Altura total 1500 mm
- Línea de fuga mínima 2320mm
- Tensión nominal (Un) 132 kV
- Tensión máxima (Um) 145 kV
- Tensión soportada bajo lluvia 50Hz 275 kV
- Tensión a impulso con onda normal 1,2/50 ns 650 kV
- Carga de rotura
- Flexión 6 kN (min)
- Torsión 3.0 kN (m)

4.10.8. Botellas terminales

Se instalarán botellas terminales para la conversión aéreo-subterránea hacia la línea de evacuación, montadas en soportes anclados a las cimentaciones. Estos terminales presentan las siguientes características:

- Tensión nominal de línea: 132 kV
- Tensión máxima del sistema: 145 kV
- Tensión máxima de impulso: 650 kV
- Secciones Transversales de Conductor: 185-2000 mm2
- Distancia de fuga: 4300 mm
- Montaje sobre estructura tipo pedestal
- Salida de fibra óptica
- Material Aislador: Composito.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.10.9. Conductores, Racores y piezas de conexión a emplear en 132 kV

Los conductores e interconexiones entre aparamenta, se realizarán con cable desnudo de aluminio.

Para la interconexión de los diferentes elementos constitutivos de la aparamenta se utilizarán piezas de conexión de las del tipo "gran masa" (ánodo pasivo) dotados de tornillería de acero inoxidable oculta. Los criterios para la elección de los mismos deberán ser como mínimo los siguientes:

a) Todos los disyuntores deberán equiparse tanto en sus bornes de salida como en las de entrada de racores extensibles con al menos dos conexiones flexibles. Estas conexiones flexibles podrán ser trasladadas a los puntos opuestos de dichos órganos, con la condición de que estos queden entre piezas cuya flexibilidad asegure la absorción de vibraciones por maniobras.
b) Para los embarrados generales se utilizarán racores fijos sobre aislador en ambos extremos. A continuación, y de forma alternativa se montarán deslizantes y de expansión con al menos cuatro conexiones flexibles.

Sea cual sea la conexión rígida a realizarse, y antes de llevarse a cabo ésta, los puntos de contacto deberán ser tratados previamente mediante aditivo tipo PENETROX o similar que asegure la perfecta conexión.

4.11. DESCRIPCIÓN DE PARQUE INTERIOR.

4.11.1. Características Técnicas

- Tensión nominal 36 kV
- Tensión de servicio 30 kV
- Tensiones de ensayo
  - a frecuencia industrial 70 kV
  - a onda de choque 1,2/50 µs 170 kV
- Intensidad nominal de desconexión al c.c. 25 kA
- Intensidad nominal de conexión al c.c. 63 kA
- Intensidad nominal embarrado a 40ºC 2000 A
- Embarrado trifásico, aislamiento en SF6 Dimensiones aproximadas de cada celda
- Altura 2.350 mm
- Anchura 600 mm
- Profundidad 1.250 mm

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.11.2. Prescripciones

Las instalaciones de maniobra cumplirán con las siguientes prescripciones y reglamentaciones en vigor:

- DIN VDE 0670, parte 301, parte 6 y parte 1000
- DIN VDE 0111
- Directriz PEHLA nº4
- CEI 56, 694
- CEI 298 con apéndice AA así como CEI 265, 420, 129 y 71

4.11.3. Clases de Protección

El grado de protección según normas CEI 529 1976, para ejecución normal es IP 65.

4.11.4. Construcción

Las celdas estarán construidas por un contenedor soldado herméticamente que aloja a las partes de alta tensión del interruptor de potencia y del seccionador de tres posiciones. El contenedor es de acero inoxidable resistente a la corrosión.

Todos los pasatapas están soldados en el contenedor sin juntas, los pasatapas mecánicos trabajan con fuelles metálicos.

La instalación de maniobra es una instalación libre de mantenimiento, con blindaje metálico tripolar y aislada por SF6.

La instalación queda herméticamente cerrada durante toda su vida útil (> 30 años).

Las celdas individuales están unidas fuera de los recintos de gas mediante barras colectoras con aislamiento sólido de caucho de silicona. No se precisan trabajos de gas ni durante el montaje local ni para ampliaciones de la instalación.

Los accionamientos del interruptor de potencia y del seccionador de tres posiciones se encuentran fuera del recinto de gas, siendo accesibles en cualquier momento. Los accionamientos son libres de mantenimiento.

Los transformadores de tensión e intensidad se encuentran fuera del recinto de gas.

Los cables se conectan por delante. Se encuentran a un mismo nivel uno al lado del otro y a una altura cómoda para el montaje.

4.11.5. Enclavamientos

Los interruptores de potencia y los seccionadores de tres posiciones están enclavados mecánicamente entre sí.

4.11.6. Celda de Salida a Transformador de Potencia

Celda de interruptor automático, de simple embarrado con aislamiento en SF6, con canal de

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

expulsión de gases, con interruptor de potencia de corte en vacío, conteniendo en su interior:

- Simple embarrado para 2000 A, aislado en caucho de silicona.
- 3 Tubos de vacío que conforman el interruptor enchufable de 36 kV, 25 kA, 2000 A.
- Accionamiento motorizado a 125 Vcc.
- 3 Transformadores de intensidad, fuera del contenedor de SF6, antes de los terminales de conexión de cables, de relación: 2000 A/5 A, 10 VA 5P20
- 3 Hembras para la conexión de tres indicadores capacitivos de tensión en el frontal de la celda.
- 1 Conector hembra para conector enchufable del cable de potencia (2 por fase).
- 1 Armario de baja tensión, equipado con amperímetro, relé de sobreintensidad 3F+N, relé de resistencia de neutro, bloques de ensayo, conmutador local- telemando, relés auxiliares, interruptores automáticos, bornas, etc.

4.11.7. Celda de Llegada de los Circuitos de los Aerogeneradores

Celda de interruptor automático, de simple embarrado con aislamiento en SF6, con canal de expulsión de gases, con interruptor de potencia de corte en vacío, conteniendo en su interior:

- Simple embarrado para 630 A, aislado en caucho de silicona.
- 3 Tubos de vacío que conforman el interruptor enchufable de 36 kV, 25 kA y 630 A. Accionamiento motorizado a 125 Vcc.
- 3 Transformadores de intensidad, fuera del contenedor de SF6, antes de los terminales de conexión de cables, de relación: 300 A/5 A, 10 VA 5P20
- 1 Seccionador de puesta a tierra.
- 3 Hembras para la conexión de tres indicadores capacitivos de tensión en el frontal de la celda.
- 1 Conector hembra para conector enchufable del cable de potencia (1 por fase).
- 1 Armario de BT, equipado con amperímetro, relé de sobreintensidad 3F+N, bloques de ensayo, conmutador local-telemando, relés auxiliares, interruptores automáticos, bornas, etc.

4.11.8. Celda de Medida de Barras

Celda de simple embarrado con aislamiento en SF6, con canal de expulsión de gases, conteniendo en su interior:

- Simple embarrado para 630 A, aislado en caucho de silicona.
- 3 Transformadores de tensión, encapsulados metálicamente, protegidos contra contactos, de relación:30.000:√3/110: √3-110: √3-110: √3V-110: √3V; 20 VA cl. 0,2 (3 devanados de medida); 50 VA cl. 5P20 (1 devanado de protección).
- 3 Transformadores de intensidad, de relación: 300 A-600/5-5-5-5-5 A, 5 VA cl. 0,2s (4 devanados de medida); 15VA, 5P20 (1 devanado de protección)
- 1 Armario de baja tensión, equipado con voltímetro, conmutador de voltímetro, relé

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

de máxima y mínima tensión, bloques de ensayo, relés auxiliares, interruptores automáticos, bornas, etc.

4.11.9. Celda de Servicios Auxiliares

Celda protección por fusibles, de simple embarrado con aislamiento en SF6, con canal de expulsión de gases, conteniendo en su interior:

- Simple embarrado para 400 A, aislado en caucho de silicona.
- 1 Seccionador fusible de 400 A Accionamiento motorizado a 125Vcc.
- 1 Armario de baja tensión, equipado con relés auxiliares, interruptores automáticos, bornas, etc.

4.11.10.Celda de Banco de Condensadores

Celda protección por fusibles, de simple embarrado con aislamiento en SF6, con canal de expulsión de gases, conteniendo en su interior:

- Simple embarrado para 400 A, aislado en caucho de silicona.
- 1 Seccionador fusible de 400 A Accionamiento motorizado a 125 Vcc.
- 1 Armario de baja tensión, equipado con relés auxiliares, interruptores automáticos, bornas, etc.

4.11.11.Banco de Condensadores

Se debe tener en cuenta en el diseño, la necesidad de cumplir con las restricciones de compensación de energía reactiva definidas por el código de red.

A tal efecto se consideran baterías de condensadores de doble estrella con neutro conectado. La potencia del banco de condensadores deberá confirmarse con el correspondiente estudio de red a fin de cumplir con un factor de potencia de 0,95.

4.11.12.Transformador de Servicios Auxiliares

La alimentación normal de los servicios auxiliares de los equipos requeridos para el control y funcionamiento de la subestación se realizará por los transformadores de servicios auxiliares 400-230 V y frecuencia de 50 Hz, el transformador dispone de regulación de tensión sin carga.

Estos transformadores se conectan a los cuadros principales de servicios auxiliares de corriente alterna mediante los correspondientes interruptores perfectamente enclavados.

- Potencia nominal en servicio continuo. 50 kVA
- Nº de fases. 3
- Frecuencia. 50 Hz
- Tipo: Aceite
- Tipo de refrigeración: AN
- Instalación: Interior
- Tensión Nominal A.T. en vacío (Primario): 30 kV ± 4x2,5%

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Tensión Nominal B.T. en vacío (Secundario): 400-230 V
- Arrollamiento A.T. en. Triangulo
- Arrollamiento B.T. en. Estrella
- Grupo de conexión. Dyn11

4.11.13.Cables 18/30 kV

Los cables aislados en el nivel de 30 kV de la subestación tendrán las siguientes características:

- Tensión nominal del cable (Uo/U): 18/30 kV.
- Normas de construcción y ensayo:
  - Resistencia a la propagación del incendio.
  - Mínima emisión de humos densos y oscuros.
  - Mínima emisión de gases tóxicos y corrosivos.
- Designación: RH5Z1-OL 18/30 kV.
- Aislamiento: Polietileno reticulado de cadena cruzada (XLPE).
- Cubierta: Poliolefina.
- Pantalla: Cobre H16 mm²

4.12. Descripción de Sistema BT

4.12.1. Grupo Electrógeno

En caso de caída de los transformadores de servicios auxiliares o de alguno de los elementos que componen el sistema, se contará con un grupo electrógeno que alimentará directamente los cuadros de servicios auxiliares para no interrumpir la alimentación de los sistemas correspondientes.

A este fin se contempla un grupo electrógeno, de potencia 50 kVA, con un depósito de 200 litros de gasolina.

Potencia nominal	**50 kVA/ 40 kW**
Frecuencia	**50 Hz**
Régimen de fto	**1500 rpm**
Tensión estándar	**400/230 V**
Factor de potencia	**0,8**
Servicio	**Intemperie**

4.12.2. Rectificador/Cargador de Baterias y Baterias de 125 Vcc.

Para la alimentación de los servicios auxiliares de corriente continua de la subestación se dispondrá de los sistemas siguientes:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- 1 Equipo rectificador y cargador baterías para 125 V de corriente continua, con baterías de 125 Vcc para asegurar la alimentación de relés de protección y operación de la aparamenta de 132 kV y 30 kV y sus cuadros de distribución asociados con una autonomía mínima de 10 horas.
- 1 Conversor 125/48 V de corriente continua para la alimentación de los equipos de comunicación y sus cuadros de distribución asociados.
- 1 Ondulador 125 Vcc /230 Vca para la alimentación de los equipos.

Tanto los onduladores, conversores y rectificadores tendrán característica de tensión constante e intensidad limitada.

El equipo rectificador-cargador-baterías estará diseñado y tendrá la capacidad suficiente para alimentar a:

- Motor carga de Muelles de interruptores de alta y media tensión.
- Circuitos de cierre y disparo de interruptores de alta y media tensión.
- Señalización del aparellaje, alarmas y circuitos auxiliares de mando.
- Equipos de comunicaciones.

En condiciones normales, toda la energía en corriente continua requerida por la carga será suministrada por los rectificadores que, a su vez mantendrán a plena carga la batería.

En el caso de fallo de alimentación a la salida de los rectificadores, la energía será suministrada, sin pérdida de alimentación, por la batería, durante un tiempo máximo de 2 horas hasta una tensión mínima en distribución de UN – 15%.

Las baterías serán de tipo alcalino y capaces para el ciclo de descarga previsto, con depósito de plástico y montados en escalones en el interior del equipo.

Los servicios auxiliares necesarios para la instalación procederán del transformador de servicios auxiliares protegido desde una de las cabinas de 30 kV, ésta será la alimentación principal. Además está previsto instalar un grupo electrógeno para la alimentación de emergencia en caso de desconexión de la línea eléctrica de evacuación.

4.12.3. Cuadros BT.

Se consideran cuadros de alterna (400-230 Vca) para la alimentación y protección de los diferentes circuitos de control y servicios auxiliares de corriente alterna (alumbrado, ventilación, climatización, red auxiliar de fuerza, equipos rectificadores/cargador baterías, etc).

También se considera cuadros de continua (125 Vcc y 48 Vcc) para la alimentación y protección de los diferentes circuitos de control, señalización y protección en corriente continua.

Los armarios cubrirán con todas las necesidades de la subestación considerando un 20% en reservas equipadas y espacio para otro 20 % de posibles futuras ampliaciones.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

- Nº de fases. 3F+N
- Frecuencia. 50 Hz
- Tipo Interior
- Intensidad nominal 100 A

4.12.4. Alumbrado y fuerza.

El alumbrado del parque de intemperie se realizará con proyectores estancos de tecnología LED montados en soportes metálicos que proporcionen el grado adecuado de iluminación en el parque de intemperie.

4.12.5. Protección Contra Incendios.

En la subestación se ha previsto una instalación de detección de incendios que incluirá la zona de los transformadores.

El sistema de protección contra incendios de la subestación se basa en una central digital microprocesada de detección de incendios combinada con un sistema de detectores ópticos y térmicos, señalización mediante sirenas óptico-acústicas, pulsadores manuales de alarma y equipos de extinción portátiles.

Además, se incluirá una seguridad pasiva en la subestación que tiene como fin evitar la propagación del incendio en caso de que éste se produjere. Para ello se realiza una protección pasiva integral de las instalaciones, atendiendo fundamentalmente a los siguientes elementos:

- Entradas de cables a las subestaciones
- Recorrido de cables por el sótano de cables
- Huecos y tubos de paso de cables
- Bandejas de cables auxiliares y de control
- Huecos de acometida de cable a los cuadros de control y equipos auxiliares.
- Tendido de cables de fibra óptica
- División de los sectores de incendio (horizontal y vertical).

4.12.6. Edificios de control.

Los edificios de control dispondrán de las siguientes instalaciones:

- Alumbrado y fuerza.
- Telecomunicaciones (telefonía y datos).
- Climatización.
- Antiintrusismo.
- Contraincendios.
- Abastecimiento y distribución de agua potable.
- Saneamiento.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

La sala de medida y comunicaciones dispondrá de:

- Alumbrado y fuerza.
- Telecomunicaciones (telefonía y datos).
- Climatización.
- Antiintrusismo.
- Contraincendios.

4.13. CONEXIÓN SUBTERRÁNEA CON LÍNEA 132 KV

A fin de evacuar la potencia requerida por la subestación, será necesario promover ejecución de una línea subterránea 132kV hasta el primer apoyo de la línea aérea de Alta Tensión de distribución a ejecutar.

Ambas actuaciones se detallan en los Anexos correspondientes.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5. OBRA CIVIL.

5.1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

5.1.1. Limpieza

La primera operación a realizar en la zona donde se ubicará la ampliación de la subestación consistirá en la limpieza y el desbroce del terreno por medios mecánicos, incluyendo el destoconado, arranque y posterior traslado de los árboles y de la vegetación existente. Los residuos generados serán cargados y transportados a la zona de acopio, vertedero o gestor autorizado.

5.1.2. Retirada de la tierra vegetal

Posterior a la limpieza, se procederá a retirar la capa de tierra vegetal. Para ello se retirarán 20 cm de tierra vegetal mediante el empleo de medios mecánicos. A continuación, se procederá al acopio del material resultante dentro de la obra, para su posterior utilización en las tareas de restauración medioambiental Estos acopios se consistirán en montones de altura inferior a 2 m. El material sobrante se trasladará a un vertedero o gestor autorizado.

5.1.3. Rellenos.

Se realizarán los rellenos necesarios para conseguir el nivel previo a la capa de pavimento final de la plataforma. Para ello se suministrará el material granular que cumpla con las características establecidas en el proyecto constructivo, pudiendo emplear el material generado en la fase de excavación siempre que cumpla también con dichas características.

Para establecer el nivel final de la plataforma de la subestación se realizará una capa de pavimento de 25 cm. de espesor. Para ello se utilizará el granulado que cumpla con las especificaciones marcadas en el proyecto.

Se procederá al extendido del material, con medios mecánicos, y a la humectación necesaria para conseguir el grado de humedad óptimo. La ejecución de la compactación se realizará por tongadas, de forma que la densidad obtenida sea igual o mayor que la establecida en el proyecto.

Los trabajos de relleno con tierras comprenden el perfilado de taludes, el rasanteo de la superficie de coronación y la preparación de la superficie de asiento y acabado.

5.2. URBANIZACIÓN.

5.2.1. Drenaje.

El drenaje de la subestación consistirá en un sistema de zanjas que permitan el drenaje de

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

los caudales generados por la escorrentía generada por el agua de lluvia. Estas zanjas se ubicarán también en la parte inferior de las canales de cables, con el objetivo de evacuar, de forma instantánea, toda el agua que pueda entrar en contacto con los cables en carga.

Se colocarán a su vez en el perímetro de los viales interiores de la subestación.

Se construirán las arquetas y colectores necesarios para canalizar, por gravedad, el agua de lluvia hacia el punto general de desagüe.

5.2.2. Cerramiento.

El cerramiento estará compuesto de un muro corrido de hormigón armado que sobresaldrá por encima de la plataforma acabada.

Encima del muro de cimentación se instalará un vallado de formado por postes de chapa de acero lacado, colocados cada 2,5 metros (aproximadamente), provistos de cremallera longitudinal donde se fijarán las abrazaderas necesarias para sustentar un bastidor una malla electrosoldada.

5.2.3. Canalizaciones.

En el interior de la subestación se contempla canalizaciones y arquetas para albergar el cableado de las distintas instalaciones.

En la superficie ocupada por la instalación de intemperie se prevé canalización prefabricada registrable con tapas desmontables. Estas canalizaciones se realizarán mediante elementos prefabricados provistos de drenaje inferior hacia un tubo colocado debajo. En el fondo de la canalización, en toda su longitud se instalará una bandeja para cables.

En los lugares indicados en el plano de canalizaciones, se construirán las arquetas de cables que facilitarán el registro o el cambio de dirección de las canales y las conducciones. Serán de hormigón armado y tendrán las dimensiones que se especifican en la documentación gráfica.

5.2.4. Viales.

Para garantizar la circulación rodada por la subestación y posibilitar el acceso a pie de equipos, así como el montaje de los mismos, se construirá un vial interno, que consistirá en una losa de hormigón armado con una malla electrosoldada de barras de acero corrugado construido sobre una base de material granular seleccionado debidamente compactada.

La superficie del vial se terminará con un acabado liso remolinado, aplicando los medios necesarios para garantizar el curado idóneo y para que la superficie resultante esté exenta de coqueras o defectos superficiales.

Se realizarán juntas de hormigonado según las distancias indicadas en el proyecto de ejecución y, preferentemente al corte con radial, se ejecutarán en coincidencia con las fases de hormigonado de cada tramo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Para evitar la acumulación del agua de lluvia en la superficie de los viales, se realizarán las pendientes transversales necesarias para evacuarla hacia los dos extremos.

5.2.5. Cimentaciones de aparamenta del parque de intemperie.

Las cimentaciones de los elementos de intemperie se realizarán con zapatas aisladas de hormigón armado. Como medida de seguridad, se entibarán los taludes de la zona de excavación para las cimentaciones en los puntos en que se muestre necesario para evitar el derrumbe de tierras. También se procederá al achique de agua que pueda aparecer en el transcurso de la excavación. En líneas generales su realización se llevará a cabo en dos fases:

- En la primera de ellas se excavará, encofrará y hormigonará hasta la cota apropiada, dejando embebidos los pernos de anclaje, a los que se atornillarán los soportes metálicos de los diferentes aparatos. También en esa primera fase, y en aquellas cimentaciones que así lo requieran, se dejarán instalados los tubos previstos para el paso de cables eléctricos y del cable de puesta a tierra.
- En la segunda fase de hormigonado, se alcanzará la cota de coronación y se realizará el acabado en forma de punta de diamante.
- Una vez efectuadas las cimentaciones se realizará el relleno localizado de la sobre excavación, mediante tierras clasificadas, extendidas y compactadas hasta alcanzar el nivel requerido de compactación.

5.2.6. Bancada de transformador

Para el transformador de potencia se realizará una cimentación tipo bancada con foso.

Este foso, debidamente impermeabilizado, se utilizará para recoger el aceite de un posible derrame y conducirlo hasta el depósito de recogida.

La bancada dispondrá de un sistema apagafuegos.

El transformador de potencia apoyará sobre carriles embebidos en vigas armadas, contenidas en el propio foso del transformador, de modo que el foso quedará dividido en tres cuerpos.

Su construcción se realizará en hormigón armado, con carriles de acero, y tubos de acero inoxidable para el paso de líquidos entre cada uno de los cuerpos y salida hacia el depósito.

DEPÓSITO DE RECOGIDA DE ACEITE

Se contempla un depósito de recogida de aceite conectado al foso del transformador mediante tuberías de acero inoxidable.

En el depósito se recoge el aceite en caso de derrame del transformador, evitando así el vertido por el terreno.

La capacidad mínima del depósito será un 30% superior al volumen de aceite del transformador.

La construcción del depósito se realizará mediante en hormigón armado, y dispondrán de una

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

boca de acceso y una escalera para permitir el acceso.

Deberá ser estanco, y se realizará un sellado interior y exterior. La unión de hormigones entre la base y las paredes deberá ser estanca.

La evacuación del agua de lluvia se realizará mediante tubos de acero inoxidable a modo de sifón; de tal manera que el agua sobrante salga por presión del volumen total o por presión a la llegada de aceite en caso de accidente.

5.2.7. Edificio de Control

Este apartado se estructura en los capítulos establecidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE), que es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO

El dimensionado de secciones se realizará según la Teoría de los Estados Limites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB- SE). El comportamiento de la cimentación se comprobará frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.

Las verificaciones de los Estados Límites se basarán en el uso de un modelo adecuado para al Sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.

Se considerarán las acciones que actúen sobre el edificio soportado según el documento DB-SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento DB-SE en los apartados (4.3 - 4.4 –4.5).

CIMENTACIONES

Se prevé la construcción de zapatas aisladas de hormigón armado combinadas con vigas riostras y zapatas corridas, todo realizado de forma directa en las excavaciones de la cimentación.

El dimensionado de secciones se realizará según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB- SE). El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.

ESTRUCTURA VERTICAL

La estructura vertical consistirá en pilares de hormigón armado de sección cuadrada con arranques embebidos en el interior de las cimentaciones.

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Limites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE). El comportamiento de los soportes debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

y estabilidad) y la aptitud de servicio.

ESTRUCTURA HORIZONTAL

Se prevé la colocación de placas prefabricadas alveolares colocadas sobre vigas horizontales de hormigón armado. El cálculo de los pórticos a construir se realizará considerándolos pórticos hiperestáticos.

La estructura portante soportará las correspondientes sobrecargas de uso y peso propio incluido pavimento y tabiquería.

Para la obtención de las solicitaciones se considerarán los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad.

El método de cálculo a aplicar será de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a:

- Equilibrio.
- Agotamiento o rotura.
- Adherencia.
- Anclaje y fatiga (si procede).

En los estados límites de utilización, se comprueba:

- Deformaciones (flechas).
- Vibraciones (si procede).

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad y las hipótesis básicas definidas en la norma.

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

Para la obtención de las solicitaciones determinantes en el dimensionado de los elementos de los forjados se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.

FACHADAS

Todos los cerramientos exteriores del edificio se realizarán mediante muro de bloques de hormigón prefabricado de 20 cm. de grueso tomados con mortero de cemento, revestidos por la cara exterior con un mortero monocapa.

Las fachadas se ejecutarán con materiales que no provoquen capilaridad.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

CARPINTERIA EXTERIOR

Las puertas serán estables al fuego y se fabricarán con perfiles de acero galvanizado para los marcos, y con chapa galvanizada con aislamiento térmico para las hojas. Se terminarán con dos capas de esmalte sintético y satinado.

Dispondrán de un módulo desmontable superior para permitir el paso de armarios y equipos en el interior de la subestación, y se colocarán los correspondientes herrajes, bisagras, pomos y cerraduras de seguridad.

Todas las puertas de fachada abrirán hacia el exterior y se les colocarán barras antipánico por la parte interior.

Las ventanas serán de doble hoja corredera con perfiles de aleación de aluminio lacado clase 3, según norma UNE-38337, para recibir el acristalamiento doble tipo "Climalit" 3+3/8/3+3mm de seguridad 10/2,5/10mm.

Se dispondrán rejas de seguridad realizadas con tubular cuadrado de acero soldado y galvanizado, terminado con dos capas de imprimación antióxido y dos de acabado con esmalte sintético.

CUBIERTAS EN CONTACTO CON EL EXTERIOR

La cubierta será inclinada con una pendiente media del 15%, con aislamiento térmico de manta de lana mineral natural, revestida por una de sus caras con una barrera de vapor y polietileno de 100 mm de espesor. La formación de pendientes se realizará con ladrillo cerámico hueco rasillón, para revestir,

40x20x4 cm sobre tabiques aligerados de 100 cm de altura media con cobertura de teja cerámica curva, 40x19x16 cm recibida con mortero de cemento M-2,5.

La recogida de aguas se realizará mediante canalones, que recogerán el agua de la cubierta por gravedad y canalizarán el agua por las bajantes exteriores.

SUELOS APOYADOS SOBRE TERRENO

Sobre el terreno, y una vez rellenos los huecos generados durante la fase de cimentación, se realizarán las soleras a las cotas indicadas en la documentación gráfica, teniendo en cuenta los niveles para la instalación de suelo técnico, para las salas de control, o el aplacado directo con el material de acabado en los vestuarios, zonas de paso, etc.

Las soleras consistirán en una losa de hormigón armado con una malla electrosoldada de barras de acero corrugado construida sobre una base de material granular seleccionado debidamente compactada. En la zona de almacenes, salas de control y de celdas, se terminará con un acabado liso remolinado, aplicando los medios necesarios para garantizar el curado idóneo y para que la superficie resultante esté exenta de coqueras o defectos superficiales. En el resto de las salas se procurará un acabado rugoso para facilitar el agarre del material adhesivo para la colocación del acabado.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Se ejecutarán los fosos para el registro del cableado y soporte de los armarios eléctricos de cada sala.

SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

Se entiende por partición interior, conforme al "Apéndice A: Terminología" del Documento Básico HE1, el elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales.

Se describirán en este apartado aquellos elementos de la carpintería que forman parte de las particiones interiores (carpintería interior).

DIVISIONES EN SALAS DE CONTROL Y DE CELDAS

Se realizarán mediante muro de bloques de hormigón prefabricado de 15 cm. de grueso tomados con mortero de cemento.

DIVISIONES EN SALAS HÚMEDAS Y PASOS

Se realizarán mediante muro de ladrillo cerámico perforado de 10 cm. de grueso tomado con mortero de cemento y revestido con una capa de mortero de cemento regleado y terminado remolinado.

5.2.8. Protección contra Incendios.

En las salas de celdas y zona de servicios comunes de la Subestación se contempla la existencia de sistemas de detección automática y manual, sistemas de alarma y equipos de extintores portátiles en cada zona.

El resto de las áreas estarán dotadas asimismo de detección automática y un equipo de extintores portátiles en cada zona.

Cada área de riesgo formará un sector de incendio (las salas de celdas junto con sus fosos de cable), que se protegerá con detectores ópticos, instalados según la normativa vigente, a razón de un detector por cada 60 m2 o fracción, dependiendo de las irregularidades del recinto, y a una altura máxima de 10 m.

La actuación de uno cualquiera de ellos supondrá una señal de alarma, local y remota. Como complemento a la detección automática, se instalarán pulsadores manuales de alarma de incendio, que, en caso de actuación, desencadenarán también la señal de alarma.

El área de riesgo de la bancada del transformador formará un sector de incendio, que se protegerá específicamente con detectores térmicos y pulsadores manuales de alarma de incendio.

El sistema de extinción contempla equipos portátiles de extinción manual. Estos extintores se ubicarán según el tamaño del área a proteger, instalando siempre uno de Polvo y otro de CO2 en los accesos y uno de CO2 por cada 250 m2 o fracción, a una distancia no superior a 25 m. Se instalarán colgados en la pared a una altura desde el suelo a la maneta del extintor portátil

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

no superior a 1,5 m.

Los elementos del sistema contraincendios serán:

- Central digital.
- Detectores de humos ópticos y térmicos.
- Pulsadores manuales de alarma.
- Sirena interior y exterior.
- Indicadores ópticos de acción.
- Señalización de vías de evacuación.
- Instalación eléctrica (cableado, lazos, canalizaciones, cajas de registro, etc.)

5.2.9. Instalaciones de fuerza y alumbrado.

Para cada sala del edificio, se estudiará el número de tomas necesario en función de las funciones a desarrollar en ella y de los puestos de trabajo previstos.

En las distintas salas técnicas del edificio se dispondrá de al menos una toma cada 5 metros de separación, además, en cada sala se dispondrá de al menos 2 tomas de tensión segura.

El edificio dispondrá de alumbrado perimetral exterior con luminarias estancas de montaje superficial sobre fachada.

Se dispondrá de un alumbrado general interior y alumbrado de emergencia. El alumbrado de emergencia entrará en funcionamiento cuando haya un fallo en el normal suministro, y se considera una autonomía de 2 horas.

De forma orientativa, la instalación eléctrica del edificio está compuesta por:

- Cuadro General de Mando y Protección de dimensiones aproximadas 600 x 400 x 250 mm. (Alto x ancho x fondo), completo de embarrado, puertas plenas con cerradura, tapas, carriles y etiquetas
- Identificativas de circuitos, albergando en su interior la aparamenta necesaria.
- Líneas eléctricas Suministro e instalación de línea eléctrica Cu en las secciones necesarias, ES07Z1-K en instalación interior para su instalación bajo tubo flexible empotrado en pared.
- Pantallas con lámparas tipo LED de 32 W estancas IP-66 e IK-09 en salas del edificio.
- Equipo autónomo de emergencia y señalización adosada a pared de 8W, 95 lm.
- Pantalla para empotrar con lámparas tipo LED provisto sistema óptico con difusor doble parabólico especular antiirisación, cuerpo de acero electrocincado cuadrada de acero color blanco, con estructura vista de 600x600 mm, en sala de control.
- Tomas de corriente de 16 A, con toma de tierra, para usos varios.
- Puesto de trabajo, compuesto por caja de empotrar con capacidad para contener 2 tomas de corriente 10/16 A blanca y 2 tomas RJ 45 cat 6 UTP.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5.2.10. Instalación antintrusismo.

En la subestación se prevé una instalación de antintrusismo mediante contactos magnético en las puertas y las ventanas, detectores de infrarrojos, cerradura codificada con acceso mediante tarjeta, sirena de aviso y centralita conectada a servicio de aviso las 24 horas.

5.2.11. Instalaciones de ventilación y climatización

En las salas de celdas, salas de control y salas de equipos de la subestación se dispondrá de ventilación forzada accionada mediante termostatos.

En la sala de control de la subestación y en los vestuarios se dispondrá de equipos de climatización mediante aire acondicionado con bomba de calor.

5.2.12. Instalación de abastecimiento de agua y fontanería.

El abastecimiento de agua al edificio se realizará desde un depósito previsto para tal fin dotado del grupo de presión adecuado que conducirá el agua hacia las salas húmedas (aseos con vestuario).

En el depósito se instalarán las sondas necesarias para la detección de los niveles de agua, y la instalación de bombeo contará con un sistema de monitorización.

El depósito se ubicará en el perímetro de la subestación para permitir el suministro de agua para su llenado desde el exterior.

Del sistema de impulsión se derivará el conducto principal de la red de fontanería que se dividirá, a su vez, en el número de ramales necesarios para conducir el agua hasta los diversos puntos de consumo. Los conductos y accesorios serán de polipropileno.

En el interior del edificio se dispondrá de un calentador tipo acumulador eléctrico de 50 litros de capacidad.

5.2.13. Instalaciones de saneamiento.

La instalación de saneamiento se encargará de la evacuación de aguas residuales generadas en las salas húmedas mediante canalizaciones enterradas de polipropileno sanitario de varios diámetros y dispuestos con una pendiente mínima del 2% para conseguir una circulación natural por gravedad. Su trazado será lo más sencillo posible, con unas distancias que faciliten la evacuación de los residuos y que permitan la autolimpieza. Se evitará la retención de aguas en el interior de los tubos.

Se realizará un sistema separativo para cada tipo de agua residual generada:

- Aguas fecales. Se generará en los inodoros instalados en los aseos del edificio y se conducirán directamente a la fosa séptica enterrada. Este sistema combinará, mediante un filtro biológico, la acción de las bacteria anaerobias y la de las bacterias aerobias, degradando la materia orgánica contaminante. Los lodos resultantes se

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

vaciarán según la frecuencia de ocupación y el uso del sistema sanitario.

- Aguas grises. Este tipo de aguas residuales, generadas por los lavabos y las duchas, se conducirán a un depósito enterrado para reutilizarse, posteriormente, en el llenado de los tanques de los inodoros. Para eso se construirá un sistema de tipo by-pass que permita dicho llenado, de forma alternativa, por este medio o por la instalación de fontanería. El depósito dispondrá de rebosadero y previo a su entrada se instalará un filtro registrable.
- Aguas pluviales. Se canalizarán hasta un segundo depósito enterrado que permitirá el llenado del depósito de alimentación de la red de fontanería y la acumulación para otros usos. Dispondrá de rebosadero.
- Para cada una de estas canalizaciones se dispondrá una arqueta de registro, ubicada en el exterior del edificio.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

6.1. OBJETO

Se recogen a continuación los cálculos eléctricos necesarios para obtener las intensidades que circularán por los diferentes circuitos eléctricos de la Subestación en sus diferentes tramos en condiciones de funcionamiento normal (intensidades nominales).

A partir de los valores obtenidos en los cálculos, se procederá a definir los diferentes elementos que componen la instalación eléctrica del Parque, que son los que se detallan a continuación:

- Dimensionado de cables.
- Elementos de corte automático.

6.2. ESQUEMA GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Los distintos puntos en los que se subdivide la instalación son:

- A:Salida a la línea eléctrica de evacuación en 132 kV.
- B: Embarrado de 132 kV.
- C:Lado AT del transformador 35 MVA.
- D:Lado MT del transformador 35 MVA.
- E:Embarrado de 30 kV.

A continuación, se efectúan los cálculos eléctricos para los tramos descritos anteriormente, con el fin de dimensionar los componentes de la instalación eléctrica del Parque Eólico.

6.3. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES NOMINALES

Las intensidades vienen determinadas por la siguiente expresión:

Cálculo de intensidad:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Dónde:

- I = Intensidad en (A). P = Potencia en (kVA).
- U = Tensión de la línea (kV).

Sustituyendo los valores de la expresión anterior en los diferentes tramos de la instalación se obtienen las siguientes intensidades:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Punto	Descripción	Tensión [kV]	Potencia [MVA]	Intensidad [A]
A	Salida LSAT 132 kV	132	35	153,09
B	Embarrado 132 kV	132	35	153,09
C	Lado AT Transformador	132	35	153,09
D	Lado MT Transformador	30	35	673,58
E	Embarrado 30 kV	30	35	673,58

6.4. DIMENSIONADO

Utilizaremos los siguientes criterios de diseño.

- Cable aislado:
  - Intensidad de carga.
  - Intensidad de cortocircuito.
  - Tensión de red e instalación.
  - Caídas de tensión.
- Embarrado rígido:
  - Intensidad de carga.
- Cable desnudo:
  - Intensidad de carga.

De cara al dimensionado ante cortocircuito, se tendrá en cuenta que el tiempo de apertura de los disyuntores no será superior a 50 ms. Además, se supondrá una duración del cortocircuito de 0,5 s.

6.4.1. Tramos A-B

La conexión entre sí de la aparamenta de 132 kV desde el embarrado de 132 kV a la línea de evacuación se realizará mediante cable de Aluminio desnudo. Según la tabla 11 de la ITC-LAT-07 del RLAT, se obtienen las densidades de corriente por sección y material:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Sección nominal mm²	Densidad de corriente A/mm²		
	Cobre	Aluminio	Aleación de aluminio
10	8,75		
15	7,60	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

Se selecciona un conductor de aleación de aluminio (AAC) de 200mm² de sección:

$$I_{max.adm.} = 2{,}30 \cdot 200 = 460 \text{ A}$$

Superior a la corriente nominal que circulará por el conductor, y en previsión de futuras ampliaciones.

El calibre de la protección será de 400 A, que es inferior a la máxima admisible por el conductor y superior a la corriente nominal.

6.4.2. Punto B – Embarrado 132 kV

El embarrado de 132 kV será de tipo rígido compuesto por tubos de aluminio. La intensidad máxima admisible es proporcionada por el fabricante según la norma DIN 43670.

Denominación / Denominação	Características físicas / Características físicas				Características eléctricas / Características elétricas		Características estáticas / Características estáticas	
Ø ext / Ø int / Ø ext / Ø int	Ø ext. (mm) / Ø ext. (mm)	Espesor (mm) / Espessura (mm)	Sección (mm²) / Secção (mm2)	Peso (g/m) / Peso (g/m)	Intensidad adm. desde 65ºC (A) / Intensidade adm. desde 65 ºC (A)	Intensidad adm. desde 85ºC (A) / Intensidade adm. desde 85 ºC (A)	Momento inercia (cm⁴) / Momento inércia (cm4)	Momento de elasticidad (cm³) / Momento de elasticidade (cm3)
40/36	40	2	239	645	559	742	4,40	2,20
40/34		3	349	942	675	869	6,10	3,10
40/32		4	452	1.221	770	1.014	7,60	3,80
40/30		5	550	1.484	821	1.111	8,80	4,40
40/28		6	641	1.730	869	1.208	9,70	4,90
45/40	45	3	334	901	569	752	7,56	3,36
50/44	50	3	443	1.196	773	1.063	12,50	5,00
50/42		4	578	1.561	918	1.208	15,70	6,30
50/40		5	707	1.909	1.014	1.353	18,50	7,40
50/38		6	829	2.239	1.111	1.449	20,80	8,30
50/34		8	1.056	2.850	1.256	1.642	24,60	9,80
50/30		10	1.257	3.393	1.353	1.787	27,20	10,90

El menor tubo ya cumple con el criterio, por lo que el tubo 40/36 mm es suficiente.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.4.3. Tramo B-C

Al igual que el tramo A-B, se instalará conductor de aleación de aluminio (AAC) de 200 mm^2 de sección:

$$I_{max.adm.} = 2{,}30 \cdot 200 = 460 \text{ A}$$

Superior a la corriente nominal que circulará por el conductor, y en previsión de futuras ampliaciones.

El calibre de la protección será de 400 A, que es inferior a la máxima admisible por el conductor y superior a la corriente nominal.

6.4.4. Tramo D-E

Se trata de un conductor aislado instalado en canalización registrable. Las intensidades máximas admisibles sin considerar factores de corrección se obtienen de la tabla 12 de la ITC-LAT-06 del RLAT.

Sección (mm²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

Se plantea la instalación de conductor de aluminio de 400 mm^2 y aislamiento XLPE. Se consideran a efectos de cálculo las siguientes cuestiones:

- Temperatura del terreno: 25ºC
- Factor de corrección por Tª: 1,0
- Circuitos agrupados: 2
- Distancia entre ternas: En contacto
- Factor de corrección por agrupamiento:0,76
- Resistividad del terreno: 1,5 k·m/W
- Factor de corrección por resistividad: 1.0
- Método de instalación: Unipolar en conducto enterrado (D1)

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Profundidad: 0.8 m
- Factor de corrección por profundidad: 1.02.

Los valores obtenidos para este tramo son:

- Intensidad de carga = 897,65 A.
- Intensidad de c.c. en el lado de 30 kV = 41,38 kA.

Se empleará en esta línea, por tanto:

XLPE 18/30 kV 3 x 3 x (1 x 400) mm^2 Cu

El calibre de la protección será de 800 A, que es inferior a la máxima admisible por el conductor y superior a la corriente nominal.

6.4.5. Embarrado 30 kV

Este embarrado viene incluido en las celdas de media tensión y no será necesario dimensionarlo, ya que vendrá correctamente dimensionado por el fabricante en función de las celdas de línea definidas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ANEXO XI.

LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN

Parque Eólico Carrugueiro

(Concejos de Boal y Castropol– Asturias)

Expediente: P.E. 159

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

HISTÓRICO

FECHA	REV.	COMENTARIOS	AUTORES		
			ELABORADO	REVISADO	APROBADO
10/21	00	Creación del Documento	AFF	SVF	SRF

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ÍNDICE

1. OBJETO 4

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES 4

3. CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA 5

4. ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO 6

5. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS 9

6. CÁLCULOS ELÉCTRICOS TRAMO SUBTERRÁNEO 10

6.1. DATOS DE PARTIDA 10

6.1.1. Temperatura Máxima Admisible 10

6.1.2. Temperatura del Terreno 10

6.1.3. Resistividad Térmica del Terreno 10

6.1.4. Disposición de los Conductores 11

6.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE 12

6.3. CAÍDA DE TENSIÓN 13

6.4. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO 14

6.5. PÉRDIDA DE POTENCIA 14

6.6. PROTECCIONES 15

6.7. RESUMEN CÁLCULOS ELÉCTRICOS 16

7. CÁLCULOS ELÉCTRICOS ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO 17

7.1. DATOS DE PARTIDA 17

7.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE 17

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1. OBJETO

El objeto de este documento es definir la línea de alta tensión que unirá la posición de línea de la subestación SET Carrugueiro con el punto de conexión definido, mediante conductores aislados enterrados y un entronque final aéreo.

Con vistas a minimizar el impacto medioambiental, la línea se ejecutará bajo canalización subterránea y la traza se ha proyectado de forma que sea compartida con los proyectos que evacuan su energía, a través de la subestación anexa denominada "SET Viento del Sellía".

Dados los niveles de tensión a la salida de la subestación, los conductores y los accesorios utilizados deben poseer unas características mínimas. Estas características se resumen a continuación:

NIVELES DE TENSIÓN - RED ALTA TENSIÓN	
Tensión Nominal	132 kV
Tensión Más Elevada	145 kV
Tensión a Impulso Tipo Rayo	650 kV
U_0/U o U_0	76/132 kV

Tabla 1. Valores de tensión normalizados.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La línea de alta tensión tendrá las siguientes características:

Origen del tramo subterráneo	Pórtico conversión aéreo-subterránea de SET Carrugueiro
Conversión aéreo-subterránea	Apoyo conversión subterráneo-aéreo compartido con Viento del Sellía
Final del tramo aéreo	Apoyo Nº2 de LAT 132 KV – San Fernando – La Vaga
Conductor de fase subterráneo	Cable 132kV de XLPE 1x400mm2 Al con pantalla de 120mm^2 Cu
Conductor de fase aéreo	147-AL1/34-ST1A (LA 180)
Número de conductores por fase	1
Cable de comunicaciones	Cable de fibra óptica OPGW48
Montaje del conductor	Directamente enterrado / Circuito aéreo Doble
Conexión a tierra de las pantallas	Rígida a tierra

Tabla 2. Resumen de las características generales de la línea de evacuación de alta tensión.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3. CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

La traza subterránea se diseña siguiendo las indicaciones dispuestas en la Instrucción Técnica Complementaria 06 del Reglamento de Alta Tensión (ITC-LAT-06). Según esta instrucción, para tensiones superiores a 30 kV será el proyectista quién determine y justifique las condiciones de instalación.

Los cables se instalarán directamente enterrados a una profundidad mínima de 1 metro. Si durante los trabajos de ejecución fuese imposible alcanzar dicha profundidad, se podrá reducir esta distancia de seguridad añadiendo las protecciones mecánicas necesarias, tales como losas de hormigón.

En el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material equivalente con un espesor mínimo de 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja deben ser compactados y no deben desprender tierra o piedras. Por encima del cable se deberá disponer otra capa de al menos 10 cm de espesor. Se deberá instalar una placa de protección mecánica que soporte un impacto puntual de al menos 20J y que cubra toda la planta de los cables, así como una cinta de señalización que indique la existencia de cables de alta tensión bajo dicha protección.

Para la conversión aéreo-subterránea, el cable se entubará y se empotrará en el apoyo sobresaliendo al menos 2,5 metros del terreno. Además, la parte superior se obturará para evitar la entrada de agua. El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro de la terna de conductores unipolares.

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en al menos uno de los extremos. En este caso, se plantea realizar en la malla de tierra de la subestación.

Respecto a los cruzamientos y paralelismos, se respetarán las medidas mínimas definidas en el punto 5 de la ITC-LAT-06.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4. ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO

El último tramo de la línea de evacuación de alta tensión 132 kV se realizará en aéreo, con un único vano. Para ello se proyecta la instalación de un apoyo con conversión aéreo-subterránea, desde el que se entroncará con el apoyo nº2 de la LAT 132 KV – San Fernando – La Vaga existente. En este apoyo a instalar se dispondrán los terminales unipolares de exterior necesarios para la conexión de ambos conductores (aéreo y subterráneo), así como los elementos de protección necesarios, autoválvulas y tomas de tierra.

El último vano tendrá tense reducido por lo que este apoyo de conversión en su momento deberá ser calculado a efectos mecánicos con apoyo fin de línea.

Este apoyo será metálico de doble circuito y cúpula para la instalación de cable de fibra óptica OPGW. A continuación, se muestran las características del apoyo:

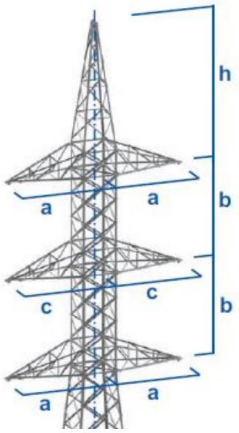


Imagen 1. Disposición de crucetas y dimensiones características.

Apoyo	Dimensiones [m]				
	Cabeza "b"	Cruceta "a"	Cruceta "c"	Cúpula "h"	Altura útil
Conversión Aéreo-Subterránea.	4,44	3	3,2	4,3	12,2

Tabla 3. Dimensiones principales del apoyo.

Además, contará con los siguientes accesorios:

- Cruceta auxiliar que se situará bajo la actual cruceta inferior para soportar la autoválvula y terminal correspondiente a esta fase.
- Estructura para bajada de cables a modo de "escalera", fijada a la celosía del apoyo. Esta estructura soportará las bridas de sujeción de los cables. Las bridas serán de material no magnético, nylon, teflón o similar.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Estructuras soporte para autoválvulas y terminales.

La cimentación del apoyo sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Sobre cada uno de los bloques de hormigón se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

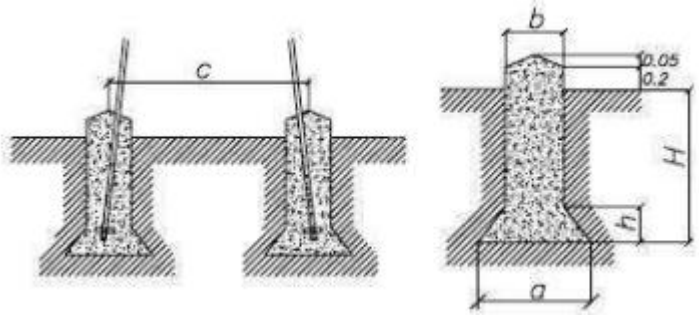


Imagen 2. Detalle de la cimentación del apoyo.

Los valores de ángulo de arranque de tierra y carga admisible del terreno se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Los herrajes, entendidos como todos los elementos necesarios para la fijación de los aisladores a los apoyos y a los conductores y los de fijación del cable de fibra óptica a la torre, serán fundamentalmente de hierro forjado galvanizado en caliente y todos deberán estar tratados adecuadamente frente a la corrosión. Los bulones serán siempre con tuerca, arandela y pasador. Las grapas de compresión tendrán una carga de rotura no inferior al 95% de la del cable correspondiente. Se diseñará para soportar los esfuerzos a que están sometidos chapas de unión del apoyo a los grilletes, prestando especial atención al grueso de la chapa, así como la disposición de los taladros. En el caso de que, por la situación del taladro, la cadena resultase girada en relación a su posición se intercalaría la pieza necesaria para su adecuada instalación (eslabón, ver plano herrajes).

Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Los suministros del material se regirán por las Especificaciones Técnicas de la distribuidora para la Adquisición de Herrajes, Empalmes y Piezas de Derivación y responderán a las Normas UNE:

- UNE 21 006: Herrajes para las líneas eléctricas. Nomenclatura, características generales y ensayos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- UNE 21 009: Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rótula de los elementos de cadenas de aisladores.
- UNE 21 024: Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.
- UNE 21 158: Herrajes para líneas eléctricas aéreas de alta tensión. Características y ensayos.
- UNE 21 159: Elementos de fijación y empalme para conductores y cables de tierra de líneas eléctricas aéreas de alta tensión. Características y ensayos.

Las cadenas de aisladores serán de tipo inicio/fin de línea.

Las distancias mínimas vienen especificadas en la ITC-LAT-07 del RLAT.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD	
TENSIÓN NOMINAL	132 kV
DISTANCIA EXTERNA DE AISLAMIENTO A MASA D_{EL}	1,2 m
DISTANCIA DE AISLAMIENTO PARA PREVENIR DESCARGA ENTRE CONDUCTORES D_{PP}	1,4 m
DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES	1,4 m
DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES Y PAT	1,2 m
DISTANCIA AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES	6,5 m
DISTANCIA A OTRAS LAT O DE TELECOM. (CRUZAMIENTO)	2,7 m
DISTANCIA A CONDUCTORES DE FASE DE OTRAS LAT. (VERTICAL)	4,4 m
DISTANCIA A CONDUCTORES TIERRA/TELECOM DE OTRAS LAT (CRUZAMIENTO)	2,7 m
DISTANCIA CRUZAMIENTO CON CARRETERAS	7,5 m
DISTANCIA CRUZAMIENTO CON FERROCARRILES	4,7 m
DISTANCIA CRUZAMIENTO CON TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES	5,7 m
DISTANCIA A RIOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES	8,2 m
DISTANCIA A BOSQUES, ÁRBOLES Y MASAS DE ARBOLADO	2,7 m
DISTANCIA A EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS (HORIZONTAL)	4,5 m
DISTANCIA A EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES Y ZONAS URBANAS (VERTICAL)	6,7 m

Tabla 4. Distancias mínimas de seguridad de la traza aérea.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

5. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

La Relación de Bienes y Derechos Afectados se incluye como Anexo al presente Proyecto.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6. CÁLCULOS ELÉCTRICOS TRAMO SUBTERRÁNEO

En esta sección se establecen los criterios y requisitos técnicos mínimos para el dimensionamiento de los conductores de potencia de la línea de alta tensión.

Para determinar la sección de los conductores a emplear se han de considerar, fundamentalmente, los siguientes tres factores:

- Intensidad máxima admisible por el conductor en servicio permanente.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado.
- Pérdida de potencia.

6.1. DATOS DE PARTIDA

6.1.1. Temperatura Máxima Admisible

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar, sin alteraciones de sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

El cable escogido en este caso presenta un aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE), por lo que la temperatura máxima admisible será:

- En servicio permanente (θ_s) = 90ºC
- En cortocircuito (t ≤ 5 s) (θ_{cc}) = 250ºC

6.1.2. Temperatura del Terreno

En este caso se ha optado permanecer del lado de la seguridad y considerar una temperatura del terreno de 20ºC.

El factor de corrección se obtiene con la siguiente ecuación recogida en el RLAT:

$$f_{temp} = \sqrt{\frac{T_{max\ cable} - T_{amb}}{T_{max\ cable} - 25ºC}}$$

Por lo que, en lo que se refiere a la temperatura del terreno, el factor de corrección que se aplica a la Intensidad Máxima admisible es de 1,04.

6.1.3. Resistividad Térmica del Terreno

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno esté más seco. En el presente caso se ha optado por

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

permanecer del lado de la seguridad, por lo que se considera una resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W.

Para cable unipolar directamente enterrado (D2), el factor de corrección contemplado en el RLAT es el siguiente:

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRERNO (K·m/W)							
S (mm²)	**0,8**	**0,9**	**1**	**1,5**	**2**	**2,5**	**3**
25	1,25	1,2	1,16	1	0,89	0,81	0,75
35	1,25	1,21	1,16	1	0,89	0,81	0,75
50	1,26	1,21	1,16	1	0,89	0,81	0,74
70	1,27	1,22	1,17	1	0,89	0,81	0,74
95	1,28	1,22	1,18	1	0,89	0,8	0,74
120	1,28	1,22	1,18	1	0,88	0,8	0,74
150	1,28	1,23	1,18	1	0,88	0,8	0,74
185	1,29	1,23	1,18	1	0,88	0,8	0,74
240	1,29	1,23	1,18	1	0,88	0,8	0,73
300	1,3	1,24	1,19	1	0,88	0,8	0,73
400	1,3	1,24	1,19	1	0,88	0,79	0,73
500	1,3	1,24	1,19	1	0,88	0,79	0,73
630	1,3	1,24	1,19	1	0,88	0,79	0,73

Tabla 5. Factores de corrección por resistividad térmica para conductores unipolares directamente enterrados.

Por lo que, en lo que se refiere a la resistividad del terreno, el factor de corrección que se aplica a la Intensidad Máxima admisible es de 1,00.

6.1.4. Disposición de los Conductores

Los factores de corrección por profundidad de instalación para conductores unipolares directamente enterrados se calculan con la siguiente tabla del RLAT:

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA PROFUNDIDADES				
Prof. [m]	**Enterrados Bajo Tubo D1**		**Enterrados D2**	
	≤185 mm²	**>185 mm²**	**≤185 mm²**	**>185 mm²**
0,5	1,06	1,08	1,06	1,09
0,6	1,04	1,06	1,04	1,07
0,8	1,02	1,03	1,02	1,03
1	1	1	1	1
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,5	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,95	0,96	0,94
2	0,95	0,94	0,95	0,93
2,5	0,93	0,92	0,93	0,91
3	0,92	0,91	0,92	0,89

Tabla 6. Factores de corrección por profundidad de instalación para conductores unipolares.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Los factores de corrección por agrupación para conductores unipolares directamente enterrados se calculan, en función de la separación, con la siguiente tabla del RLAT:

FACTOR DE CORRECCIÓN POR DISTANCIA ENTRE TERNOS O CABLES TRIPOLARES										
Tipo de Instalación	**Separación de ternos**	**Número de ternos de la zanja**								
		2	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
D2	d=0	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
D2	d=0,2	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
D2	d=0,4	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
D2	d=0,6	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
D2	d=0,8	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-

Tabla 7. Factores de corrección por agrupación en función de la distancia entre ternos para conductores unipolares directamente enterrados.

La zanja proyectada será compartida y presentará, a lo largo de su recorrido, los siguientes tipos de disposiciones, en función de las distintas necesidades:

- Dos ternas de cables unipolares directamente enterrada en zanja a 1 m de profundidad separados 0,4 metros - En este caso el factor de corrección es 0,86.
- Dos ternas de cables en el interior de tubos enterrados a 1 m de profundidad en contacto (en los cruzamientos con vial del Parque y otras carreteras) – En este caso el factor de corrección es 0,80.

6.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE

La intensidad máxima admisible en régimen permanente está especificada en el reglamento (RLAT) para unas condiciones estándar. Sin embargo, las condiciones en las que trabajarán los conductores pueden variar respecto a ese estándar. Por tanto, se aplican unos factores de corrección que se calculan siguiendo la ITC-LAT-06. Esta intensidad máxima admisible de los conductores debe ser siempre superior a la intensidad nominal que va a circular por los mismos.

La intensidad nominal se calcula con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

- I = Intensidad nominal en A.
- P = Potencia en kVA.
- U = Tensión de línea en kV

La sección del cable se calcula a partir de los factores de corrección y la intensidad máxima admisible estándar de forma que se cumpla lo siguiente:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

$$I_n \cdot F_t \cdot F_r \cdot F_d \cdot F_p > I$$

Donde:

- I_n = Intensidad máxima admisible del conductor en condiciones estándar.
- F_t = Factor de corrección por temperatura.
- F_r = Factor de corrección por resistividad térmica del terreno.
- F_d = Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares.
- F_p = Factor de corrección por profundidad de instalación.
- I = Intensidad nominal de la línea.

6.3. CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión se calcula partiendo de la suposición de tener el conductor a máxima solicitación térmica. Como criterio, se considera una caída máxima del 4% a lo largo de las líneas que componen la red de media tensión. Para calcular la caída de tensión de cada uno de los conductores se aplica la siguiente expresión:

$$e = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot [R_L \cdot \cos(\varphi) + X_L \cdot \mathrm{sen}(\varphi)]$$

Donde:

- e = Caída de tensión en V.
- L = Longitud en km.
- I = Intensidad en A.
- R_L = Resistencia de la línea en Ω/km.
- X_L = Reactancia de la línea en Ω/km.

Sin embargo, el valor de la resistencia de la línea varía según la temperatura, que a su vez depende de la intensidad que circula por el conductor. Para realizar correctamente el cálculo, se recalcula la resistencia mediante la siguiente ecuación:

$$R_T = R_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

Donde:

- R_T = Resistencia del conductor en Ω/km a la temperatura T.
- R_{20} = Resistencia del conductor a 20ºC en Ω/km.
- α= Coeficiente de variación de resistencia especifica por temperatura del conductor en $ºC^{-1}$.
- T = Temperatura real del conductor en ºC.

Para aplicar esta fórmula, es necesario conocer la temperatura real del conductor. Para ello, se aplica esta expresión:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

$$T = T_{amb} + (T_{max} - T_{amb}) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2$$

Donde:

- T = Temperatura del conductor en ºC.
- T_{amb} = Temperatura ambiente/ terreno en ºC.
- T_{max} = Temperatura máxima que puede soportar el conductor en ºC.
- I = Intensidad que circula por el conductor en A.
- I_{max} = Intensidad máxima admisible para el conductor en A.

6.4. Intensidad Máxima Admisible en Cortocircuito

Para conocer la intensidad máxima de cortocircuito que soporta el conductor en las condiciones que se han establecido tanto de instalación como de temperaturas, se debe aplicar la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}} \cdot \sqrt{\frac{\ln\left(\frac{T_{cc} + \beta}{T_i + \beta}\right)}{\ln\left(\frac{T_{cc} + \beta}{T_S + \beta}\right)}}$$

Donde:

- I_{CC} = Intensidad de cortocircuito en A.
- S = Sección del conductor en mm^2.
- k = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.
- t_{cc} = Duración del cortocircuito en s.
- T_{CC} = Máxima temperatura de cortocircuito admisible en ºC.
- T_i =Temperatura del conductor en régimen permanente. Es la temperatura a la que se inicia el cortocircuito en ºC.
- T_S = Temperatura máxima del conductor en régimen permanente en ºC.
- β = Coeficiente adimensional (235 para cobre y 228 para aluminio).

6.5. Pérdida de Potencia

La pérdida de potencia de cada uno de los tramos que componen la red de alta tensión se limita al 4%. Para ello, se aplica la siguiente expresión:

$$\Delta P[\%] = \frac{\Delta P[W]}{P} = 3 \cdot L \cdot I^2 \cdot R_T$$

Donde:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

- ΔP[%] = Pérdida de potencia en porcentaje.
- ΔP[W] = Pérdida de potencia en W.
- P= Potencia nominal evacuada por la línea en VA.
- L = Longitud en km.
- I = Intensidad en A.
- R_T = Resistencia de la línea en Ω/km.

La resistencia de la línea se calcula para la temperatura de funcionamiento, al igual que en el estudio de caída de tensión.

6.6. PROTECCIONES

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las protecciones serán instaladas en la subestación y cumplirán con los requisitos necesarios para el correcto funcionamiento de la red de transporte.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.7. RESUMEN CÁLCULOS ELÉCTRICOS

INFORMACIÓN GENERAL										CONDUCTOR FASE							PÉRDIDAS				
CIRCUITO	ORIGEN	DESTINO	POTENCIA TOTAL (MVA)	TENSIÓN (kV)	LONG. (km)	COS ϕ	RESIST. (Ω/km)	REACT. (Ω/km)	**INTENS. (A)**	TIPO	Tª MÁX. RÉG. PERM. (ºC)	Tº OP. (ºC)	SECCIÓN (mm2)	CONDUCT. POR LÍNEA	**INT. MÁX. ADM. (A)**	**INT. MÁX. CC (kA)**	ΔV (V)	**ΔV (%)**	**ΔV (%) CIRCUITO**	ΔP (kW)	**ΔP (%)**
C1	SET	P.C.	35,00	132,00	0,484	0,95	0,0780	0,1070	**161,14**	Al XLPE	90	31,52	400	1	**397,15**	**65,09**	14,52	**0,01%**	**0,01%**	2,94	**0,01%**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

7. CÁLCULOS ELÉCTRICOS ENTRONQUE AÉREO-SUBTERRÁNEO

El conductor se seleccionará siguiendo los criterios de la ITC-LAT-07.

7.1. DATOS DE PARTIDA

La intensidad nominal a evacuar proveniente de la SET Carrugueiro es:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\varphi)} = \frac{35\ MVA}{\sqrt{3} \cdot 132\ kV \cdot 0{,}95} = 161{,}14\ A$$

7.2. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE

Las características eléctricas de los conductores disponibles se presentan a continuación:

DESIGNACIÓN	DESIGNACIÓN ANTIGUA	SECCIONES			RESISTENCIA LINEAL	INTENSIDAD ADMISIBLE
		AL	ST	TOTAL		
		mm²	*mm²*	*mm²*	*Ω/km*	*A*
47-AL1/8-ST1A	LA 56	46,8	7,8	54,6	0,6136	202
67-AL1/11-ST1A	LA 78	67,4	11,2	78,6	0,4261	244
100-AL1/17-ST1A	-	100,0	16,7	116,7	0,2869	320
107-AL1/18-ST1A	LA 125 PENGUIN	107,0	17,9	125,1	0,2675	336
152-AL1/25-ST1A	LA 175 OSTRICH	152,0	24,7	176,7	0,1900	429
147-AL1/34-ST1A	LA 180	147,3	34,3	181,6	0,1962	424
242-AL1/39-ST1A	LA 280 HAWK	241,7	39,4	281,1	0,1194	575
337-AL1/44-ST1A	LA 380 GULL	337,3	43,7	381,0	0,0857	712
402-AL1/52-ST1A	LA 455 CONDOR	402,3	52,2	454,5	0,0718	799
483-AL1/33-ST1A	LA 510 RAIL	483,4	33,4	516,8	0,0599	882
485-AL1/63-ST1A	LA 545 CARDINAL	484,5	62,8	547,3	0,0596	890
565-AL1/72-ST1A	LA 635 FINCH	565,0	71,6	636,6	0,0511	960
806-AL1/56-ST1A	LA 860 LAPWING	805,7	55,6	861,3	0,0359	1077

Tabla 8. Características de los conductores de Aluminio-Acero desnudo

Se propone un circuito doble (uno para SET Carrugueiro y otro para SET Viento del Sellía) con conductor 147-AL1/34 ST1A (LA-180). La intensidad máxima admisible será de 424 A.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ANEXO XII.

DRENAJES

Parque Eólico Carrugueiro

(Concejos de Boal y Castropol – Asturias)

Expediente: P.E. 159

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

HISTÓRICO

FECHA	REV.	COMENTARIOS	AUTORES		
			ELABORADO	REVISADO	APROBADO
10/21	00	Creación del Documento	JDF3	SVF	SRF

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

INDICE

1. OBJETO 4
2. ESTUDIO HIDROLÓGICO 4
   2.1. PERIODO DE RETORNO 5
   2.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 5
   2.3. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN 6
   2.4. INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA 6
   2.5. FACTOR DE INTENSIDAD 7
   2.6. PRECIPITACIÓN DIARIA 8
   2.7. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA 8
3. DETERMINACIÓN DE CAUDALES 9
4. COMPROBACIONES HIDRÁULICAS 10
   4.1. COMPROBACIÓN DE LAS CUNETAS 10
   4.2. COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL 12

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1. OBJETO

El objeto del presente Anexo es la definición de la metodología empleada para la obtención de los caudales de las distintas cuencas que afectan al diseño del sistema de drenaje del Parque Eólico Carrugueiro, situado en los concejos de Boal y Castropol (Asturias).

Asimismo, se establece la justificación hidráulica de las distintas obras de drenaje a ejecutar dentro del parque necesarias para un adecuado drenaje de las aguas superficiales.

2. ESTUDIO HIDROLÓGICO

El estudio hidrológico se realiza en base a la Normativa vigente, es decir, la Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial" del Ministerio de Fomento, de forma que se obtienen los caudales máximos de las distintas cuencas internas del Parque Eólico.

La Norma establece como método de cálculo el método racional modificado en el que se establece el caudal máximo anual Q_T, correspondiente a un periodo de retorno T calculado mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T,t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3{,}6}$$

Donde:

- Q_T (m^3/s): Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.
- I (T, t_c) (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno T considerado para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca.
- C: Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca.
- A (km^2): Área de la cuenca considerada.
- K_t: Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación, que depende del tiempo de concentración.

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

2.1. PERIODO DE RETORNO

El período de retorno T_R es el tiempo, expresado en años, para el cual el caudal máximo anual tiene una probabilidad de ser excedido igual a $1/T_R$.

La Normativa (Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial") establece una diferencia entre el drenaje de plataforma y márgenes (T = 25 años) y el drenaje transversal (T > 100 años).

Para el caso presente, todas las obras de drenajes del Parque Eólico se consideran drenaje de plataformas y márgenes, así como drenajes transversales bajo el vial de acceso, por tanto, el período de retorno (T) considerado será de 25 años y de 100 años según el caso.

2.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración se considera el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe mediante la siguiente formulación en nuestro caso particular:

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{\ 0,408} \cdot n_{dif}^{\ 0,312} \cdot J_{dif}^{\ -0,209}$$

Donde:

- t_{dif} (minutos): Tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno.
- L_{dif} (m): Longitud de recorrido en flujo difuso.
- J_{dif} (adimensional): Pendiente media.
- n_{dif} (adimensional): Coeficiente de flujo difuso según la tabla siguiente.

Cobertura del terreno		n_{dif}
Pavimentado o revestido		0,015
No pavimentado ni revestido	Sin vegetación	0,050
	Con vegetación escasa	0,120
	Con vegetación media	0,320
	Con vegetación densa	1,000

Tabla 1. Valores del coeficiente de flujo difuso (Fuente: Norma 5.2-IC Drenaje Superficial).

El valor del tiempo de concentración a considerar se obtiene de la tabla siguiente:

t_{dif} (minutos)	t_C (minutos)
≤ 5	5
$5 \leq t_{dif} \leq 40$	t_{dif}
≥ 40	40

Tabla 2. Determinación de t_c en condiciones de flujo difuso (Fuente: Norma 5.2-IC Drenaje Superficial).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

2.3. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación I (T, tc) correspondiente a un período de retorno T en años y una duración de aguacero tc se determina mediante la fórmula siguiente:

$$I(T,t) = I_d \cdot F_{\text{int}}$$

Donde:

- I (T, t_c) (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno T y a una duración del aguacero t.
- I_d (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T.
- F_{int} (adimensional): Factor de intensidad.

2.4. INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN CORREGIDA

La intensidad media diaria de precipitación corregida Id se obtiene de la fórmula siguiente:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Donde:

- I_d (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T.
- P_d (mm): Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T.
- K_A (adimensional): Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca calculado según la fórmula siguiente:

Si A < 1 km^2 $\qquad K_A = 1$

Si A ≥ 1 km^2 $\qquad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

2.5. FACTOR DE INTENSIDAD

El factor de intensidad F_{int} introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio, y se obtiene a partir del valor máximo entre F_a, mediante la fórmula siguiente:

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287 - 2,5287\, t^{0,1}}$$

Donde:

- F_a (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad I_1/I_d.
- I_1/I_d (adimensional): Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la Figura 1.
- t (horas): Duración del aguacero.

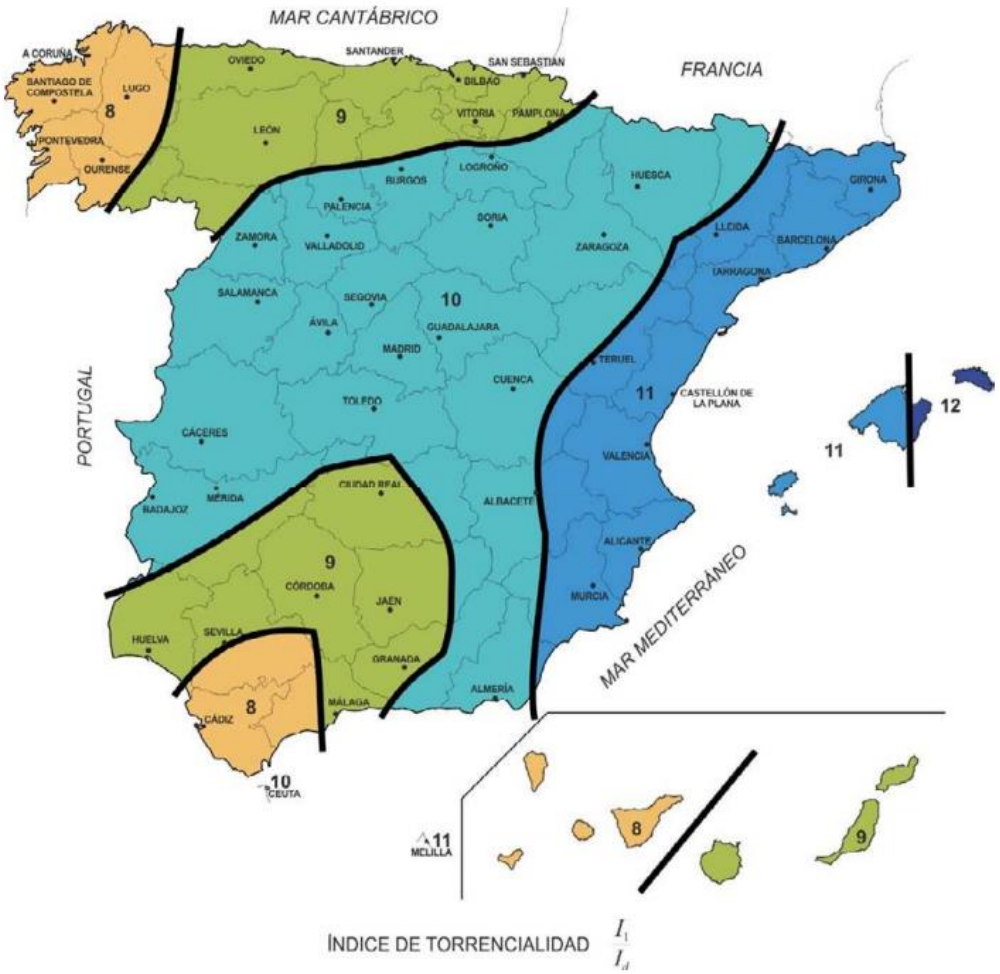


Figura 1. Mapa del índice de torrencialidad (Fuente: Norma 5.2-IC Drenaje Superficial).

Para la zona en la que se ubica el Parque Eólico se tiene I_1/I_d = 9

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2.6. PRECIPITACIÓN DIARIA

Se calcula la precipitación diaria P_d a partir de los datos pluviométricos obtenidos del documento "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana para el punto donde se ubica el Parque Eólico considerando los periodos de retorno de 25 y 100 años. Los datos obtenidos son los siguientes:

T (años)	P_{media} (mm/dia)	C_v	P_t (mm/dia)
25	57	0,353	99
100	57	0,353	126

Tabla 3. Datos pluviométricos.

Donde:

- P_{media} (mm/día): Valor medio de la precipitación máxima diaria anual.
- C_v: Coeficiente de variación.
- P_t (mm/día): Estimación de la precipitación diaria máxima correspondiente a los periodos de retorno de 25 y 100 años.

2.7. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I (T, t_c) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. El coeficiente de escorrentía C, se obtendrá mediante la siguiente formula:

Si $P_d \cdot K_A > P_0$

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right)\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

Si $P_d \cdot K_A \leq P_0$

$$C = 0$$

Donde:

- C (adimensional): Coeficiente de escorrentía.
- P_d (mm): Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T considerado.
- K_d (adimensional): Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.
- P_0 (mm): Umbral de escorrentía.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

3. DETERMINACIÓN DE CAUDALES

De acuerdo a lo visto hasta el momento, el drenaje se diseñará para periodos de retorno de 25 años en el caso del drenaje longitudinal y 100 años para el caso del drenaje transversal, por lo que una vez calculados los parámetros anteriores, se determinarán los caudales para los periodos de retorno antes mencionados. Se obtiene:

T = 25 años	A	A	Q	Q
CUENCA	(m²)	(km²)	(m³/s)	(l/s)
C1	59.354	0,0594	0,290	289,638
C2	84.619	0,0846	0,436	436,325
C3	32.454	0,0325	0,167	167,345
C4	21.561	0,0216	0,111	111,178
C5	23.816	0,0238	0,123	122,806
C6	13.086	0,0131	0,067	67,478
C7	9.383	0,0094	0,048	48,381
C8	20.579	0,0206	0,106	106,115
C9	22.853	0,0229	0,118	117,837
C10	6.424	0,0064	0,033	33,124

Tabla 4. Caudales para T = 25 años.

T = 100 años	A	A	Q	Q
CUENCA	(m²)	(km²)	(m³/s)	(l/s)
C1	59.354	0,0594	0,487	486,532
C2	84.619	0,0846	0,733	732,936
C3	32.454	0,0325	0,281	281,105
C4	21.561	0,0216	0,187	186,757
C5	23.816	0,0238	0,206	206,289
C6	13.086	0,0131	0,113	113,348
C7	9.383	0,0094	0,081	81,270
C8	20.579	0,0206	0,178	178,251
C9	22.853	0,0229	0,198	197,941
C10	6.424	0,0064	0,056	55,641

Tabla 5. Caudales para T = 100 años.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4. COMPROBACIONES HIDRÁULICAS

4.1. COMPROBACIÓN DE LAS CUNETAS

Para el dimensionamiento hidráulico de las cunetas se considera el flujo en lámina libre empleando la ecuación de Manning:

$$Q = A \times R_h^{2/3} \times S^{1/2} \times 1/n$$

Donde:

- Q (m3/s): Caudal.
- Rh (m): Radio hidráulico.
- n ($s/m^{1/3}$): Coeficiente de rugosidad de Manning, dependiente del tipo de material del elemento lineal.
- A (m^2): Área de la sección transversal del conducto.
- S (m/m): Pendiente de la línea de agua.

MATERIAL		n ($sm^{-1/3}$)
Cuneta	Sin vegetación. Superficie uniforme	0,020-0,025
	Sin vegetación. Superficie irregular	0,020-0,033
	Con vegetación herbácea segada	0,033-0,040
	Con vegetación herbácea espesa	0,040-0,050
	En roca. Superficie uniforme	0,029-0,033
	En roca. Superficie irregular	0,033-0,050
	Fondo de grava. Cajeros de hormigón	0,017-0,020
	Fondo de grava. Cajeros encachados	0,022-0,033
	Encachado	0,020-0,029
	Hormigón proyectado	0,017-0,022
	Revestida con hormigón in situ	0,013-0,017
Pavimento con mezclas bituminosas		0,013-0,018
Hormigón en marcos y otras estructuras in situ		0,014-0,017
Gaviones		0,020-0,040
Tubo de hormigón		0,012-0,017
Tubo de fundición		0,010-0,015
Tubo de acero		0,010-0,014
Tubo de materiales poliméricos		0,008-0,013

Tabla 6. Coeficiente de rugosidad de Manning (Fuente: Norma 5.2-IC Drenaje Superficial).

Naturaleza de la superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Terreno sin vegetación arenoso o limoso	0,20-0,60
Terreno sin vegetación arcilloso	0,60-0,90
Terreno sin vegetación en arcillas duras y margas blandas	0,90-1,40
Terreno sin vegetación en gravas y cantos	1,20-2,30
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60-1,20
Terreno con vegetación herbácea permanente	1,20-1,80
Rocas blandas	1,40-3,00
Mampostería, rocas duras	3,00-5,00
Hormigón	4,50-6,00

Tabla 7. Velocidad máxima del agua (Fuente: Norma 5.2-IC Drenaje Superficial).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Se considera un coeficiente de rugosidad de Manning n = 0,033 que es el que se corresponde con el terreno natural sin vegetación.

En la siguiente tabla se muestran los datos para el cálculo de las cunetas:

CUNETAS EN TERRENO NATURAL								
Def Cuneta	**Q_{25} (m³/s)**	**R_h (m)**	**i**	**V_{ll} (m/s)**	**Q_{ll} (m³/s)**	**V_{max} (m/s)**	**¿Verifica velocidad?**	**¿Verifica capacidad?**
C1	0,290	0,11	0,106	0,83	0,42	2,30	SI	SI
			0,106	2,30	1,18	2,30	SI	SI
C2	0,436	0,11	0,106	0,83	0,44	2,30	SI	SI
			0,106	1,80	0,99	2,30	SI	SI
C3	0,167	0,11	0,106	1,59	0,88	2,30	SI	SI
			0,106	1,80	0,90	2,30	SI	SI
C4	0,111	0,11	0,106	1,80	0,90	2,30	SI	SI
			0,106	1,80	1,08	2,30	SI	SI
C5	0,123	0,11	0,106	0,48	0,29	2,30	SI	SI
			0,106	1,80	1,35	2,30	SI	SI
C6	0,067	0,11	0,106	1,17	0,88	2,30	SI	SI
			0,106	1,48	0,74	2,30	SI	SI
C7	0,048	0,11	0,106	0,48	0,24	2,30	SI	SI
			0,106	2,30	1,31	2,30	SI	SI
C8	0,106	0,11	0,106	0,48	0,24	2,30	SI	SI
			0,106	1,18	0,59	2,30	SI	SI
C9	0,118	0,11	0,106	1,06	0,53	2,30	SI	SI
			0,106	1,36	0,95	2,30	SI	SI
C10	0,033	0,11	0,106	0,48	0,34	2,30	SI	SI
			0,106	0,48	0,29	2,30	SI	SI

Tabla 8. Comprobación del cálculo de las cunetas.

CUNETAS EN TERRENO NATURAL							
Def Cuneta	**Sección**	**z**	**T (m)**	**y (m)**	**A (m²)**	**R_h (m)**	**P (m)**
C1	Triangular	1,00	0,60	0,30	0,090	0,106	0,849
C2	Triangular	1,00	0,60	0,30	0,090	0,106	0,849
C3	Triangular	1,00	0,60	0,30	0,090	0,106	0,849
C4	Triangular	1,00	0,60	0,30	0,090	0,106	0,849
C5	Triangular	1,00	0,60	0,30	0,090	0,106	0,849
C6	Triangular	1,00	0,60	0,30	0,090	0,106	0,849
C7	Triangular	1,00	0,60	0,30	0,090	0,106	0,849
C8	Triangular	1,00	0,60	0,30	0,090	0,106	0,849
C9	Triangular	1,00	0,60	0,30	0,090	0,106	0,849
C10	Triangular	1,00	0,60	0,30	0,090	0,106	0,849

Tabla 9. Datos de cálculo de las cunetas.

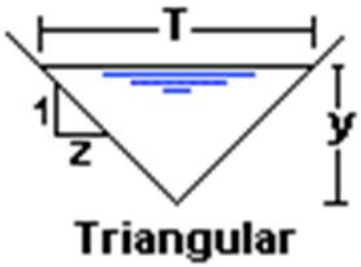


Figura 2. Geometría de la sección de cuneta triangular.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

4.2. COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

Para la comprobación de las obras de drenaje transversal se considera el caudal calculado para el periodo de retorno de 100 años, de tal manera que aplicando la formulación de Manning se puede determinar el diámetro de la conducción y comprobar que la velocidad no supera la máxima establecida y, por lo tanto, establecer un diámetro comercial válido.

ODTs EN HORMIGÓN		
Def ODT	**Q_{100} (m^3/s)**	**Ø (mm)**
ODT1	0,608	600
ODT2	0,827	1.000
ODT3	0,187	600
ODT4	0,187	600
ODT5	0,182	600
ODT6	0,178	600
ODT7	0,081	600
ODT8	0,198	600

Tabla 10. Obras de Drenaje Transversal.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

PLANOS

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

INDICE

Nº DE PLANO	DESCRIPCIÓN	EDICIÓN	FECHA	CODIGO DE PLANO
00	INDICE	00	11.21	183G25PECAR00
01	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO			
01.01	SITUACIÓN	00	11.21	183G25PECAR01.01
01.02	CARTOGRAFIA	00	11.21	183G25PECAR01.02
01.03	ORTOFOTOMAPA	00	11.21	183G25PECAR01.03
02	AEROGENERADORES			
02.01	DIMENSIONES	00	11.21	183G25PECAR02.01
02.02	CIMENTACIÓN	00	11.21	183G25PECAR02.02
02.03	PLATAFORMA	00	11.21	183G25PECAR02.03
03	OBRA CIVIL			
03.01	PLANTA , VIALES Y ACCESOS	00	11.21	183G25PECAR03.01
03.02	SECCIÓN TIPO VIALES	00	11.21	183G25PECAR03.02
03.03	PLANTA DE VIALES DE HORMIGÓN	00	11.21	183G25PECAR03.03
03.04	PERFILES LONGITUDINALES	00	11.21	183G25PECAR03.04
03.05	PERFILES TRANSVERSALES	00	11.21	183G25PECAR03.05
03.06	DRENAJE. PLANTA Y DETALLES	00	11.21	183G25PECAR03.06
03.07	SEÑALIZACIÓN	00	11.21	183G25PECAR03.07

INDICE

Nº DE PLANO	DESCRIPCIÓN	EDICIÓN	FECHA	CODIGO DE PLANO
04	RED DE EVACUACIÓN			
04.01	PLANTA GENERAL	00	11.21	183G25PECAR04.01
04.02	PLANTA CRUZAMIENTOS LSMT	00	11.21	183G25PECAR04.02
04.03	SISTEMA COLECTOR. DETALLES	00	11.21	183G25PECAR04.03
04.04	ESQUEMA UNIFILAR	00	11.21	183G25PECAR04.04
04.05	SET CARRUGUEIRO	00	11.21	183G25PECAR04.05
05	DIAGRAMA UNIFILAR DE INTERCONEXIÓN	00	11.21	183G25PECAR05
06	AFECCIONES	00	11.21	183G25PECAR06

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

ÍNDICE

Nº PLANO: 00

HOJA: 01 DE: 01

183G25PECAR00

ARCHIVO: 183G25PECAR00_V00.DWG

VISADO ELECTRÓNICAMENTE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

isastur procinsa

Nº Visado: 202116180

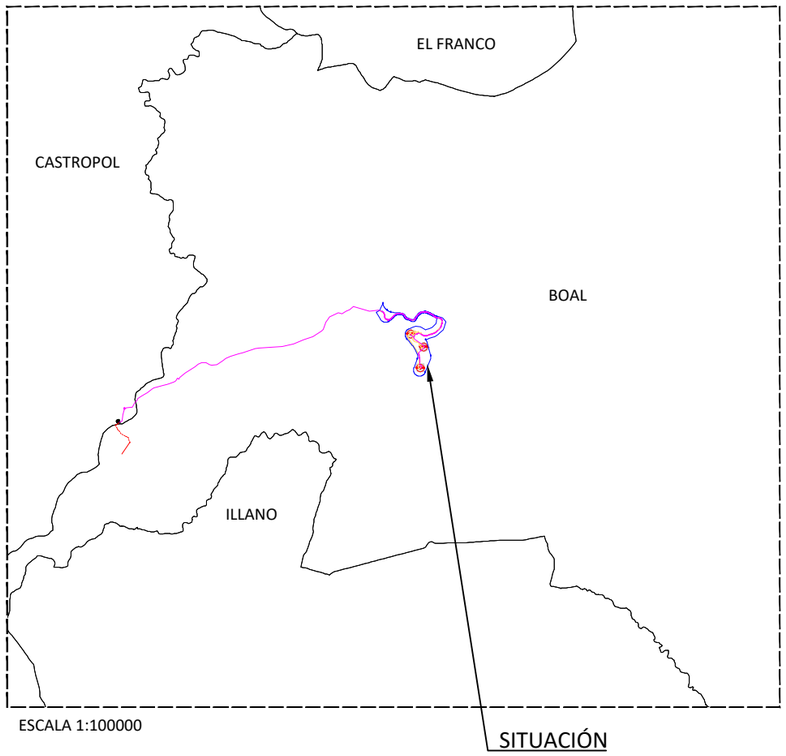
Fecha: 13/12/2021

VISADO

ESCALA: S/E

A3

ESCALA 1:15000



ESCALA 1:100000

ESCALA 1:500000

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
SITUACIÓN

Nº PLANO: 01.01

HOJA: 01 DE: 01

183G25PECAR01.01

ARCHIVO: 183G25PECAR01.01_V00.DWG

VISADO ELECTRÓNICAMENTE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

isastur procinsa

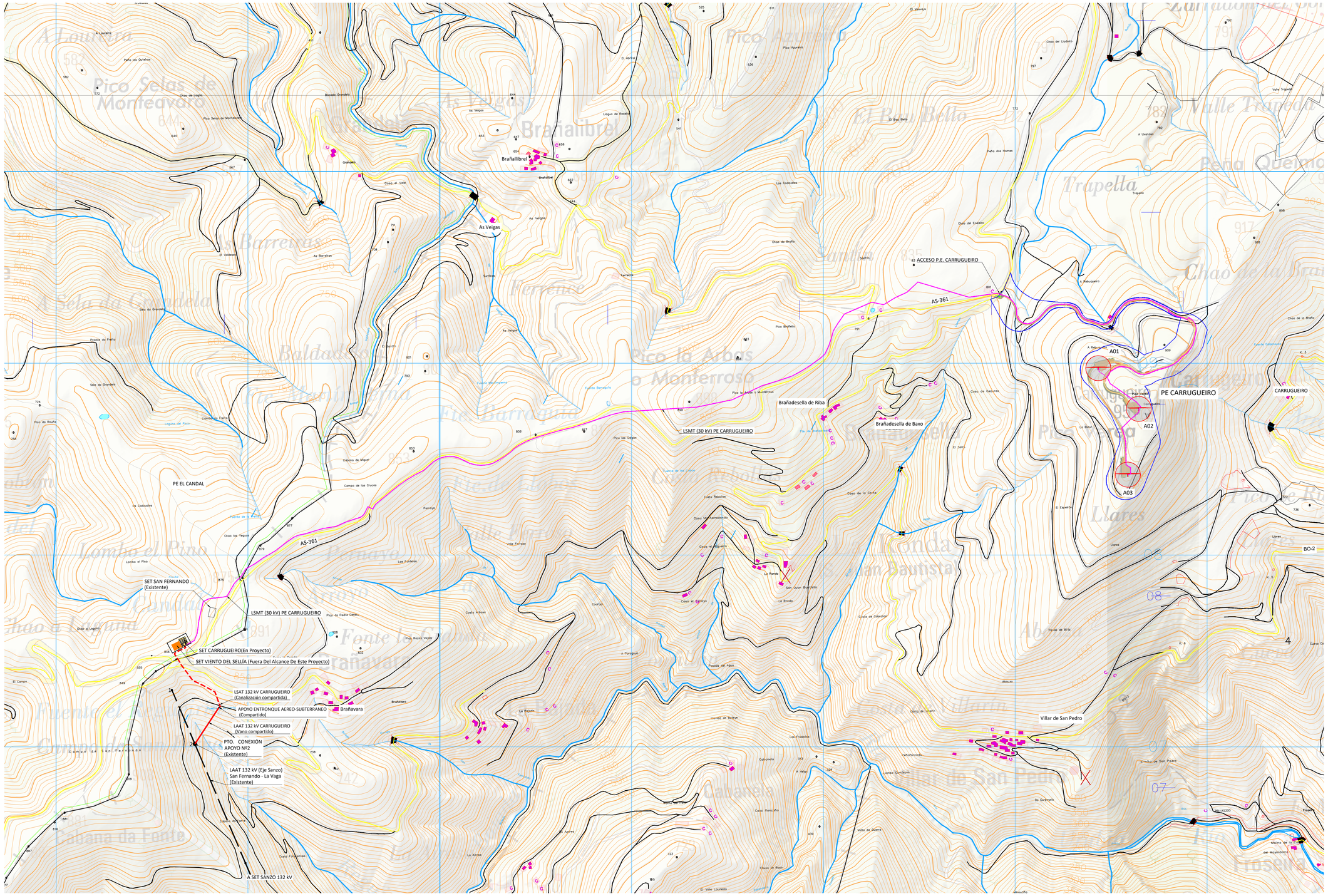
Nº Visado: 202116180

Fecha: 13/12/2021

VISADO

ESCALA: VARIAS

A3



N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- SET CARRUGUEIRO
- SET VIENTO DEL SELLÍA
- LAAT 132kV PE CARRUGUEIRO
- LSAT 132kV PE CARRUGUEIRO
- LSMT 30 kV PE CARRUGUEIRO
- LAAT 132kV SAN FERNANDO-LA VAGA (EXISTENTE)
- CAMINOS O PISTAS DE TIERRA
- CARRETERAS O PISTAS ASFALTADAS
- SENDAS

ID	COOR.X	COOR.Y
A-01	673433.00	4808974.00
A-02	673644.00	4808762.00
A-03	673587.00	4808419.00

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 100m 500m 1000m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO CARTOGRAFÍA

Nº PLANO: 01.02

HOJA: 01 DE: 02

183G25PECAR01.02

ARCHIVO: 183G25PECAR01.02_V00.DWG

Nº Visado: 2021161

Fecha: 13/12/2021

VISADO

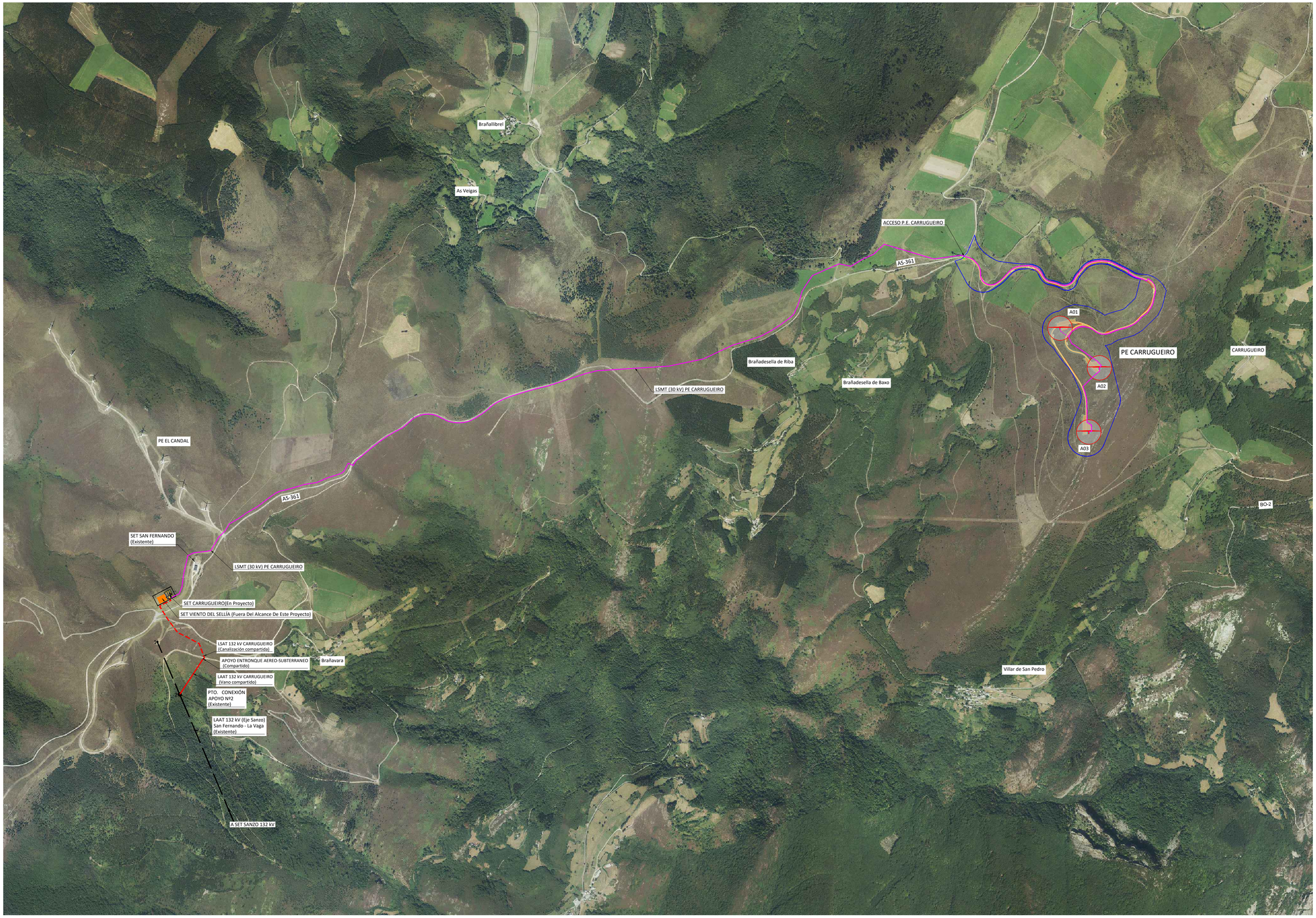
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

isastur procinsa

Fecha: 13/12/2021

Número de Colegiado: 10000

A1



N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- SET CARRUGUEIRO
- SET VIENTO DEL SELLÍA
- LAAT 132kV PE CARRUGUEIRO
- LSAT 132kV PE CARRUGUEIRO
- LSMT 30 kV PE CARRUGUEIRO
- 1 — 2 LAAT 132kV SAN FERNANDO-LA VAGA (EXISTENTE)

ID	COOR.X	COOR.Y
A-01	673433.00	4808974.00
A-02	673644.00	4808762.00
A-03	673587.00	4808419.00

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 10m 50m 100m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

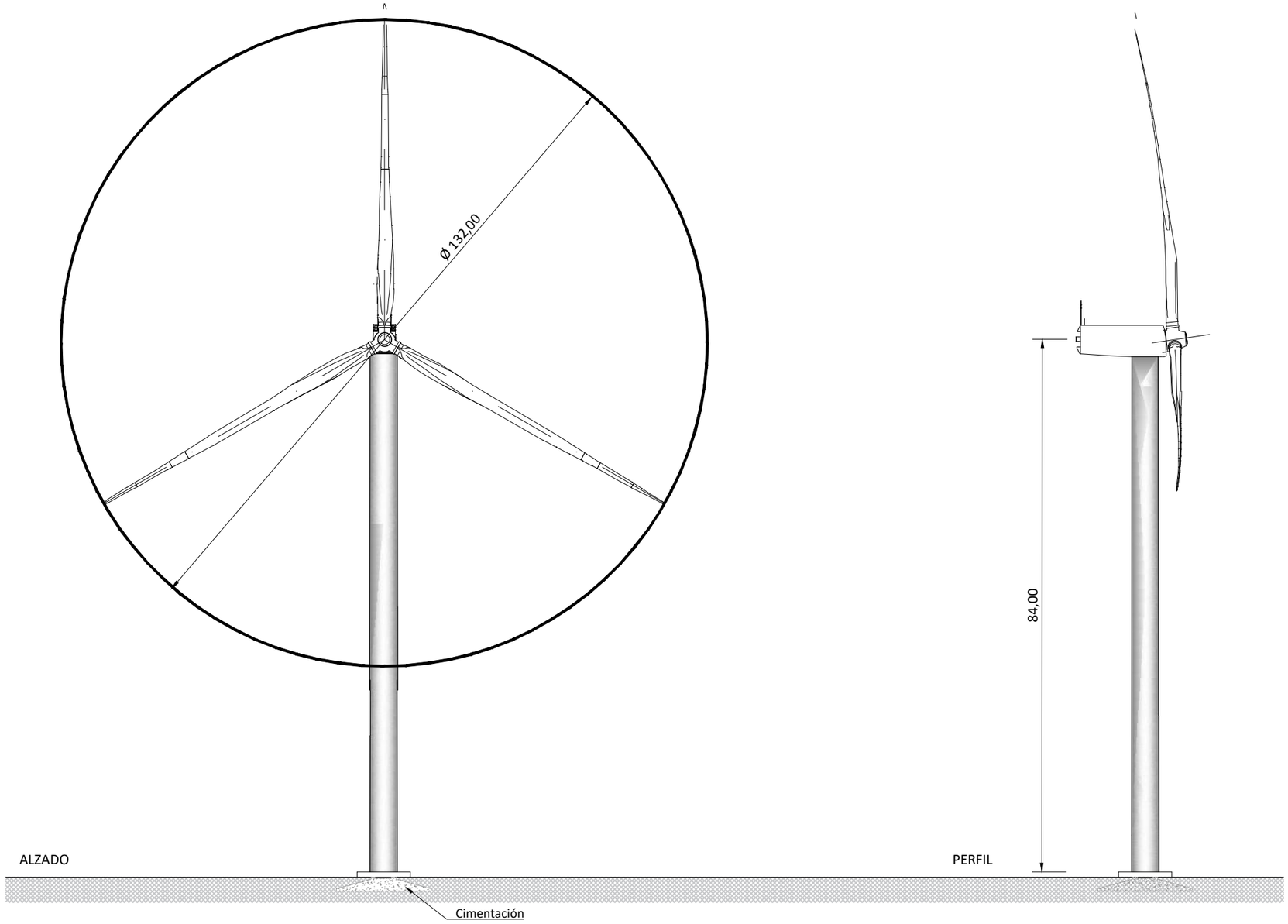
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

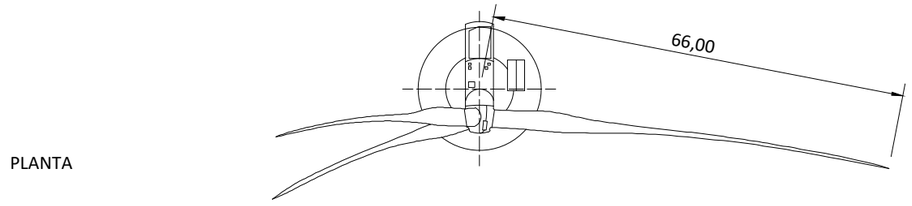
SITUACION Y EMPLAZAMIENTO ORTOFOTOMAPA

Nº PLANO: 01.03
HOJA: 01 DE:
183G25PECAR01.03
ARCHIVO: 183G25PECAR01.03_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO 10000

A1





NOTA: ACOTACIONES EN METROS EXCEPTO INDICADAS

NOTA: LA ALTURA DE LA TORRE PODRÁ INCREMENTARSE O DISMINUIRSE EN EL PORCENTAJE QUE PERMITA LA LEGISLACIÓN SIN QUE ELLO SUPONGA UNA MODIFICACIÓN SIGNIFICATIVA.
EL ÁREA DE BARRIDO Y POR LO TANTO EL DIÁMETRO DE ROTOR PODRÁ INCREMENTARSE EN EL PORCENTAJE QUE PERMITA LA LEGISLACIÓN SIN QUE ELLO SUPONGA UNA MODIFICACIÓN SIGNIFICATIVA.

					Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AEROGENERADORES
DIMENSIONES

Nº PLANO: 02.01

HOJA: 01 DE: 01

183G25PECAR02.01

ARCHIVO: 183G25PECAR02.01_V00.DWG

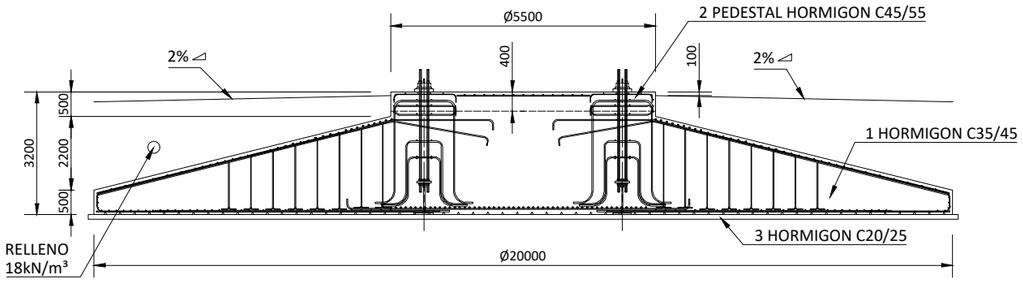
VISADO ELECTRÓNICAMENTE

Nº Visado: 20211618V

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur procinsa
Fecha: 13/12/2021

VISADO

FORMATO: A3



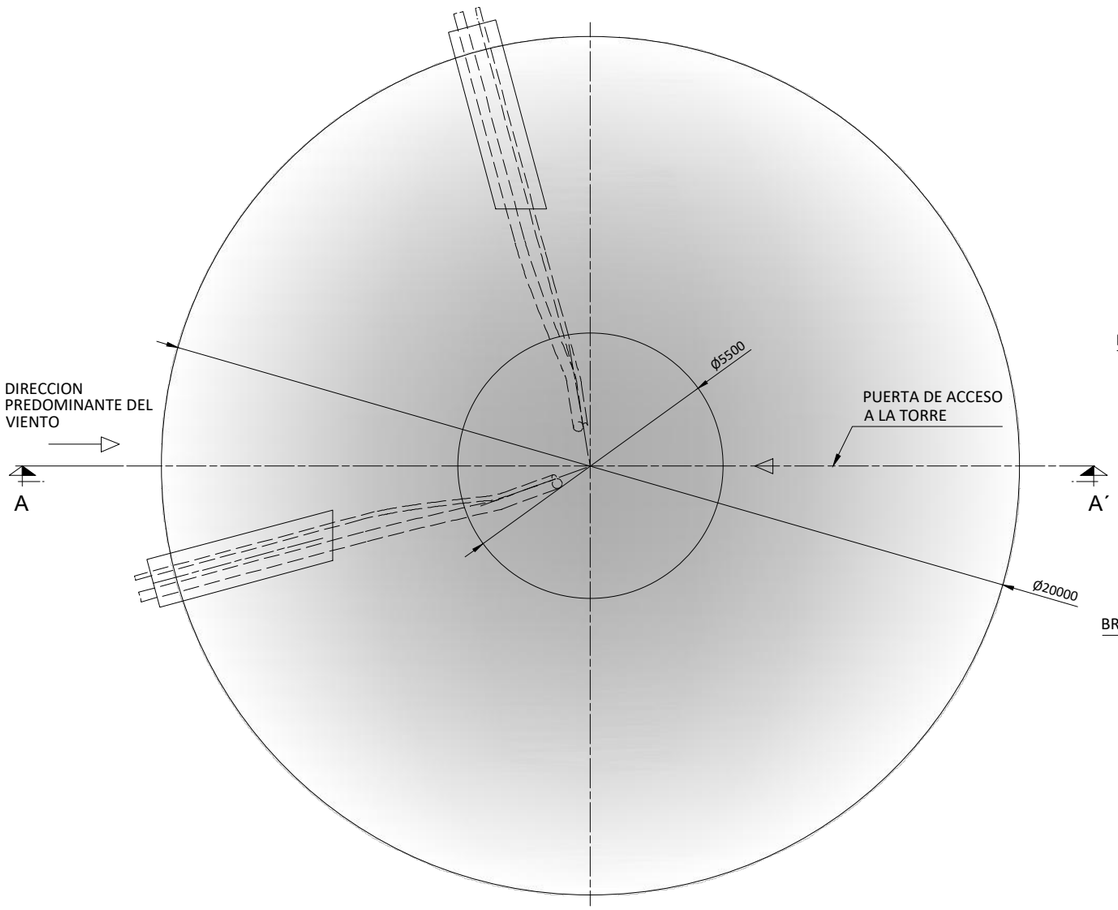
SECCION A-A´

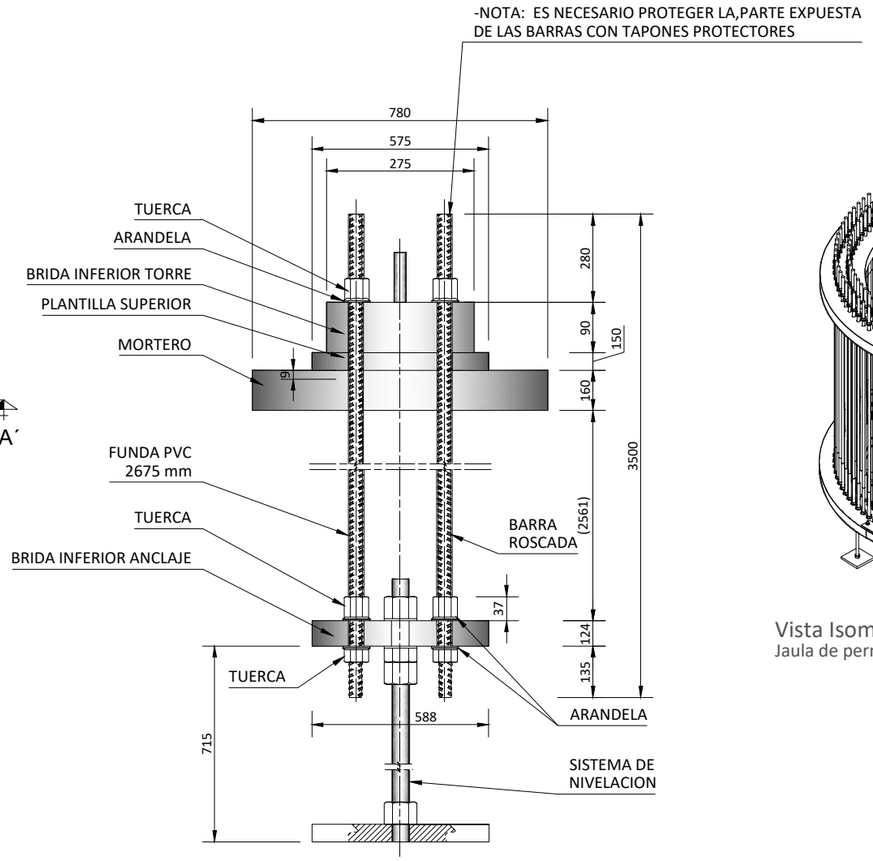
CARACTERISTICAS DE LAS BARRAS GP317271 208 (104 X 2)

Barras roscadas con extremos roscados M39 según EN ISO-898-1 (Área nominal =976 mm²)
Diámetro de vástago: 36 mm. (Área = 1017,9 mm²).
Material 10.9 según ISO 898-1 (fu=1000N/mm2,fY=900 N/mm2.)
Longitud=3000 mm. Longitud roscada mínima extremo superior: 600 mm. Longitud roscada mínima extremo inferior: 600 mm.
Protección contra corrosión: galvanizado en caliente según ISO1461.
Espesor mínimo 55 ɥm. Modulo elástico mínimo 200000 N/mm².
Precarga inicial necesaria: 470 kN.

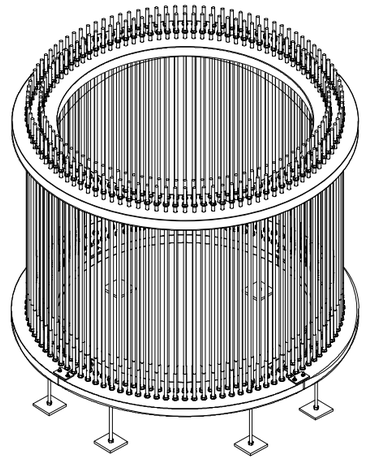
CARACTERISTICAS DEL MORTERO

Tipo Mortero:Masterflow 9300 (BASF), Conbextra BB92-O (Fosroc Euco o algún mortero con características similares.
Mínima resistencia características del mortero: 80 Mpa





DETALLE DE CONEXION DE BRIDAS



Vista Isometrica
Jaula de pernos con brida inferior dividida en sectores.

NOTA: ACOTACIONES EN MILIMETROS EXCEPTO INDICADAS

					Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

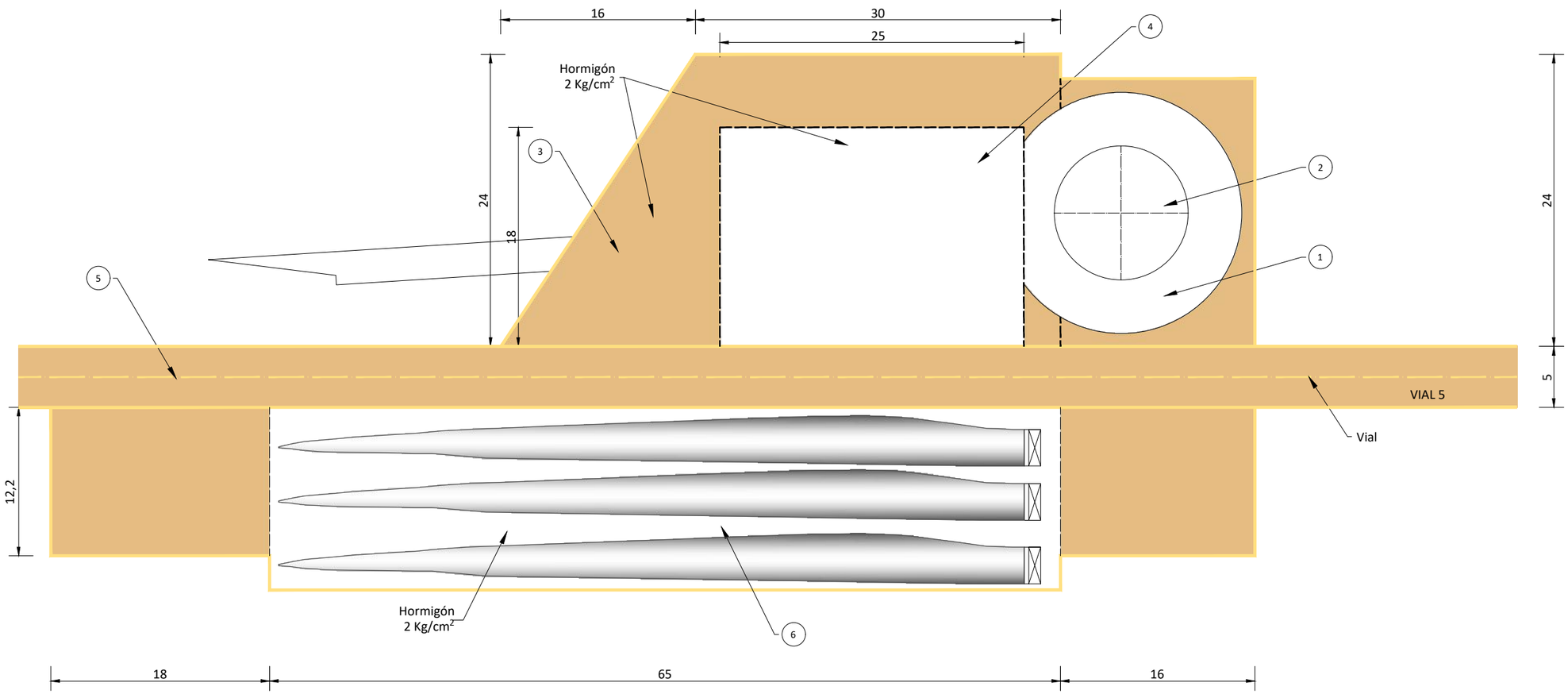
AEROGENERADORES CIMENTACION

Nº PLANO: 02.02
HOJA: 01 DE: 01
183G25PECAR02.02
ARCHIVO: 183G25PECAR02.02_V00.DWG

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Nº Visado: 20211618V
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur procinsa
Fecha: 13/12/2021
VISADO
ESCALA: S/E
A3

LEYENDA	
1	CIMENTACION
2	TORRE
3	AREA DE MONTAJE
4	PLATAFORMA DE GRUA
5	ACCESOS
6	ZONA DE ACOPIOS

DIMENSIONES PLATAFORMA DE MONTAJE



NOTA: ACOTACIONES EN METROS EXCEPTO INDICADAS

					Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AEROGENERADORES PLATAFORMA

Nº PLANO: 02.03

HOJA: 01 DE: 01

183G25PECAR02.03

ARCHIVO: 183G25PECAR02.03_V00.DWG

VISADO ELECTRÓNICAMENTE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

isastur procinsa

Nº Visado: 202116181

Fecha: 13/12/2021

VISADO

ESCALA: 1:400

A3

N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- SET CARRUGUEIRO
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- RESEMBRADO VEGETAL
- AS-361

NOTA:
En la carretera autonómica AS-361, Pk 3+100, en el margen izquierdo, se ha proyectado y ha sido autorizado por la Dirección General de Infraestructuras (Expte.: 2017 / 030844) el entronque del futuro acceso al parque eólico Carrugueiro (modificando el entronque existente al núcleo de Brañadesella). A partir de este punto se construirán los viales interiores del parque aprovechando en su mayor parte pistas existentes.

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 50m 250m 500m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

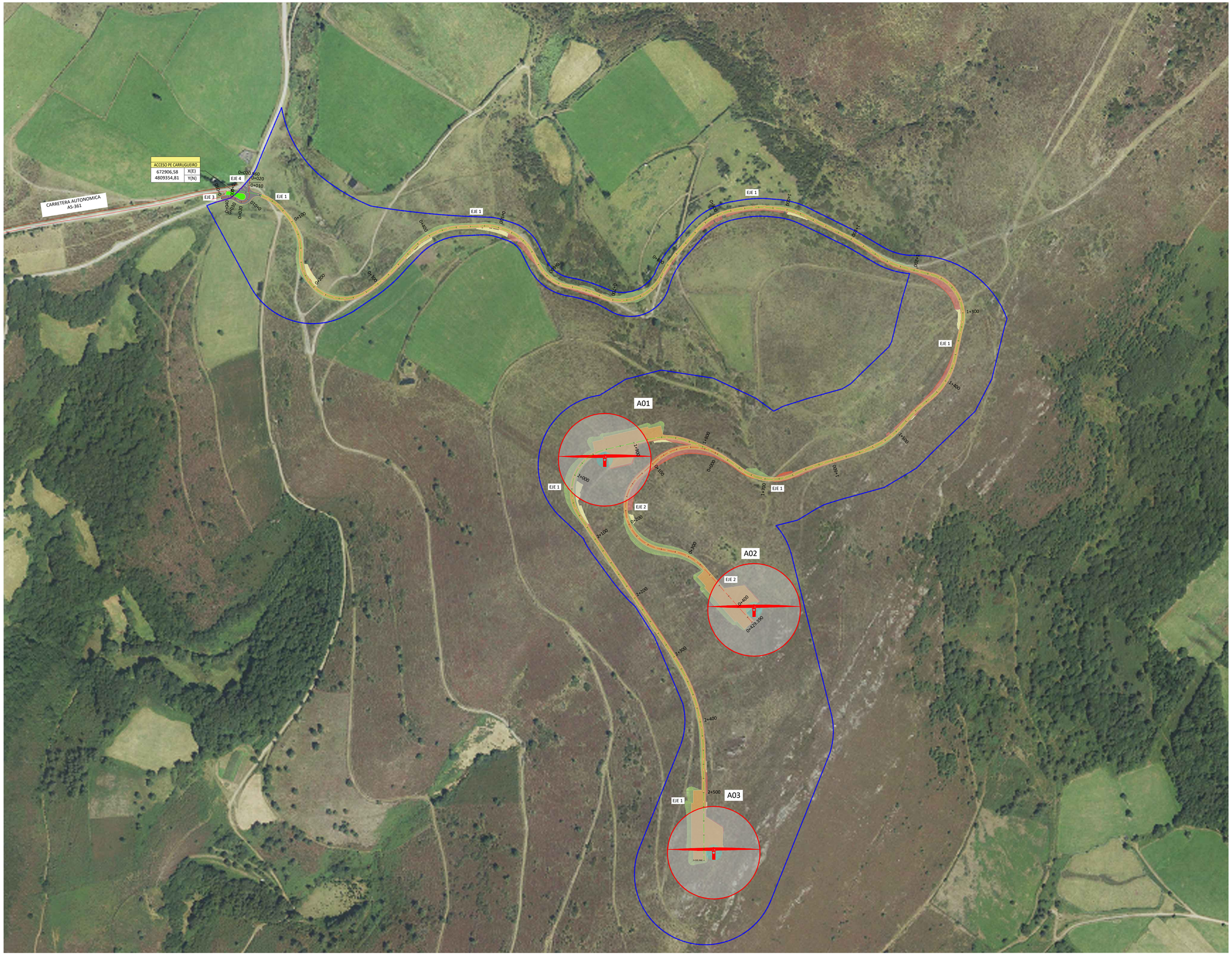
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
PLANTA, VIALES Y ACCESOS

Nº PLANO: 03.01
HOJA: 01 DE:
183G25PECAR03.01
ARCHIVO: 183G25PECAR03.01_V00.DWG

Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO
1:10000
A1

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur
procinsa



N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- RESEMBRADO VEGETAL
- AS-361

NOTA:
En la carretera autonómica AS-361, Pk 3+100, en el margen izquierdo, se ha proyectado y ha sido autorizado por la Dirección General de Infraestructuras (Expte.: 2017 / 030844) el entronque del futuro acceso al parque eólico Carrugueiro (modificando el entronque existente al núcleo de Brañadesella). A partir de este punto se construirán los viales interiores del parque aprovechando en su mayor parte pistas existentes.

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 25m 125m 250m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
PLANTA, VIALES Y ACCESOS

Nº PLANO: 03.01
HOJA: 02 DE:
ARCHIVO: 183G25PECAR03.01_V00.DWG

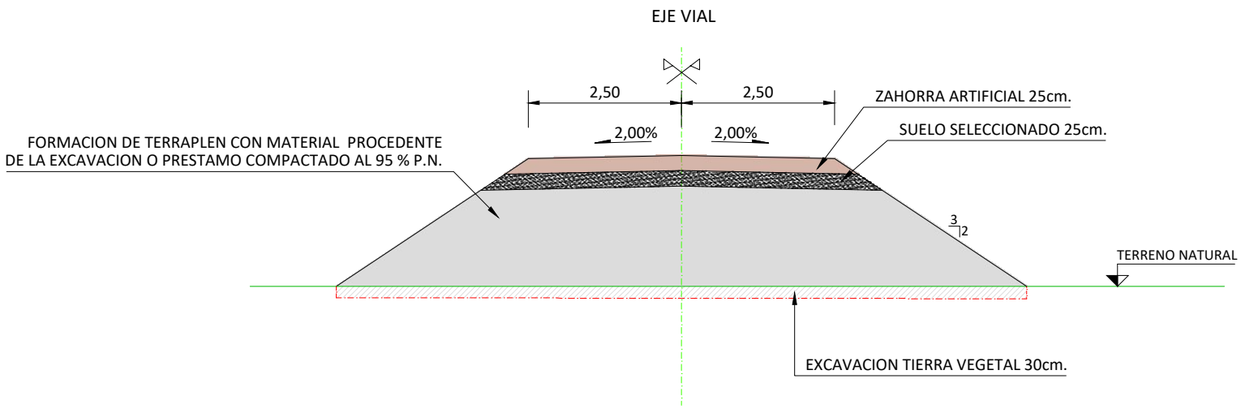
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 202116180
Fecha: 13/12/2021
VISADO-2500

procinsa

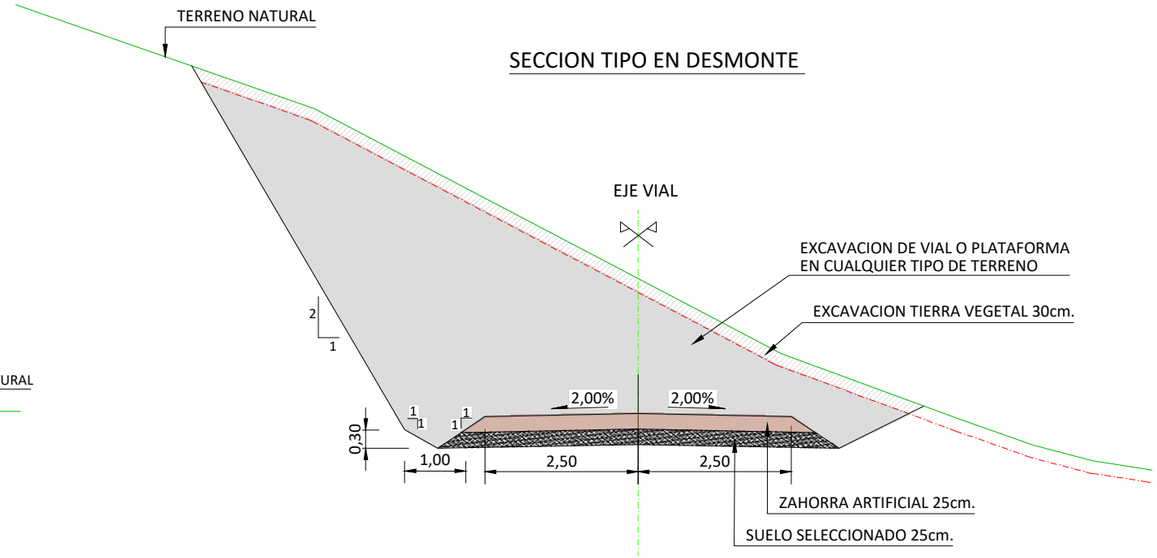
A1

SECCION TIPO DE VIALES

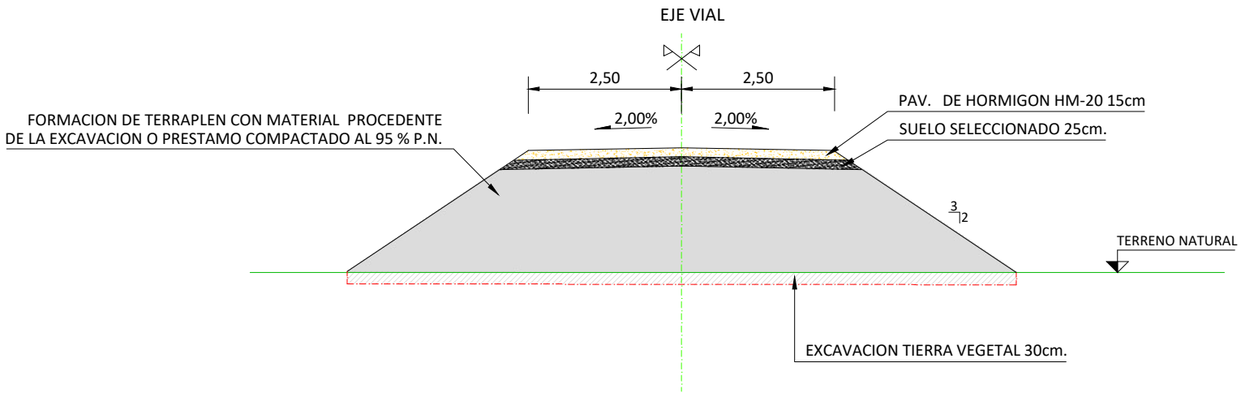
SECCION TIPO EN TERRAPLEN



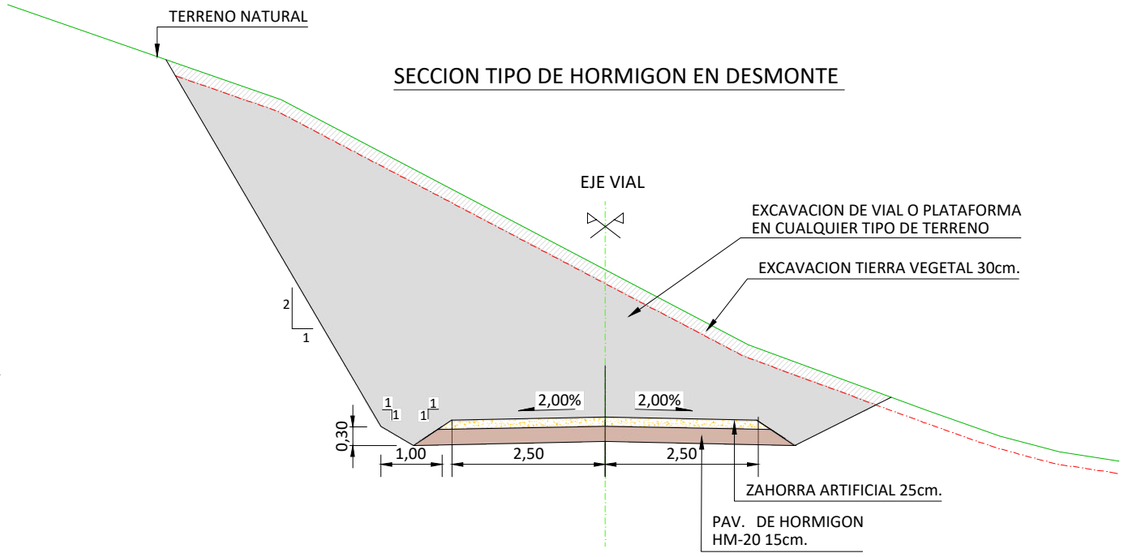
SECCION TIPO EN DESMONTE



SECCION TIPO DE HORMIGON EN TERRAPLEN



SECCION TIPO DE HORMIGON EN DESMONTE



NOTA: ACOTACIONES EN METROS EXCEPTO INDICADAS

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
SECCION TIPO VIALES

Nº PLANO: 03.02

HOJA: 01 DE: 01

183G25PECAR03.02

ARCHIVO: 183G25PECAR03.02_V00.DWG

ESCALA: 1:100

A3

VISADO ELECTRÓNICAMENTE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

isastur procinsa

Nº Visado: 202116180

Fecha: 13/12/2021

VISADO

N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- CIMENTACION AEROGENERADOR
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- SET CARRUGUEIRO
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- TRAMOS HORMIGONADOS
- RESEMBRADO VEGETAL
- AS-361

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 100m 500m 1000m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

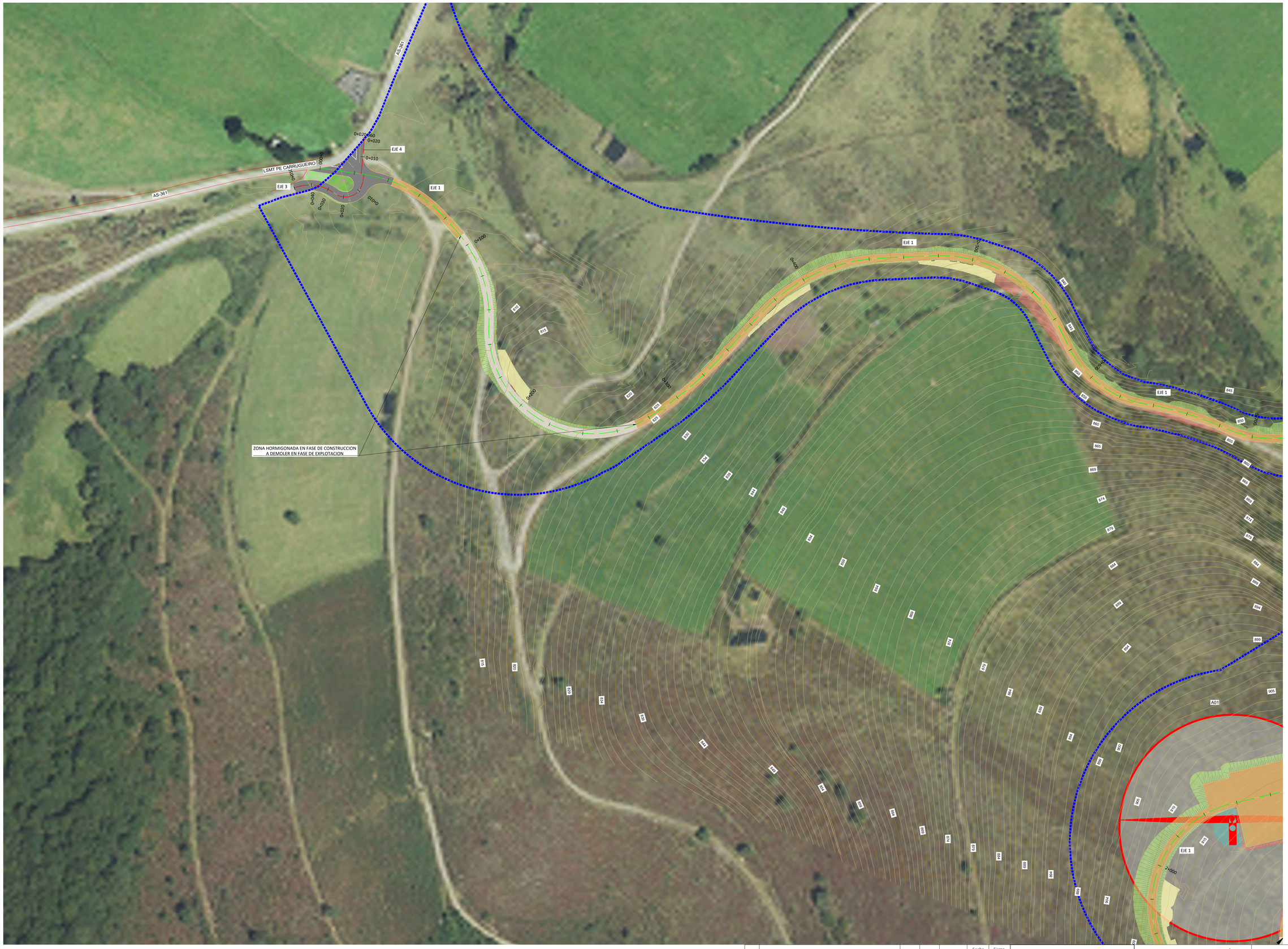
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
PLANTA DE VIALES DE HORMIGÓN

Nº PLANO: 03.03
HOJA: 01 DE:
183G25PECAR03.03
ARCHIVO: 183G25PECAR03.03_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 2021161
Fecha: 13/12/2021
VISADO 10000

A1



N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- CIMENTACION AEROGENERADOR
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- TRAMOS HORMIGONADOS
- RESEMBRADO VEGETAL
- AS-361

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 10m 50m 100m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
PLANTA DE VIALES DE HORMIGÓN

Nº PLANO: 03.03
HOJA: 02 DE:
183G25PECAR03.03
ARCHIVO: 183G25PECAR03.03_V00.DWG

Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur procinsa
Escala: 1:1000
A1

N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- CIMENTACION AEROGENERADOR
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- TRAMOS HORMIGONADOS

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 10m 50m 100m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
PLANTA DE VIALES DE HORMIGÓN

Nº PLANO: 03.03
HOJA: 03 DE:
183G25PECAR03.03
ARCHIVO: 183G25PECAR03.03_V00.DWG

Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur procinsa
Escala: 1:1000
A1

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- CIMENTACION AEROGENERADOR
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- TRAMOS HORMIGONADOS

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N; 6°51'13.94"O

0 10m 50m 100m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL

PLANTA DE VIALES DE HORMIGÓN

Nº PLANO: 03.03

HOJA: 04 DE:

183G25PECAR03.03

ARCHIVO: 183G25PECAR03.03_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

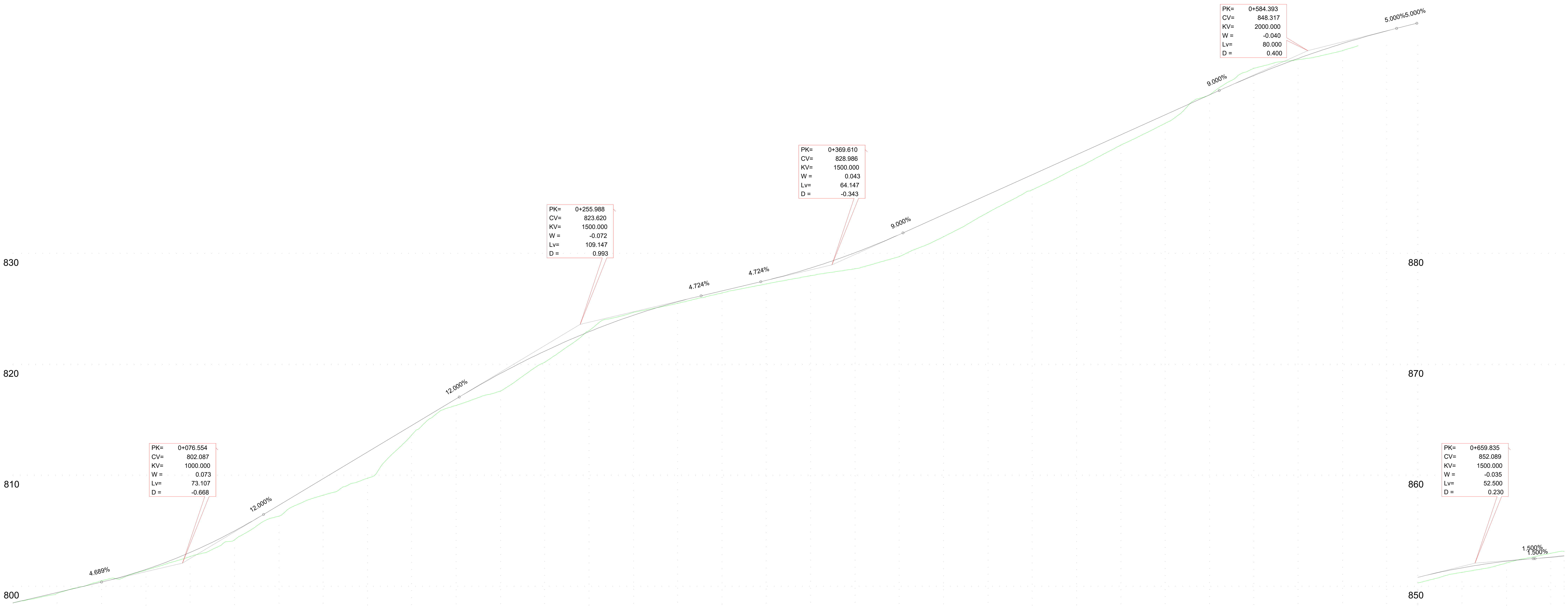
Nº Visado: 2021161

Fecha: 13/12/2021

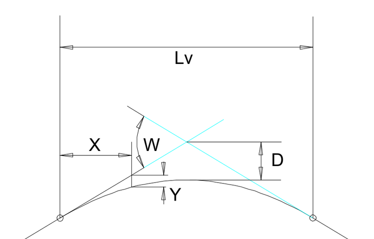
VISADO

1:1000

A1



ACUERDOS VERTICALES



$$Y = \frac{X^2}{2\ Kv}$$

PLANO DE COMPARACION: 790 / 840

P.K.	DISTANCIAS AL ORIGEN	DISTANCIAS PARCIALES	ORDENADAS RASANTE	ORDENADAS TERRENO	COTAS ROJAS DESMONTE	COTAS ROJAS TERRAPLEN
0+000	0.000	0.000	798.497	798.50		0.00
	20.000	20.000	799.435	799.36		0.07
	40.000	20.000	800.373	800.49	0.11	
	60.000	20.000	801.511	801.45		0.06
	80.000	20.000	803.049	802.67		0.38
	100.000	20.000	804.987	804.16		0.83
	120.000	20.000	807.301	806.32		0.98
	140.000	20.000	809.701	808.21		1.49
	160.000	20.000	812.101	809.74		2.36
	180.000	20.000	814.501	813.65		0.85
0+200	200.000	20.000	816.901	816.31		0.59
	220.000	20.000	819.186	817.60		1.59
	240.000	20.000	821.205	820.20		1.00
	260.000	20.000	822.957	823.05	0.10	
	280.000	20.000	824.442	824.70	0.26	
	300.000	20.000	825.661	825.52		0.14
	320.000	20.000	826.643	826.45		0.20
	340.000	20.000	827.590	827.27		0.32
	360.000	20.000	828.701	828.01		0.69
	380.000	20.000	830.078	828.63		1.45
0+400	400.000	20.000	831.722	829.73		1.99
	420.000	20.000	833.522	831.53		1.99
	440.000	20.000	835.322	833.71		1.61
	460.000	20.000	837.122	835.75		1.37
	480.000	20.000	838.922	837.73		1.19
	500.000	20.000	840.722	839.79		0.93
	520.000	20.000	842.522	841.75		0.77
	540.000	20.000	844.322	844.32		0.01
	560.000	20.000	846.061	846.72	0.66	
	580.000	20.000	847.605	847.49		0.11
0+600	600.000	20.000	848.949	848.31		0.64
	620.000	20.000	850.092	849.56		0.53
	640.000	20.000	851.084	850.59		0.50
	660.000	20.000	851.865	851.46		0.40
	680.000	20.000	852.379	852.42	0.04	
	700.000	20.000	852.758	853.16	0.40	

ACUERDOS VERTICALES

P.K.	Cota
0+040.001	800.373
0+113.107	806.474
0+201.415	817.071
0+310.562	826.197
0+337.536	827.471
0+401.683	831.873
0+544.393	844.717
0+624.393	850.317
0+633.585	850.777
0+686.085	852.483
0+686.886	852.495

DIAGRAMA DE CURVATURAS

Desde	Hasta	Tipo
0+000.000	0+026.511	RECTA
0+026.511	0+078.975	R=75
0+078.975	0+089.645	RECTA
0+089.645	0+145.988	R=75
0+145.988	0+150.074	RECTA
0+150.074	0+279.481	R=60
0+279.481	0+280.331	RECTA
0+280.331	0+333.658	R=200
0+333.658	0+368.017	RECTA
0+368.017	0+446.230	R=100
0+446.230	0+477.557	RECTA
0+477.557	0+504.406	R=75
0+504.406	0+506.582	RECTA
0+506.582	0+566.757	R=75
0+566.757	0+578.208	RECTA
0+578.208	0+634.784	R=60
0+634.784	0+684.285	R=200
0+684.285		R=65

DIAGRAMA DE PERALTES

BORDE DERECHO / BORDE IZQUIERDO

BD:2.00% BI:2.00% (inicio) — BD:2.00% BI:2.00% (final)

EJE 1

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

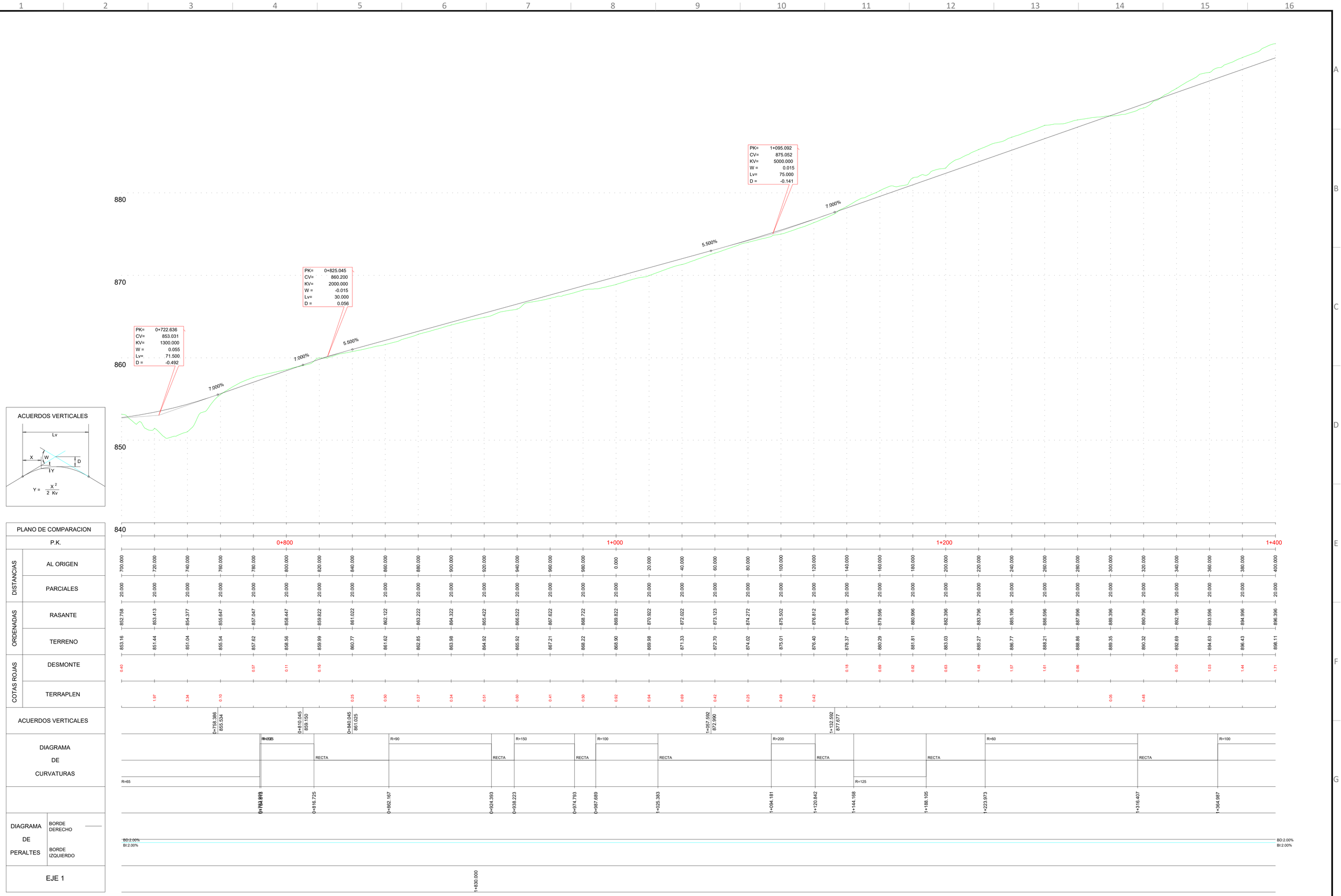
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
PERFILES LONGITUDINALES

Nº PLANO: 03.04
HOJA: 01 DE: 01
183G25PECAR03.04
ARCHIVO: 183G25PECAR03.04_V00.DWG
ESCALA: 1:1000 V:200 A1

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur procinsa
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO
VISADO ELECTRÓNICAMENTE



					Fecha	Firma	
				Proyectado	11.21	SDVF	
				Dibujado	11.21	CVP	
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF	
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA				

electra norte

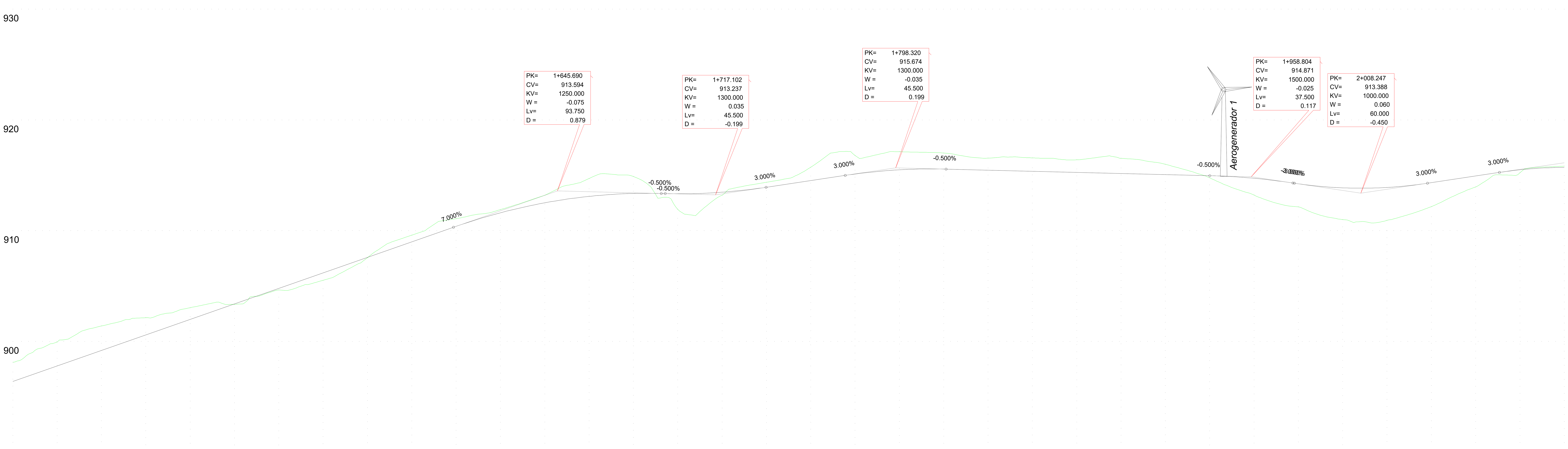
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

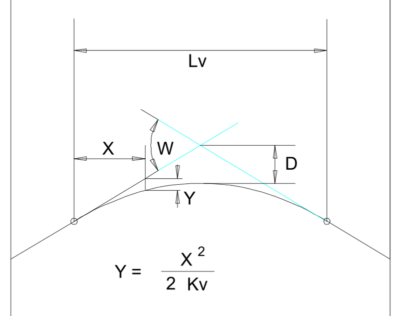
OBRA CIVIL
PERFILES LONGITUDINALES

Nº PLANO: 03.04
HOJA: 02 DE:
183G25PECAR03.04
ARCHIVO: 183G25PECAR03.04_V00.DWG

Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur procinsa



ACUERDOS VERTICALES



PLANO DE COMPARACION: 890

P.K.: 1+400 · 1+600 · 1+800 · 2+000

	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620
DISTANCIAS – AL ORIGEN	400.000	420.000	440.000	460.000	480.000	500.000	520.000	540.000	560.000	580.000	600.000	620.000
DISTANCIAS – PARCIALES	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
ORDENADAS – RASANTE	896.396	897.796	899.196	900.596	901.996	903.396	904.796	906.196	907.596	908.996	910.395	911.616
ORDENADAS – TERRENO	898.11	899.95	901.39	902.14	903.05	903.35	904.64	905.52	907.57	909.60	911.08	911.90
COTAS ROJAS – DESMONTE	1.71	2.16	2.20	1.54	1.05					0.60	0.69	0.28
COTAS ROJAS – TERRAPLEN						0.04	0.15	0.68	0.03			

	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840	860
DISTANCIAS – AL ORIGEN	640.000	660.000	680.000	700.000	720.000	740.000	760.000	780.000	800.000	820.000	840.000	860.000
DISTANCIAS – PARCIALES	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
ORDENADAS – RASANTE	912.517	913.098	913.359	913.335	913.476	913.924	914.524	915.116	915.494	915.565	915.465	915.365
ORDENADAS – TERRENO	913.20	914.71	914.89	911.93	913.21	914.38	915.73	916.79	917.13	917.01	916.55	916.57
COTAS ROJAS – DESMONTE	0.68	1.61	1.53			0.45	1.20	1.68	1.63	1.44	1.08	1.21
COTAS ROJAS – TERRAPLEN				1.41	0.27							

	880	900	920	940	960	980	0	20	40	60	80	100
DISTANCIAS – AL ORIGEN	880.000	900.000	920.000	940.000	960.000	980.000	0.000	20.000	40.000	60.000	80.000	100.000
DISTANCIAS – PARCIALES	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
ORDENADAS – RASANTE	915.265	915.165	915.065	914.965	914.733	914.237	913.872	913.907	914.340	914.940	915.498	915.712
ORDENADAS – TERRENO	916.40	916.54	916.00	914.78	913.21	912.15	911.01	910.94	912.18	913.95	915.23	915.84
COTAS ROJAS – DESMONTE	1.13	1.37	0.93									0.12
COTAS ROJAS – TERRAPLEN				0.19	1.52	2.09	2.87	2.97	2.16	0.99	0.27	

ACUERDOS VERTICALES: 1+598.815 910.313 · 1+692.565 / 1+694.352 913.360 / 913.351 · 1+739.852 913.920 · 1+775.570 914.991 · 1+821.070 915.560 · 1+940.054 914.965 · 1+977.544 / 1+978.247 914.309 / 914.288 · 2+038.247 914.288 · 2+070.732 915.262

DIAGRAMA DE CURVATURAS: R=100 · RECTA · R=100 · RECTA · R=125 · A=92 · A=92 · R=350 · R=75 · R=250 · R=90 · RECTA · R=60 · RECTA

1+431.183 · 1+452.246 · 1+465.772 · 1+488.962 · 1+525.214 · 1+592.369 · 1+616.353 · 1+658.137 · 1+739.147 · 1+828.128 · 1+875.571 · 1+942.825 · 2+058.581

DIAGRAMA DE PERALTES (BORDE DERECHO / BORDE IZQUIERDO): BD:2.00% BI:2.00% · BD:0.00% BI:0.00% · BD:2.00% BI:2.00% · BD:2.00% BI:2.00%

EJE 1: 0+030.000 · 0+100.000 · 0+040.000

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

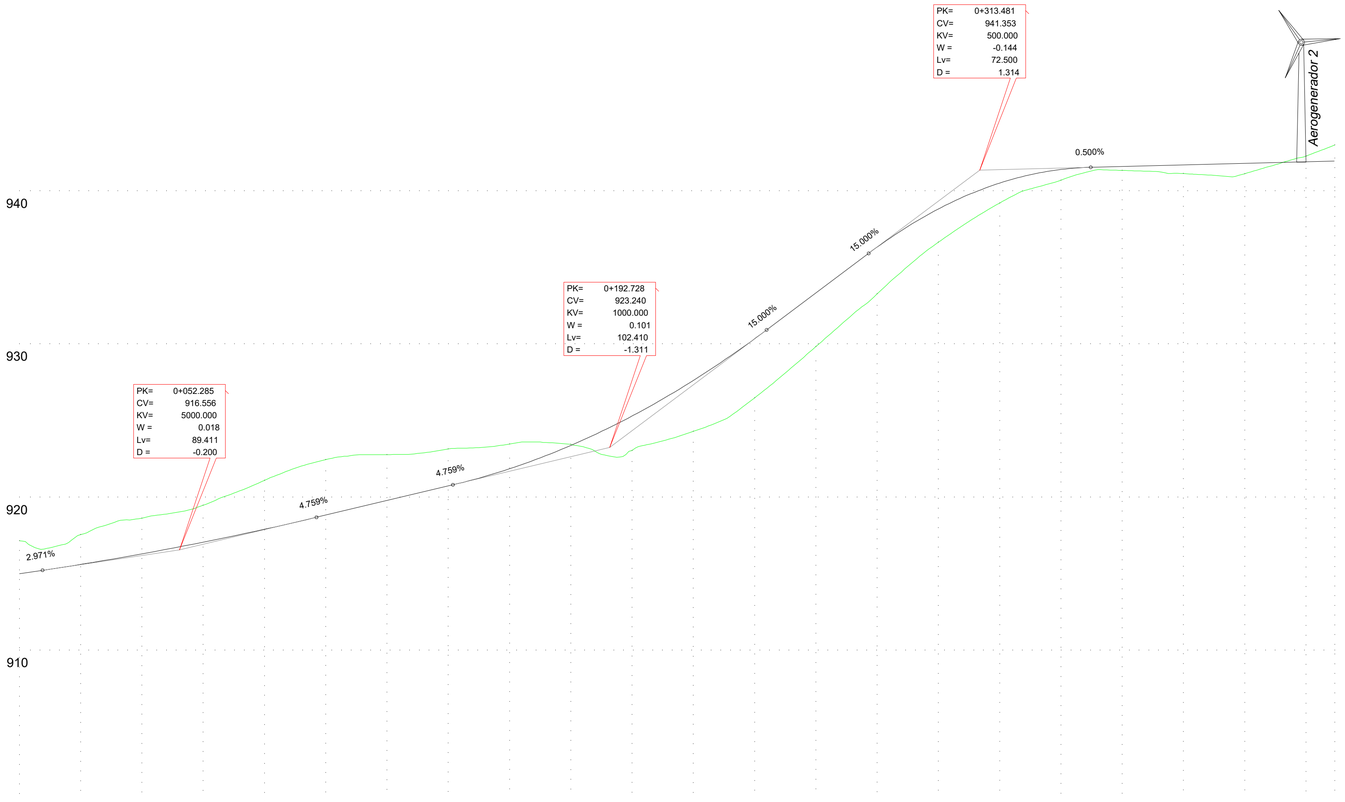
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

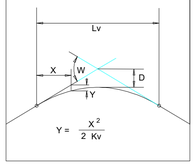
OBRA CIVIL
PERFILES LONGITUDINALES

Nº PLANO: 03.04
HOJA: 03 DE: 05
183G25PECAR03.04
ARCHIVO: 183G25PECAR03.04_V00.DWG
ESCALA: 1:1000 V:200
A1

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Nº Visado: 202116 18V
Fecha: 13/12/2021
VISADO
isastur procinsa



ACUERDOS VERTICALES



PLANO DE COMPARACION	900																										
P.K.	0+000										0+200										0+400						
DISTANCIAS – AL ORIGEN	0.000	20.000	40.000	60.000	80.000	100.000	120.000	140.000	160.000	180.000	200.000	220.000	240.000	260.000	280.000	300.000	320.000	340.000	360.000	380.000	400.000	420.000	429.390				
DISTANCIAS – PARCIALES	0.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	9.390				
ORDENADAS – RASANTE	915.003	915.613	916.297	917.060	917.904	918.827	919.779	920.731	921.853	923.375	925.296	927.617	930.339	933.331	936.323	938.813	940.502	941.391	941.586	941.686	941.786	941.886					
ORDENADAS – TERRENO	917.15	917.56	918.63	919.47	921.09	922.45	922.78	923.14	923.47	923.45	923.05	924.29	926.48	929.83	933.27	936.64	939.20	940.69	941.33	941.12	941.12	942.27	942.99				
COTAS ROJAS – DESMONTE	2.15	1.95	2.33	2.41	3.19	3.62	3.00	2.41	1.62	0.08												0.38	1.05				
COTAS ROJAS – TERRAPLEN											2.25	3.33	3.86	3.50	3.06	2.17	1.30	0.70	0.26	0.56	0.67						
ACUERDOS VERTICALES	0+007.580 915.228					0+086.991 918.684		0+141.523 920.803					0+243.933 930.921		0+277.231 935.916				0+349.731 941.534								
DIAGRAMA DE CURVATURAS	RECTA					RECTA								RECTA	R=75			RECTA									
	R=75							R=60																			
	0+000.000 0+000.864					0+093.254		0+124.574						0+257.760	0+279.075			0+327.725					0+429.390				
DIAGRAMA DE PERALTES – BORDE DERECHO	BD:2.00%														BD:2.00%												
DIAGRAMA DE PERALTES – BORDE IZQUIERDO	BI:2.00%														BI:2.00%												
EJE 2								0+280.000								0+040.000											

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
PERFILES LONGITUDINALES

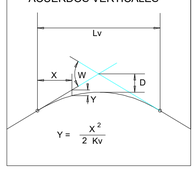
Nº PLANO: 03.04
HOJA: 04 DE:
183G25PECAR03.04
ARCHIVO: 183G25PECAR03.04_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 202116150
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1:1000 V:200

A1

ACUERDOS VERTICALES



PLANO DE COMPARACION																																	
P.K.						2+200												2+400															
DISTANCIAS	AL ORIGEN	100.000	120.000	140.000	160.000	180.000	200.000	220.000	240.000	260.000	280.000	300.000	320.000	340.000	360.000	380.000	400.000	420.000	440.000	460.000	480.000	500.000	520.000	540.000	560.000	580.000	595.968						
	PARCIALES	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	15.968						
ORDENADAS	RASANTE	915.712	915.527	915.014	914.768	914.921	915.475	916.272	917.072	917.768	918.079	917.991	917.553	917.066	916.578	916.091	915.603	915.116	914.631	914.205	913.858	913.592	913.405	913.291	913.191	913.091							
	TERRENO	915.84	915.50	914.86	914.48	914.78	915.40	917.04	918.16	918.65	918.45	918.16	917.21	916.83	916.34	916.33	915.99	915.02	914.19	914.09	914.53	914.15	913.75	913.36	912.84	911.67	910.79						
COTAS ROJAS	DESMONTE	0.12						0.77	1.09	0.88	0.37	0.17				0.23	0.38				0.67	0.56	0.35	0.07									
	TERRAPLEN		0.03	0.15	0.28	0.14	0.08						0.35	0.23	0.24			0.10	0.44	0.11					0.35	1.42	2.22						
ACUERDOS VERTICALES			2+139.379 915.527 2+200.319 916.565 2+245.572 917.295 2+309.940 917.798 2+434.898 914.755 2+531.048 913.333																														
DIAGRAMA DE CURVATURAS		RECTA										R=250							RECTA									RECTA					
												2+298.518							2+444.767									2+595.968					
DIAGRAMA DE PERALTES	BORDE DERECHO	BD:2.00%																															
	BORDE IZQUIERDO	BI:2.00%																															
EJE 1								0+440.000											0+040.000														

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

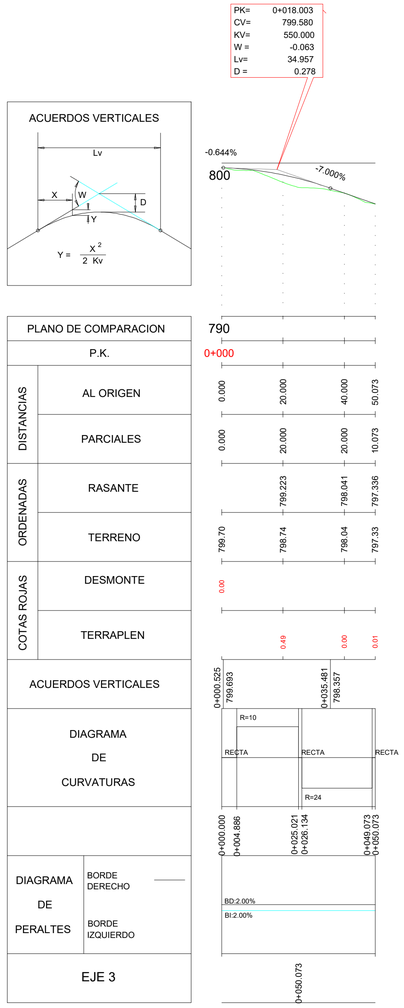
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

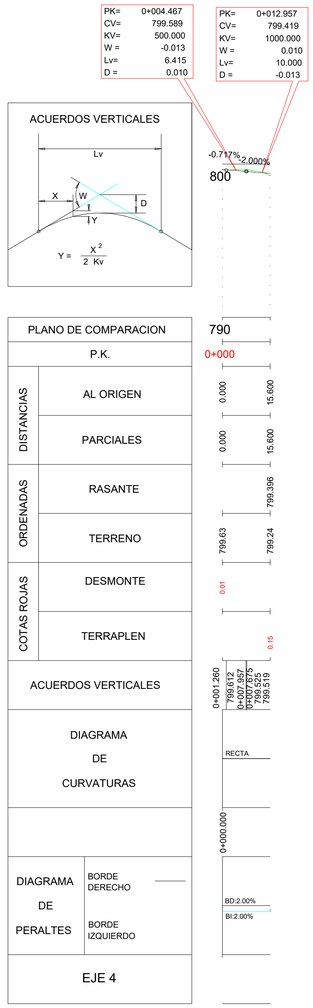
OBRA CIVIL
PERFILES LONGITUDINALES

Nº PLANO: 03.04
HOJA: 05 DE:
183G25PECAR03.04
ARCHIVO: 183G25PECAR03.04_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 202116180
Fecha: 13/12/2021
VISADO

H:1000 V:200
A1





EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

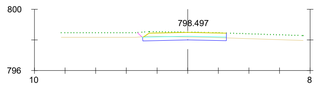
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
PERFILES LONGITUDINALES

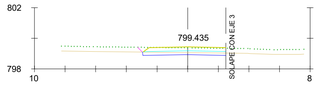
Nº PLANO: 03.04
HOJA: 06 DE:
183G25PECAR03.04
ARCHIVO: 183G25PECAR03.04_V00.DWG

Nº Visado: 202116187
Fecha: 13/12/2021
VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
procinsa
Isastur
1:000 V:200
A1



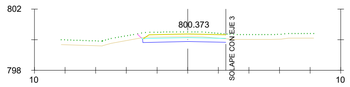
Pk=0+000

S. D TIERRA = 1.22 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.36 m²
S. VEGETAL = 1.70 m²



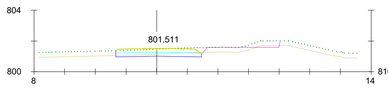
Pk=0+020

S. D TIERRA = 0.85 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.35 m²
S. VEGETAL = 1.68 m²



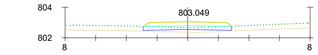
Pk=0+040

S. D TIERRA = 1.70 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.35 m²
S. VEGETAL = 1.69 m²



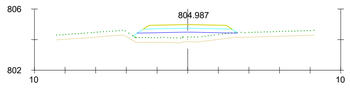
Pk=0+060

S. D TIERRA = 0.96 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.39 m²
S. TERRAPLEN = 0.00 m²
S. VEGETAL = 2.52 m²



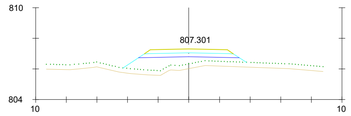
Pk=0+080

S. SUELO SEL 1 = 1.44 m²
S. TERRAPLEN = 0.67 m²
S. VEGETAL = 1.74 m²



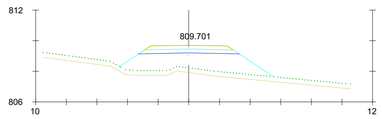
Pk=0+100

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 3.76 m²
S. VEGETAL = 2.04 m²



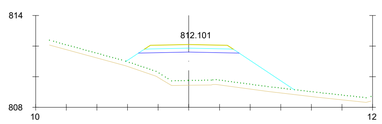
Pk=0+120

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 6.21 m²
S. VEGETAL = 2.42 m²



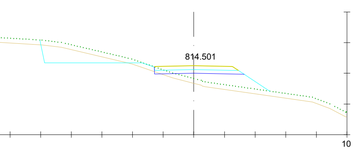
Pk=0+140

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 12.53 m²
S. VEGETAL = 3.02 m²



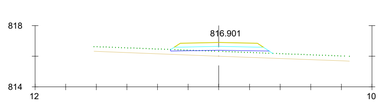
Pk=0+160

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 18.04 m²
S. VEGETAL = 3.29 m²



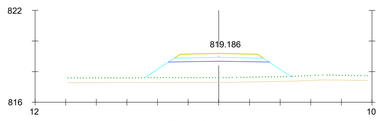
Pk=0+180

S. D TIERRA = 3.49 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.41 m²
S. TERRAPLEN = 5.49 m²
S. VEGETAL = 4.49 m²



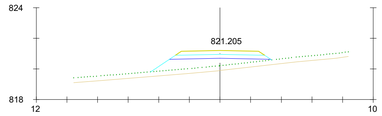
Pk=0+200

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 2.41 m²
S. VEGETAL = 2.00 m²



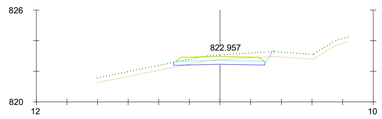
Pk=0+220

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 11.23 m²
S. VEGETAL = 2.86 m²



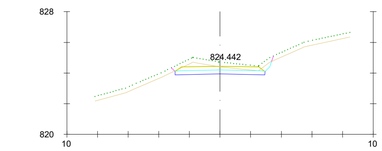
Pk=0+240

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 5.83 m²
S. VEGETAL = 2.37 m²



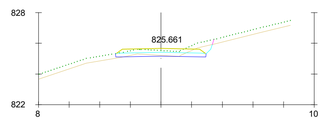
Pk=0+260

S. D TIERRA = 1.69 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.48 m²
S. TERRAPLEN = 0.05 m²
S. VEGETAL = 1.90 m²



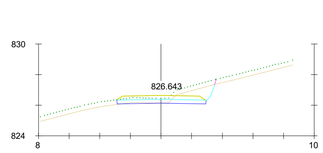
Pk=0+280

S. D TIERRA = 2.86 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 1.94 m²



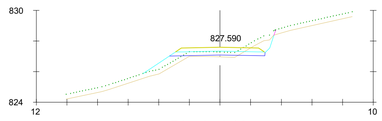
Pk=0+300

S. D TIERRA = 1.15 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. TERRAPLEN = 0.03 m²
S. VEGETAL = 1.90 m²



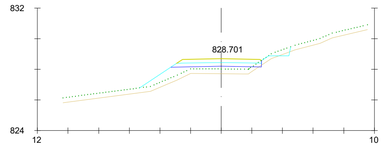
Pk=0+320

S. D TIERRA = 2.18 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.45 m²
S. TERRAPLEN = 0.01 m²
S. VEGETAL = 1.93 m²



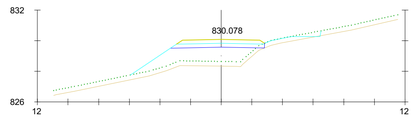
Pk=0+340

S. D TIERRA = 1.18 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.90 m²
S. VEGETAL = 2.58 m²



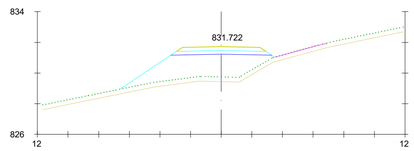
Pk=0+360

S. D TIERRA = 0.09 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.43 m²
S. TERRAPLEN = 4.57 m²
S. VEGETAL = 2.96 m²



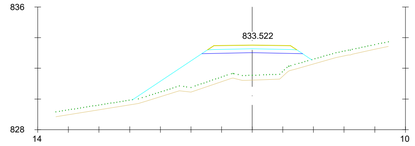
Pk=0+380

S. D TIERRA = 0.01 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.47 m²
S. TERRAPLEN = 9.49 m²
S. VEGETAL = 3.73 m²



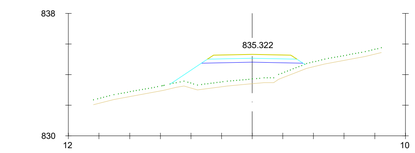
Pk=0+400

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 14.18 m²
S. VEGETAL = 3.04 m²



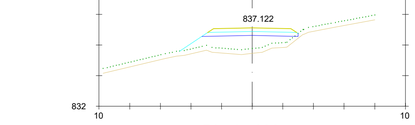
Pk=0+420

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 16.97 m²
S. VEGETAL = 3.51 m²



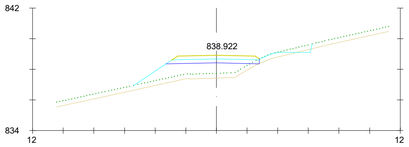
Pk=0+440

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 10.52 m²
S. VEGETAL = 2.64 m²



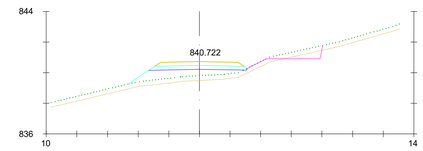
Pk=0+460

S. SUELO SEL 1 = 1.52 m²
S. TERRAPLEN = 6.97 m²
S. VEGETAL = 2.32 m²



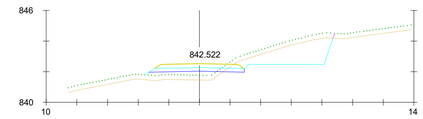
Pk=0+480

S. D TIERRA = 0.10 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.47 m²
S. TERRAPLEN = 7.53 m²
S. VEGETAL = 3.49 m²



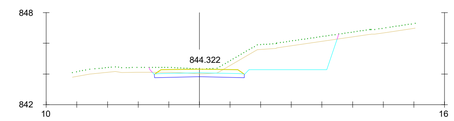
Pk=0+500

S. SUELO SEL 1 = 1.53 m²
S. TERRAPLEN = 5.37 m²
S. VEGETAL = 3.91 m²



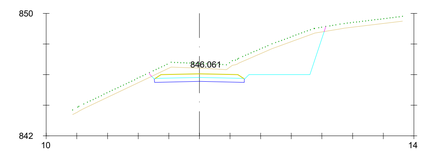
Pk=0+520

S. D TIERRA = 6.76 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 2.49 m²
S. VEGETAL = 3.69 m²



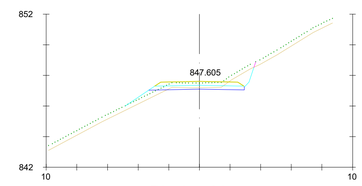
Pk=0+540

S. D TIERRA = 11.10 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 3.67 m²



Pk=0+560

S. D TIERRA = 13.95 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 3.42 m²



Pk=0+580

S. D TIERRA = 1.76 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.02 m²
S. VEGETAL = 2.54 m²

					Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

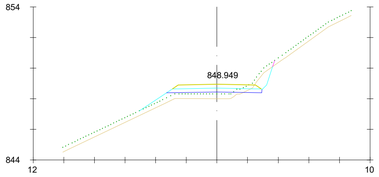
OBRA CIVIL
PERFILES TRANSVERSALES - EJE 1

Nº PLANO: 03.05
HOJA: 01 DE:
183G25PECAR03.05
ARCHIVO: 183G25PECAR03.05_V00.DWG

Nº Visado: 202116100
VISADO

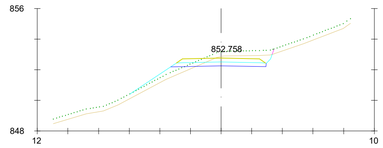
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Instalador: procinsa
Fecha: 13/12/2021

ESCALA: 1:1000
A1



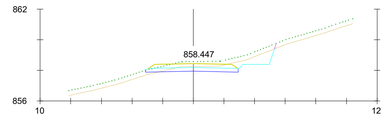
Pk=0+600

S. D TIERRA = 1.02 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 2.77 m²
S. VEGETAL = 2.63 m²



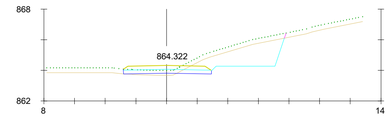
Pk=0+700

S. D TIERRA = 2.65 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.84 m²
S. VEGETAL = 2.80 m²



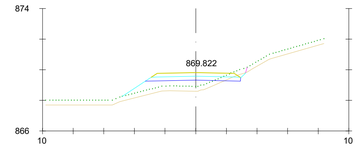
Pk=0+800

S. D TIERRA = 2.83 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.49 m²
S. TERRAPLEN = 0.09 m²
S. VEGETAL = 2.54 m²



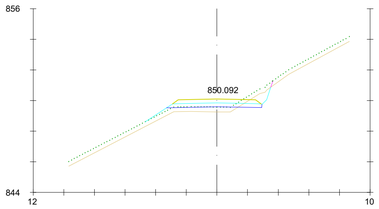
Pk=0+900

S. D TIERRA = 6.86 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.43 m²
S. TERRAPLEN = 0.31 m²
S. VEGETAL = 3.16 m²



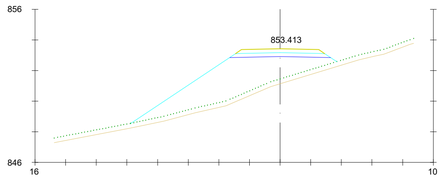
Pk=1+000

S. D TIERRA = 0.28 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 4.04 m²
S. VEGETAL = 2.43 m²



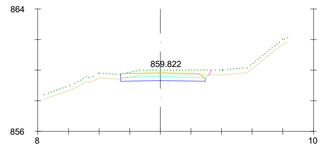
Pk=0+620

S. D TIERRA = 1.04 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.93 m²
S. VEGETAL = 2.47 m²



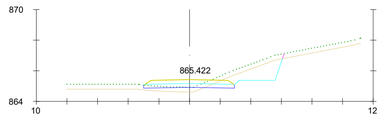
Pk=0+720

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 23.10 m²
S. VEGETAL = 4.03 m²



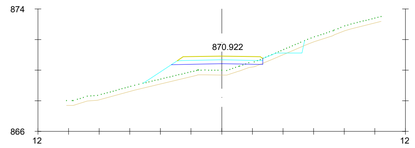
Pk=0+820

S. D TIERRA = 2.00 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.37 m²
S. VEGETAL = 1.75 m²



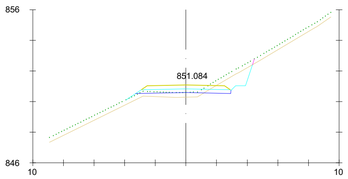
Pk=0+920

S. D TIERRA = 3.42 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.47 m²
S. TERRAPLEN = 0.87 m²
S. VEGETAL = 2.74 m²



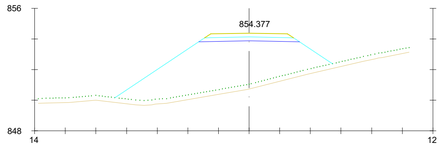
Pk=1+020

S. D TIERRA = 0.24 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.44 m²
S. TERRAPLEN = 5.34 m²
S. VEGETAL = 3.15 m²



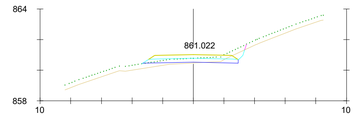
Pk=0+640

S. D TIERRA = 2.03 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.33 m²
S. VEGETAL = 2.49 m²



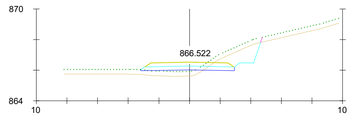
Pk=0+740

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 34.54 m²
S. VEGETAL = 4.26 m²



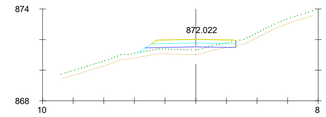
Pk=0+840

S. D TIERRA = 0.60 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 0.56 m²
S. VEGETAL = 2.03 m²



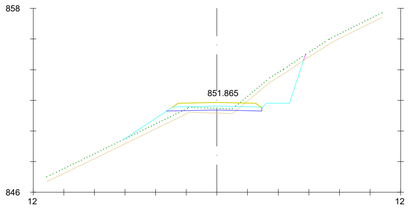
Pk=0+940

S. D TIERRA = 2.83 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.37 m²
S. VEGETAL = 2.36 m²



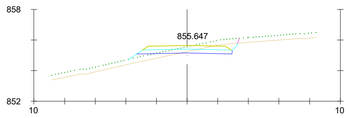
Pk=1+040

S. D TIERRA = 0.04 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.43 m²
S. TERRAPLEN = 2.21 m²
S. VEGETAL = 1.92 m²



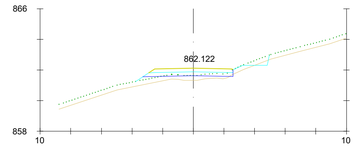
Pk=0+660

S. D TIERRA = 4.96 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 2.76 m²
S. VEGETAL = 3.54 m²



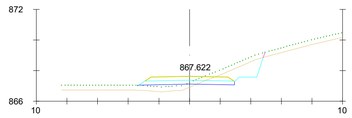
Pk=0+760

S. D TIERRA = 1.34 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 0.97 m²
S. VEGETAL = 2.16 m²



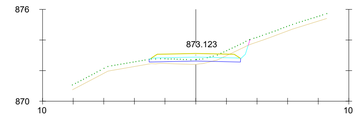
Pk=0+860

S. D TIERRA = 0.15 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.42 m²
S. TERRAPLEN = 1.97 m²
S. VEGETAL = 2.62 m²



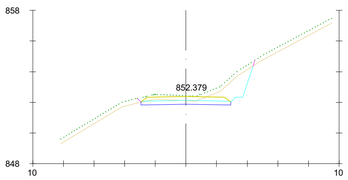
Pk=0+960

S. D TIERRA = 2.79 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.38 m²
S. VEGETAL = 2.46 m²



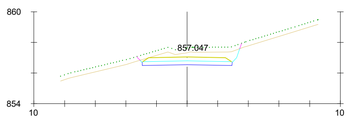
Pk=1+060

S. D TIERRA = 0.96 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.48 m²
S. TERRAPLEN = 0.63 m²
S. VEGETAL = 1.96 m²



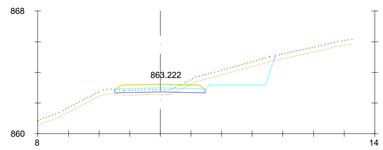
Pk=0+680

S. D TIERRA = 4.23 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.24 m²



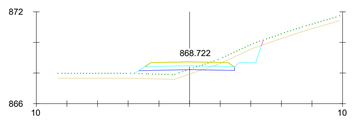
Pk=0+780

S. D TIERRA = 4.60 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.00 m²



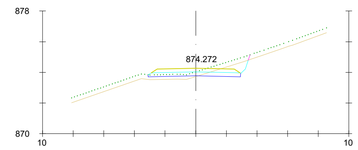
Pk=0+880

S. D TIERRA = 4.89 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.47 m²
S. TERRAPLEN = 0.61 m²
S. VEGETAL = 3.12 m²



Pk=0+980

S. D TIERRA = 2.03 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 2.00 m²
S. VEGETAL = 2.50 m²



Pk=1+080

S. D TIERRA = 1.48 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.49 m²
S. TERRAPLEN = 0.58 m²
S. VEGETAL = 1.98 m²

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

		Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF	
Dibujado	11.21	CVP	
Aprobado	11.21	SRF	

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

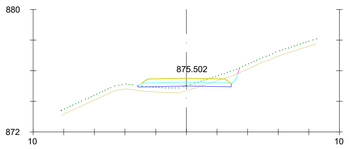
OBRA CIVIL
PERFILES TRANSVERSALES - EJE 1

Nº PLANO: 03.05
HOJA: 02 DE:
183G25PECAR03.05
ARCHIVO: 183G25PECAR03.05_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 202116180
Fecha: 13/12/2021
VISADO

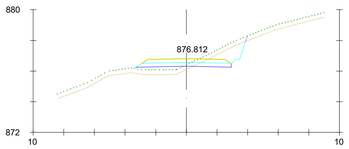
procinsa
V00

A1



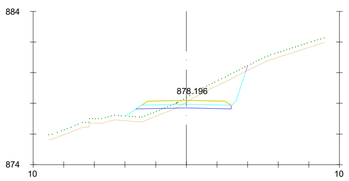
Pk=1+100

S. D TIERRA = 0.85 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.27 m²
S. VEGETAL = 1.98 m²



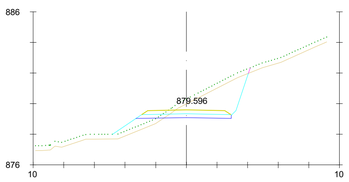
Pk=1+120

S. D TIERRA = 2.26 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.64 m²
S. VEGETAL = 2.20 m²



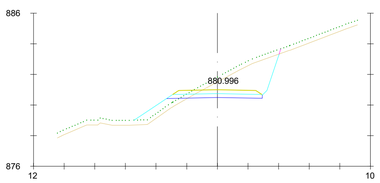
Pk=1+140

S. D TIERRA = 4.62 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.66 m²
S. VEGETAL = 2.38 m²



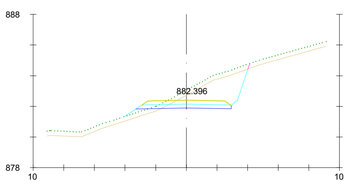
Pk=1+160

S. D TIERRA = 7.00 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.85 m²
S. VEGETAL = 2.68 m²



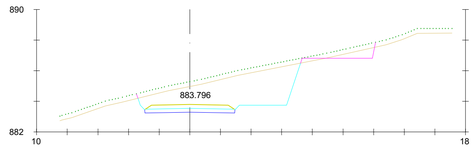
Pk=1+180

S. D TIERRA = 7.65 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 2.10 m²
S. VEGETAL = 2.85 m²



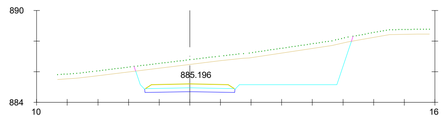
Pk=1+200

S. D TIERRA = 6.66 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 0.85 m²
S. VEGETAL = 2.44 m²



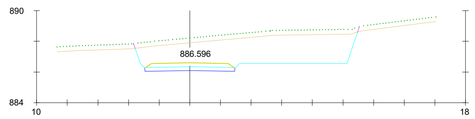
Pk=1+220

S. D TIERRA = 18.77 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 5.48 m²



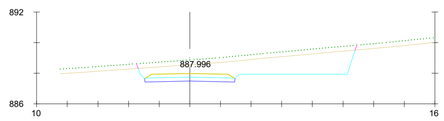
Pk=1+240

S. D TIERRA = 25.96 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 4.25 m²



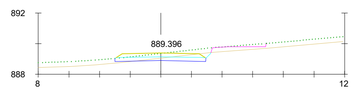
Pk=1+260

S. D TIERRA = 25.03 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 4.38 m²



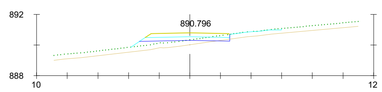
Pk=1+280

S. D TIERRA = 15.56 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 4.27 m²



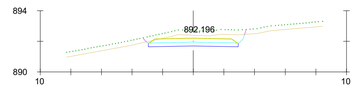
Pk=1+300

S. D TIERRA = 1.18 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.47 m²
S. TERRAPLEN = 0.08 m²
S. VEGETAL = 2.13 m²



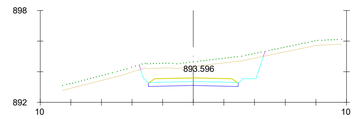
Pk=1+320

S. D TIERRA = 0.06 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.42 m²
S. TERRAPLEN = 2.94 m²
S. VEGETAL = 2.95 m²



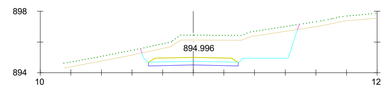
Pk=1+340

S. D TIERRA = 4.06 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 1.97 m²



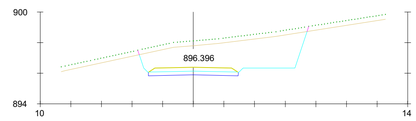
Pk=1+360

S. D TIERRA = 9.59 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.43 m²



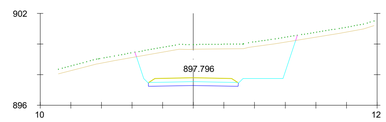
Pk=1+380

S. D TIERRA = 14.16 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 3.07 m²



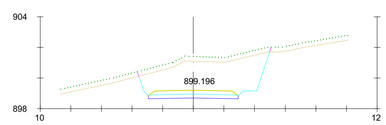
Pk=1+400

S. D TIERRA = 19.68 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 3.31 m²



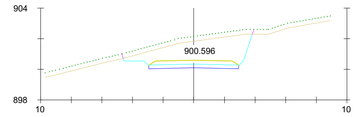
Pk=1+420

S. D TIERRA = 21.47 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 3.14 m²



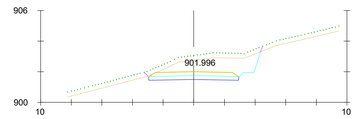
Pk=1+440

S. D TIERRA = 17.08 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.59 m²



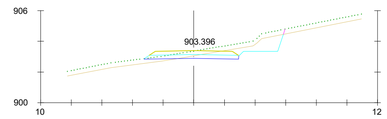
Pk=1+460

S. D TIERRA = 11.69 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.55 m²



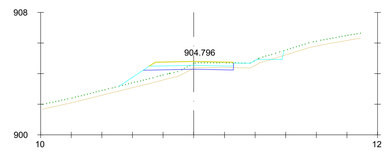
Pk=1+480

S. D TIERRA = 7.85 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.26 m²



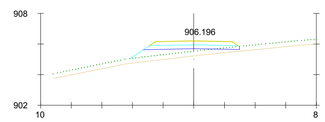
Pk=1+500

S. D TIERRA = 3.10 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 0.31 m²
S. VEGETAL = 2.74 m²



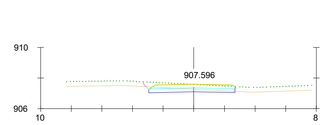
Pk=1+520

S. D TIERRA = 0.41 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.42 m²
S. TERRAPLEN = 3.39 m²
S. VEGETAL = 3.22 m²



Pk=1+540

S. SUELO SEL 1 = 1.51 m²
S. TERRAPLEN = 3.42 m²
S. VEGETAL = 2.15 m²



Pk=1+560

S. D TIERRA = 1.15 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.40 m²
S. TERRAPLEN = 0.00 m²
S. VEGETAL = 1.78 m²

					Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
PERFILES TRANSVERSALES - EJE 1

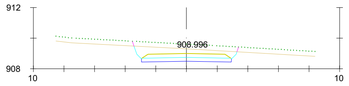
Nº PLANO: 03.05
HOJA: 03 DE:
183G25PECAR03.05
ARCHIVO: 183G25PECAR03.05_V00.DWG

DIRECCIÓN DE OBRA / DIRECCIÓN DE EJECUCIÓN

Nº Visado: 20211610
Fecha: 13/12/2021
VISADO

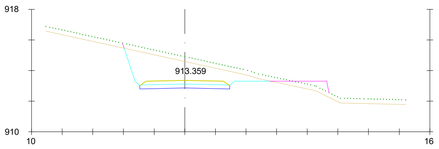
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur procinsa

Escala: 1:1000
A1



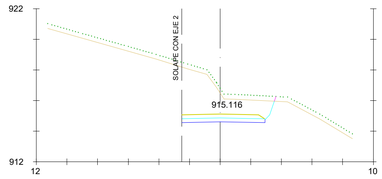
Pk=1+580

S. D TIERRA = 5.16 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.04 m²



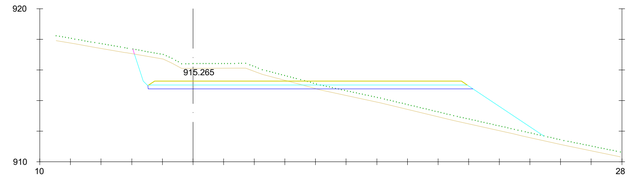
Pk=1+680

S. D TIERRA = 12.38 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 3.08 m²



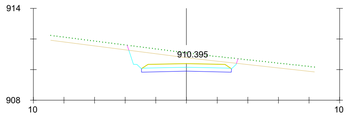
Pk=1+780

S. D TIERRA = 12.27 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.35 m²
S. VEGETAL = 1.82 m²



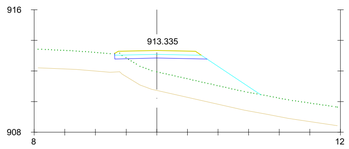
Pk=1+880

S. D TIERRA = 13.30 m²
S. SUELO SEL 1 = 5.23 m²
S. TERRAPLEN = 17.93 m²
S. VEGETAL = 8.02 m²



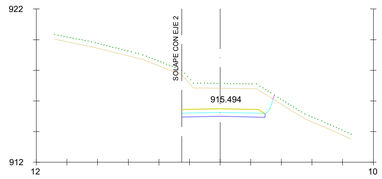
Pk=1+600

S. D TIERRA = 5.99 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.13 m²



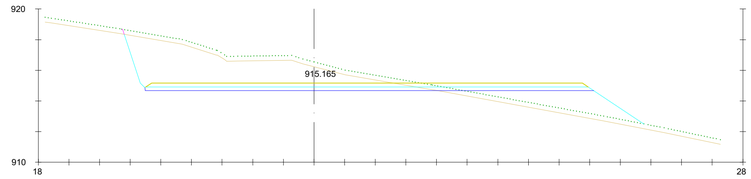
Pk=1+700

S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. TERRAPLEN = 19.18 m²
S. VEGETAL = 11.43 m²



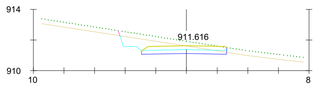
Pk=1+800

S. D TIERRA = 10.54 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.35 m²
S. VEGETAL = 1.80 m²



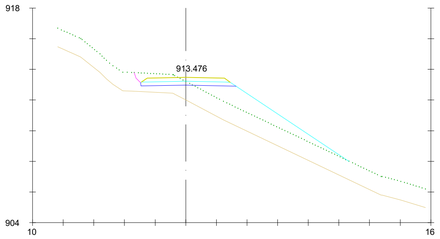
Pk=1+900

S. D TIERRA = 33.91 m²
S. SUELO SEL 1 = 7.24 m²
S. TERRAPLEN = 12.90 m²
S. VEGETAL = 10.18 m²



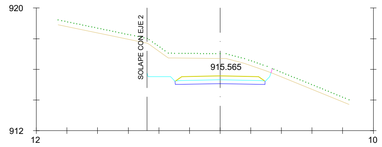
Pk=1+620

S. D TIERRA = 3.72 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.38 m²
S. TERRAPLEN = 0.00 m²
S. VEGETAL = 2.11 m²



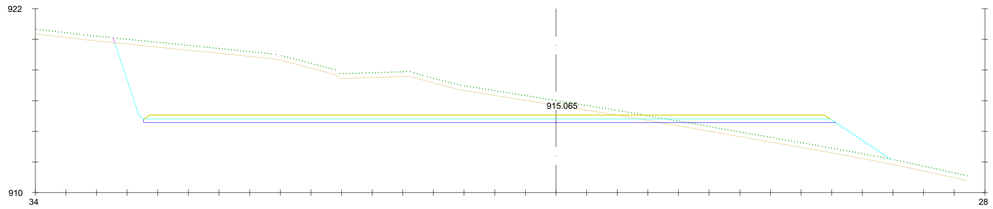
Pk=1+720

S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 21.43 m²
S. VEGETAL = 16.45 m²



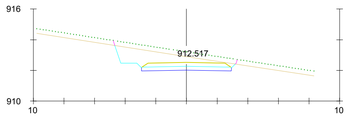
Pk=1+820

S. D TIERRA = 11.85 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.44 m²



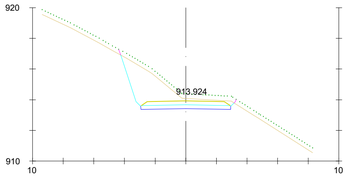
Pk=1+920

S. D TIERRA = 94.14 m²
S. SUELO SEL 1 = 11.20 m²
S. TERRAPLEN = 15.73 m²
S. VEGETAL = 15.19 m²



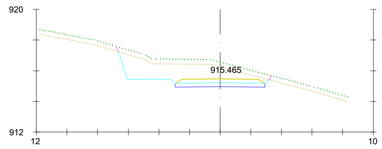
Pk=1+640

S. D TIERRA = 6.85 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.39 m²



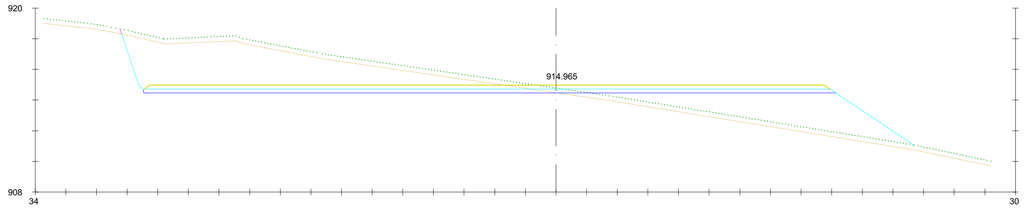
Pk=1+740

S. D TIERRA = 8.65 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.26 m²



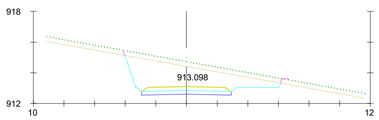
Pk=1+840

S. D TIERRA = 11.10 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.99 m²



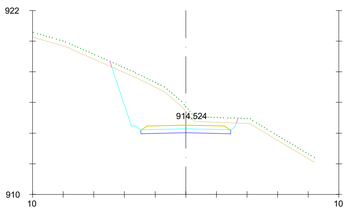
Pk=1+940

S. D TIERRA = 54.63 m²
S. SUELO SEL 1 = 11.20 m²
S. TERRAPLEN = 33.95 m²
S. VEGETAL = 15.51 m²



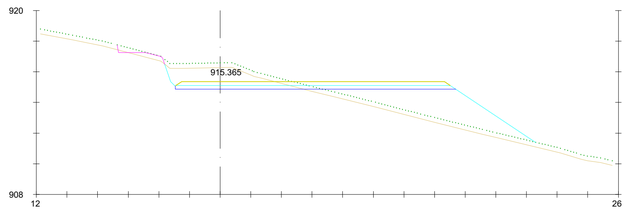
Pk=1+660

S. D TIERRA = 13.87 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 3.07 m²



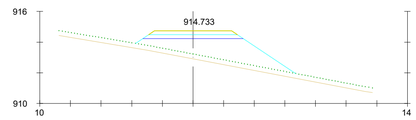
Pk=1+760

S. D TIERRA = 13.95 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. VEGETAL = 2.47 m²



Pk=1+860

S. D TIERRA = 8.44 m²
S. SUELO SEL 1 = 4.51 m²
S. TERRAPLEN = 19.72 m²
S. VEGETAL = 7.70 m²



Pk=1+960

S. SUELO SEL 1 = 1.53 m²
S. TERRAPLEN = 12.72 m²
S. VEGETAL = 3.14 m²

					Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			

electra norte

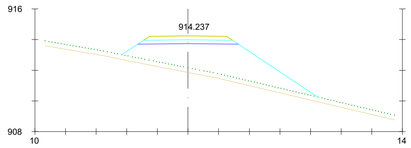
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
PERFILES TRANSVERSALES - EJE 1

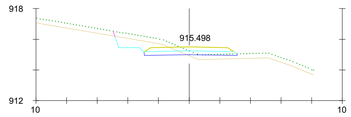
Nº PLANO: 03.05
HOJA: 04 DE:
183G25PECAR03.05
ARCHIVO: 183G25PECAR03.05_V00.DWG
Escala: 1:200
A1

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO



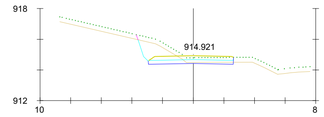
Pk=1+980

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 20.46 m²
S. VEGETAL = 3.84 m²



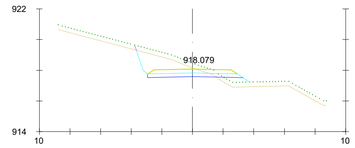
Pk=2+080

S. D TIERRA = 2.57 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.49 m²
S. TERRAPLEN = 0.77 m²
S. VEGETAL = 2.41 m²



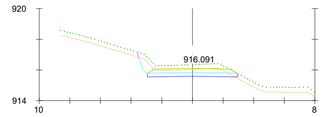
Pk=2+180

S. D TIERRA = 2.89 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.38 m²
S. TERRAPLEN = 0.00 m²
S. VEGETAL = 1.88 m²



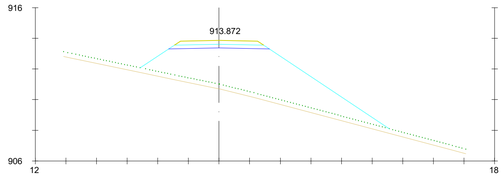
Pk=2+280

S. D TIERRA = 4.37 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 0.97 m²
S. VEGETAL = 2.23 m²



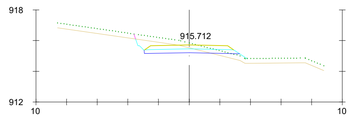
Pk=2+380

S. D TIERRA = 2.77 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.47 m²
S. TERRAPLEN = 0.01 m²
S. VEGETAL = 1.95 m²



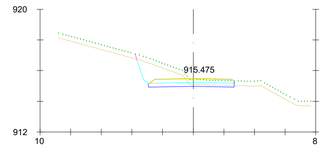
Pk=2+000

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 34.21 m²
S. VEGETAL = 4.87 m²



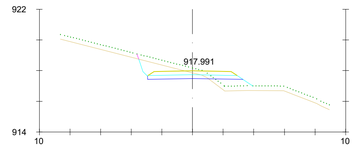
Pk=2+100

S. D TIERRA = 2.26 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 0.61 m²
S. VEGETAL = 2.20 m²



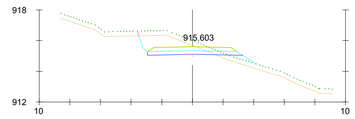
Pk=2+200

S. D TIERRA = 3.72 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.39 m²
S. TERRAPLEN = 0.00 m²
S. VEGETAL = 1.92 m²



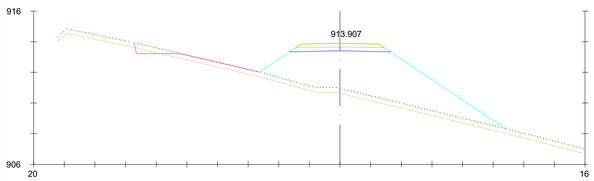
Pk=2+300

S. D TIERRA = 2.80 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.64 m²
S. VEGETAL = 2.25 m²



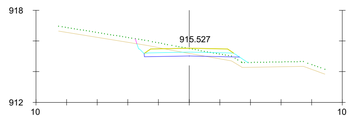
Pk=2+400

S. D TIERRA = 3.93 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 0.96 m²
S. VEGETAL = 2.30 m²



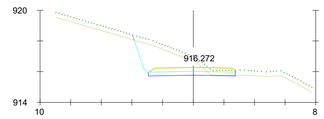
Pk=2+020

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 35.46 m²
S. VEGETAL = 5.82 m²



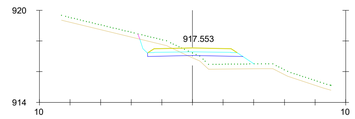
Pk=2+120

S. D TIERRA = 1.61 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 0.72 m²
S. VEGETAL = 2.19 m²



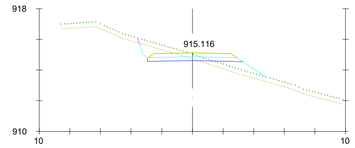
Pk=2+220

S. D TIERRA = 6.06 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.41 m²
S. TERRAPLEN = 0.00 m²
S. VEGETAL = 1.99 m²



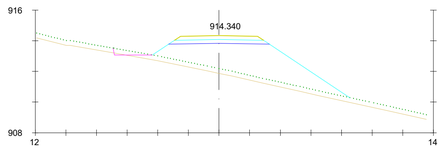
Pk=2+320

S. D TIERRA = 1.76 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 2.76 m²
S. VEGETAL = 2.26 m²



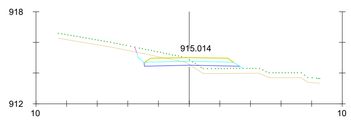
Pk=2+420

S. D TIERRA = 1.97 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 2.19 m²
S. VEGETAL = 2.50 m²



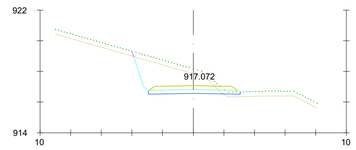
Pk=2+040

S. SUELO SEL 1 = 1.54 m²
S. TERRAPLEN = 21.28 m²
S. VEGETAL = 4.42 m²



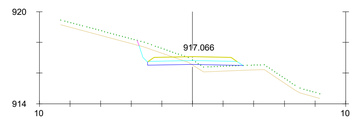
Pk=2+140

S. D TIERRA = 1.54 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.47 m²
S. VEGETAL = 2.10 m²



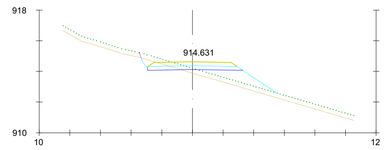
Pk=2+240

S. D TIERRA = 7.64 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.49 m²
S. TERRAPLEN = 0.17 m²
S. VEGETAL = 2.10 m²



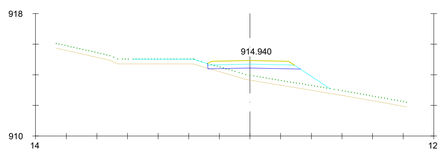
Pk=2+340

S. D TIERRA = 1.98 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.19 m²
S. VEGETAL = 2.06 m²



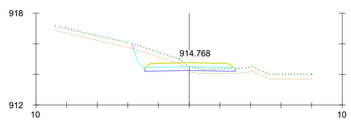
Pk=2+440

S. D TIERRA = 0.88 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 3.96 m²
S. VEGETAL = 2.67 m²



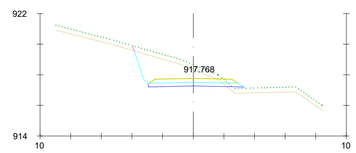
Pk=2+060

S. D TIERRA = 0.00 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.46 m²
S. TERRAPLEN = 7.40 m²
S. VEGETAL = 3.85 m²



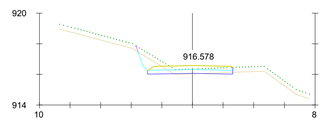
Pk=2+160

S. D TIERRA = 2.49 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.48 m²
S. TERRAPLEN = 0.50 m²
S. VEGETAL = 2.01 m²



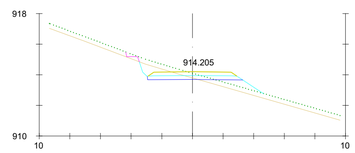
Pk=2+260

S. D TIERRA = 7.05 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 0.39 m²
S. VEGETAL = 2.20 m²



Pk=2+360

S. D TIERRA = 1.39 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.38 m²
S. TERRAPLEN = 0.08 m²
S. VEGETAL = 1.87 m²



Pk=2+460

S. D TIERRA = 1.82 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. TERRAPLEN = 1.97 m²
S. VEGETAL = 2.55 m²

EDIC:	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

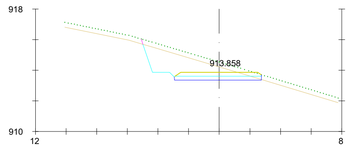
OBRA CIVIL
PERFILES TRANSVERSALES - EJE 1

Nº PLANO: 03.05
HOJA: 05 DE:
ARCHIVO: 183G25PECAR03.05_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 202116180
Fecha: 13/12/2021
VISADO

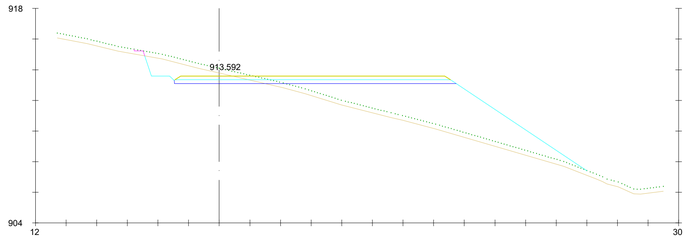
procinsa

183G25PECAR03.05_V00 A1



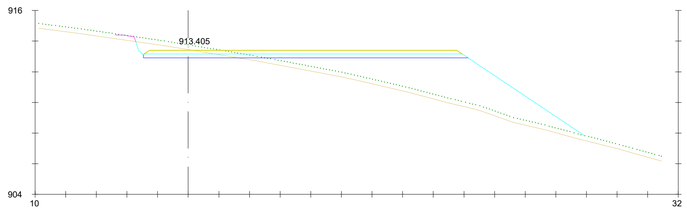
Pk=2+480

S. D TIERRA = 7.57 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.41 m²
S. TERRAPLEN = 0.00 m²
S. VEGETAL = 2.33 m²



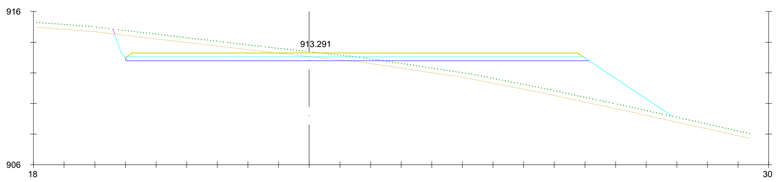
Pk=2+500

S. D TIERRA = 5.94 m²
S. SUELO SEL 1 = 4.53 m²
S. TERRAPLEN = 35.72 m²
S. VEGETAL = 8.69 m²



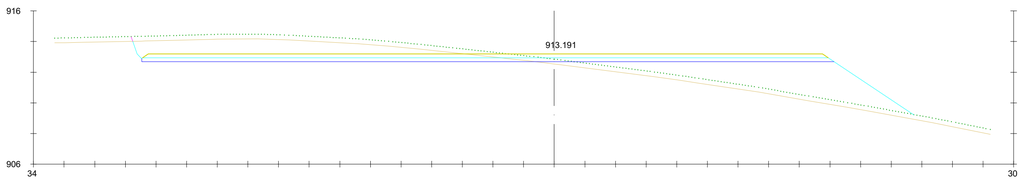
Pk=2+520

S. D TIERRA = 3.36 m²
S. SUELO SEL 1 = 5.23 m²
S. TERRAPLEN = 36.23 m²
S. VEGETAL = 8.81 m²



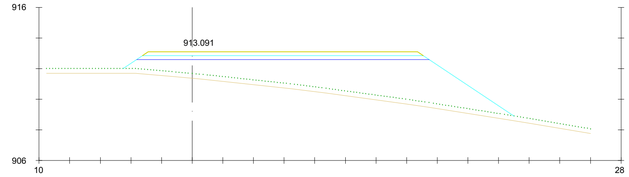
Pk=2+540

S. D TIERRA = 12.23 m²
S. SUELO SEL 1 = 7.48 m²
S. TERRAPLEN = 27.99 m²
S. VEGETAL = 10.93 m²



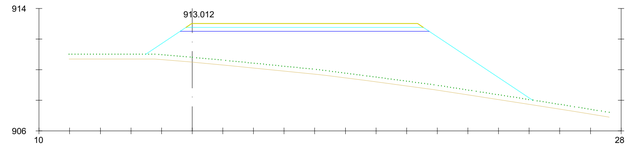
Pk=2+560

S. D TIERRA = 26.65 m²
S. SUELO SEL 1 = 11.20 m²
S. TERRAPLEN = 33.91 m²
S. VEGETAL = 15.28 m²



Pk=2+580

S. SUELO SEL 1 = 4.66 m²
S. TERRAPLEN = 46.25 m²
S. VEGETAL = 7.64 m²



Pk=2+595.968

S. SUELO SEL 1 = 3.95 m²
S. TERRAPLEN = 61.41 m²
S. VEGETAL = 7.57 m²

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

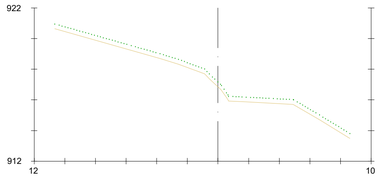
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

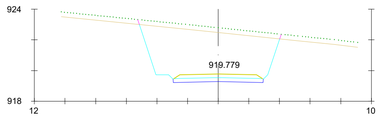
OBRA CIVIL
PERFILES TRANSVERSALES - EJE 1

Nº PLANO: 03.05
HOJA: 06 DE:
183G25PECAR03.05
ARCHIVO: 183G25PECAR03.05_V00.DWG

Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO
A1

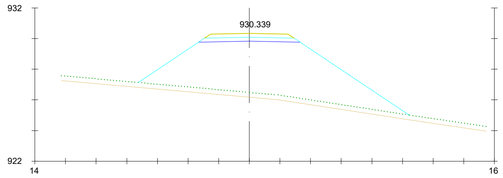


Pk=0+000



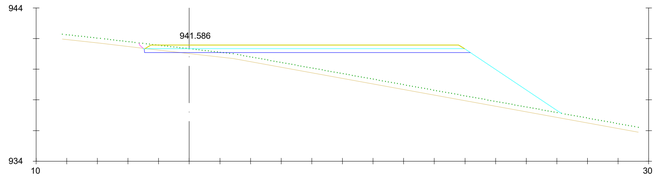
Pk=0+120

S. D TIERRA = 27.70 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. VEGETAL = 2.84 m²



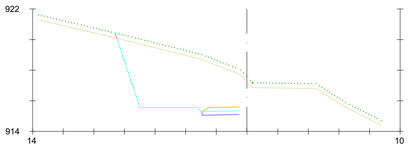
Pk=0+240

S. SUELO SEL 1 = 1.58 m²
S. TERRAPLEN = 46.89 m²
S. VEGETAL = 5.43 m²



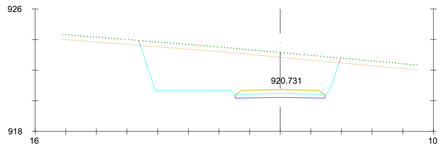
Pk=0+360

S. D TIERRA = 0.37 m²
S. SUELO SEL 1 = 5.39 m²
S. TERRAPLEN = 39.11 m²
S. VEGETAL = 8.42 m²



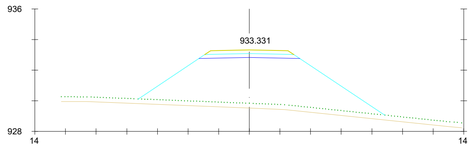
Pk=0+020

S. D TIERRA = 27.37 m²
S. SUELO SEL 1 = 0.62 m²
S. VEGETAL = 2.46 m²



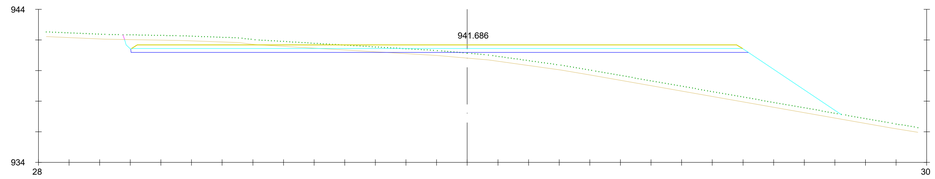
Pk=0+140

S. D TIERRA = 34.12 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. VEGETAL = 4.00 m²



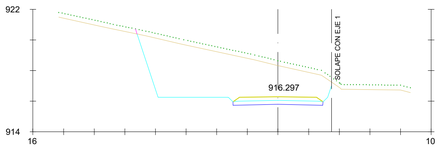
Pk=0+260

S. SUELO SEL 1 = 1.58 m²
S. TERRAPLEN = 39.06 m²
S. VEGETAL = 4.94 m²



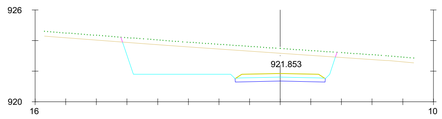
Pk=0+380

S. D TIERRA = 8.84 m²
S. SUELO SEL 1 = 10.25 m²
S. TERRAPLEN = 43.60 m²
S. VEGETAL = 14.34 m²



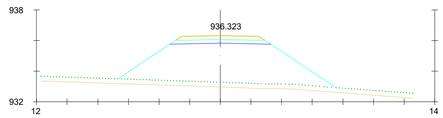
Pk=0+040

S. D TIERRA = 36.81 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. VEGETAL = 3.90 m²



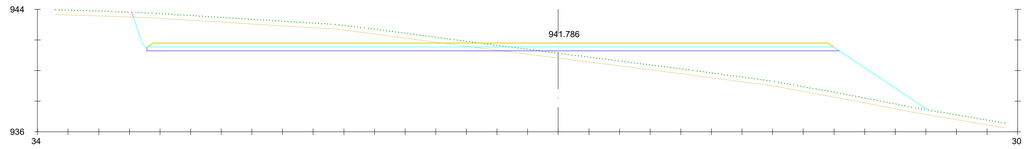
Pk=0+160

S. D TIERRA = 25.81 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. VEGETAL = 4.29 m²



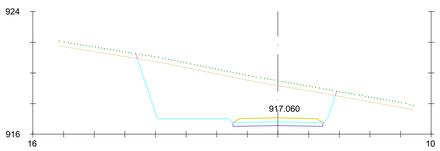
Pk=0+280

S. SUELO SEL 1 = 1.58 m²
S. TERRAPLEN = 30.63 m²
S. VEGETAL = 4.36 m²



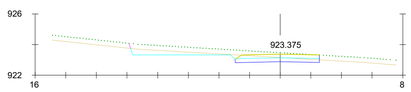
Pk=0+400

S. D TIERRA = 33.02 m²
S. SUELO SEL 1 = 11.50 m²
S. TERRAPLEN = 41.87 m²
S. VEGETAL = 15.90 m²



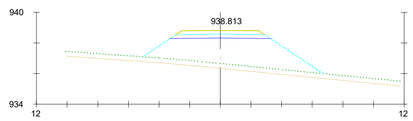
Pk=0+060

S. D TIERRA = 37.11 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. VEGETAL = 3.98 m²



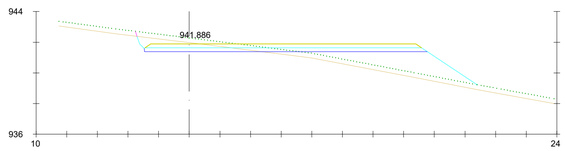
Pk=0+180

S. D TIERRA = 3.34 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.40 m²
S. VEGETAL = 3.79 m²



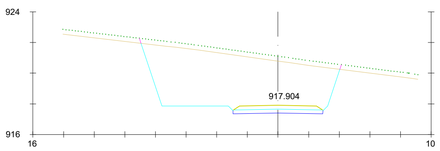
Pk=0+300

S. SUELO SEL 1 = 1.58 m²
S. TERRAPLEN = 19.17 m²
S. VEGETAL = 3.62 m²



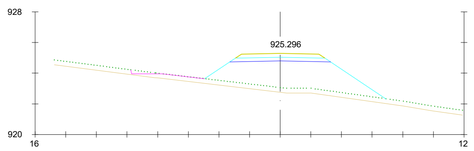
Pk=0+420

S. D TIERRA = 4.10 m²
S. SUELO SEL 1 = 4.67 m²
S. TERRAPLEN = 12.86 m²
S. VEGETAL = 6.82 m²



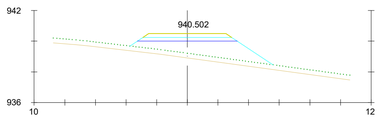
Pk=0+080

S. D TIERRA = 44.38 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²
S. VEGETAL = 4.00 m²



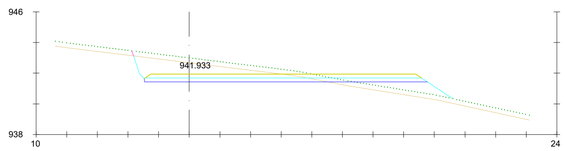
Pk=0+200

S. SUELO SEL 1 = 1.58 m²
S. TERRAPLEN = 19.15 m²
S. VEGETAL = 3.89 m²



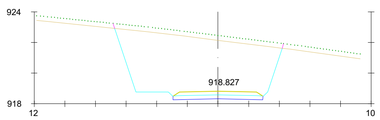
Pk=0+320

S. SUELO SEL 1 = 1.58 m²
S. TERRAPLEN = 9.70 m²
S. VEGETAL = 2.87 m²



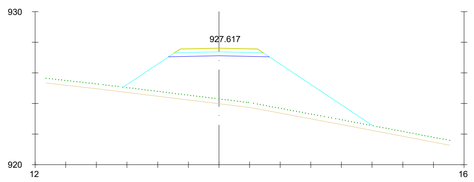
Pk=0+429.390

S. D TIERRA = 11.72 m²
S. SUELO SEL 1 = 4.67 m²
S. TERRAPLEN = 4.78 m²
S. VEGETAL = 6.40 m²



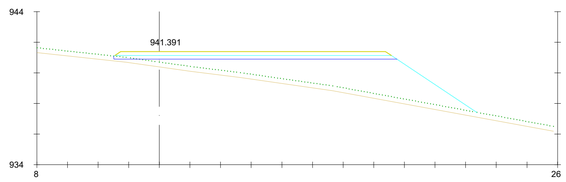
Pk=0+100

S. D TIERRA = 39.68 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.50 m²



Pk=0+220

S. SUELO SEL 1 = 1.58 m²
S. TERRAPLEN = 38.19 m²



Pk=0+340

S. SUELO SEL 1 = 4.67 m²
S. TERRAPLEN = 33.83 m²

					Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

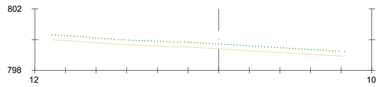
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
PERFILES TRANSVERSALES - EJE 2

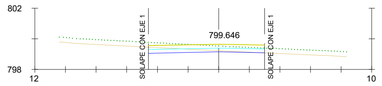
Nº PLANO: 03.05
HOJA: 07 DE:
183G25PECAR03.05
ARCHIVO: 183G25PECAR03.05_V00.DWG
Escala: 1:200
A1

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Principado de Asturias
Nº Visado: 20211615
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EJE 3

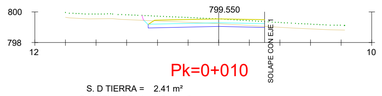


Pk=0+000



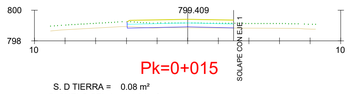
Pk=0+005

S. D TIERRA = 1.44 m²
S. SUELO SEL 1 = 2.12 m²
S. VEGETAL = 2.55 m²



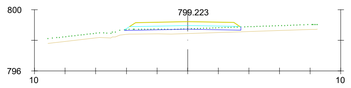
Pk=0+010

S. D TIERRA = 2.41 m²
S. SUELO SEL 1 = 2.12 m²
S. VEGETAL = 2.67 m²



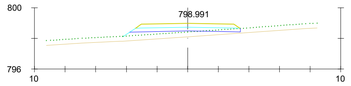
Pk=0+015

S. D TIERRA = 0.08 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.94 m²
S. TERRAPLEN = 0.23 m²
S. VEGETAL = 2.34 m²



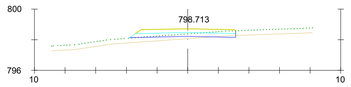
Pk=0+020

S. SUELO SEL 1 = 2.08 m²
S. TERRAPLEN = 1.78 m²
S. VEGETAL = 2.56 m²



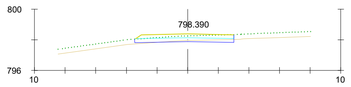
Pk=0+025

S. SUELO SEL 1 = 1.97 m²
S. TERRAPLEN = 2.75 m²
S. VEGETAL = 2.58 m²



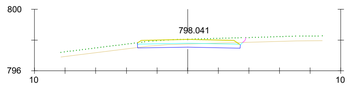
Pk=0+030

S. D TIERRA = 0.13 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.88 m²
S. TERRAPLEN = 1.09 m²
S. VEGETAL = 2.36 m²



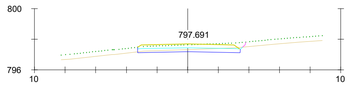
Pk=0+035

S. D TIERRA = 0.54 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.81 m²
S. TERRAPLEN = 0.08 m²
S. VEGETAL = 2.18 m²



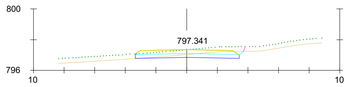
Pk=0+040

S. D TIERRA = 1.79 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.87 m²
S. TERRAPLEN = 0.00 m²
S. VEGETAL = 2.35 m²



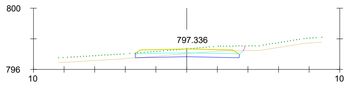
Pk=0+045

S. D TIERRA = 1.39 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.87 m²
S. TERRAPLEN = 0.00 m²
S. VEGETAL = 2.35 m²



Pk=0+050

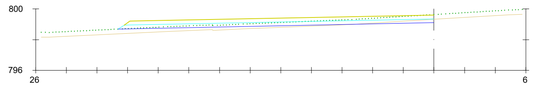
S. D TIERRA = 1.87 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.89 m²
S. TERRAPLEN = 0.01 m²
S. VEGETAL = 2.40 m²



Pk=0+050.073

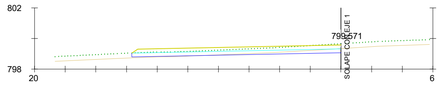
S. D TIERRA = 1.87 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.89 m²
S. TERRAPLEN = 0.01 m²
S. VEGETAL = 2.40 m²

EJE 4



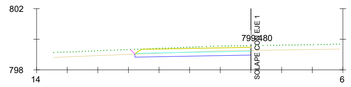
Pk=0+002.500

S. D TIERRA = 0.98 m²
S. SUELO SEL 1 = 5.90 m²
S. TERRAPLEN = 1.66 m²
S. VEGETAL = 7.36 m²



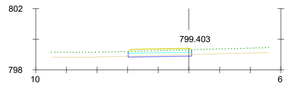
Pk=0+005

S. D TIERRA = 1.67 m²
S. SUELO SEL 1 = 3.95 m²
S. TERRAPLEN = 0.11 m²
S. VEGETAL = 4.87 m²



Pk=0+010

S. D TIERRA = 3.33 m²
S. SUELO SEL 1 = 2.19 m²
S. VEGETAL = 2.76 m²



Pk=0+015

S. D TIERRA = 0.53 m²
S. SUELO SEL 1 = 1.20 m²
S. TERRAPLEN = 0.00 m²
S. VEGETAL = 1.48 m²

					Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRÚGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
PERFILES TRANSVERSALES - EJE 3 Y EJE 4

Nº PLANO: 03.05
HOJA: 08 DE:
183G25PECAR03.05
ARCHIVO: 183G25PECAR03.05_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Principado de Asturias
isastur procinsa
Nº Visado: 2021161
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Escala: 1:200
A1

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°19'28,34"N, 6°57'32,60"O

0 50m 250m 500m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	10.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	10.21	SDVF
Dibujado	10.21	CVP
Aprobado	10.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

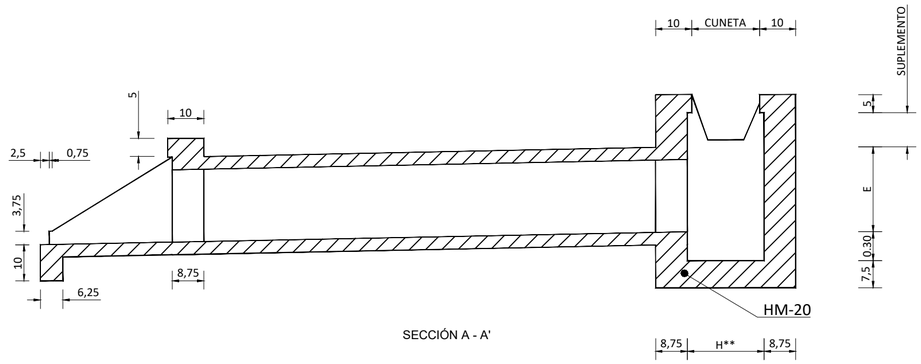
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
DRENAJE. PLANTA Y DETALLES

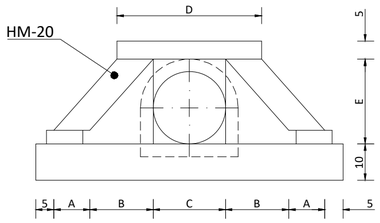
Nº PLANO: 03.06
HOJA: 01 DE:
183G25PECAR03.06
ARCHIVO: 183G25PECAR03.06_V00

Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO

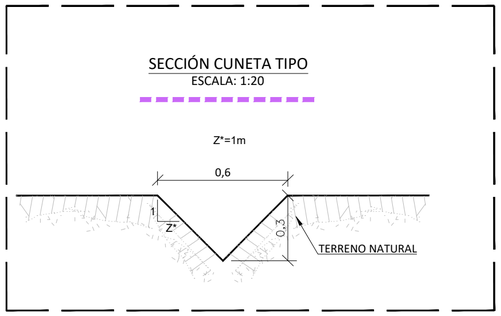
SECCIÓN TIPO DE OBRAS DE DRENAGE TRANSVERSAL
Escala: S/E

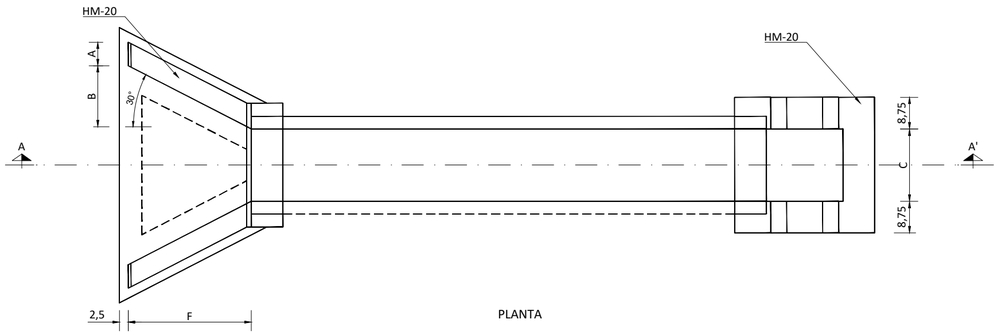


SECCIÓN A - A'



ALZADO BOQUILLA





PLANTA

CUADRO DE DIMENSIONES									
DIMENSIONES	A	B	C*	D	E	F	G	MATERIAL	ODT
Ø 300	0,30	0,25	0,30	0,90	0,42	0,44	0,12	HORMIGÓN EN MASA	-
Ø 400	0,30	0,34	0,40	1,00	0,52	0,59	0,12	HORMIGÓN EN MASA	-
Ø 500	0,30	0,42	0,50	1,10	0,62	0,74	0,12	HORMIGÓN EN MASA	-
Ø 600	0,30	0,51	0,60	1,20	0,72	0,89	0,12	HORMIGÓN EN MASA	ODT1-ODT2-ODT4-ODT5-ODT 6-ODT7-ODT8-ODT9
Ø 800	0,40	0,70	0,80	1,60	0,90	1,22	0,14	HORMIGÓN ARMADO	-
Ø 1000	0,40	0,85	1,00	1,80	1,22	1,47	0,14	HORMIGÓN ARMADO	ODT3
Ø 1200	0,40	1,05	1,20	2,00	1,46	1,80	0,14	HORMIGÓN ARMADO	-
Ø 1500	0,40	1,32	1,50	2,30	1,85	2,25	0,15	HORMIGÓN ARMADO	-
Ø 1800	0,40	1,60	1,80	2,60	1,98	2,70	0,18	HORMIGÓN ARMADO	-

TABLA DE COORDENADAS ODT		
ODT	X	Y
ODT 1	672970.99	4809328.72
ODT 2	673213.91	4809297.21
ODT 3	673482.92	4809200.58
ODT 4	673614.10	4809320.61
ODT 5	673862.87	4809239.38
ODT 6	673658.98	4808941.75
ODT 7	673395.43	4808950.09
ODT 8	673467.87	4808892.74
ODT 9	673577.66	4808514.07

CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

CONTROL SOBRE	ELEMENTO	CALIDAD	NIVEL DE CONTROL	COEFIC. DE SEGURIDAD
HORMIGONES	NIVELACION Y LIMPIEZA	HM-15/P/40/IIa	ESTADISTICO	ɣ c = 1.50
	EN MASA	HM-20/B/20/IIa	ESTADISTICO	
	ARMADO	HA-25/B/20/IIa	ESTADISTICO	
ACERO PASIVO	TODA LA OBRA	B500S	NORMAL	ɣ s = 1.15
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA	--	NORMAL	ɣ s = 1.60

*NOTA: Para diámetros inferiores a Ø 600 la dimensión "C" en el pozo, será de 0.60m.
**NOTA: La dimensión "H" del pozo será en función de la cuneta.
- Para la cuneta de 1.50m, la H=1.20m
- Para la cuneta bordillo de 0.50m, H=0.50m

NOTA: ACOTACIONES EN METROS EXCEPTUANDO LAS INDICADAS

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	10.21	SDVF
				Dibujado	10.21	CVP
00	Emisión inicial	10.21	SRF	Aprobado	10.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
DRENAJE. PLANTA Y DETALLES

Nº PLANO: 03.06
HOJA: 02 DE: 02
183G25PECAR03.06
ARCHIVO: 183G25PECAR03.06 V00

VISADO ELECTRONICAMENTE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur procinsa
Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO
ESCALA: 1:2500
A2

DETALLE 1

PROYECTO : PE CARRUGUEIRO
CARTEL : -
ARCHIVO : -
DIMENSIONES : 1700x400
ALFABETO : CCRIGE
Hb : 100
ORLA : 25
RETRORREFLECTANCIA : Nivel 2
ESCALA : S/E

	A	S	-	3	6	1
X mm	575	930	799	334	1328	1061
Y mm	235	385	235	85	85	385
H mm	80	80	80	100	100	80

	E	L	G	U	M	I	O
X mm	1553	1052	841	179	698	797	953
Y mm	85	85	85	85	85	85	85
H mm	100	100	100	100	100	100	100

	A	S	-	3	6	1
X mm	575	930	799	334	1328	1061
Y mm	235	385	235	85	85	385
H mm	80	80	80	100	100	80

	L	A	G	A	R	G	A	N	T	A
X mm	1052	575	841	575	389	841	575	589	389	575
Y mm	85	235	85	235	85	85	235	85	85	235
H mm	100	80	100	80	100	100	80	100	100	80

DETALLE 2

TIPO R-2

DETALLE 3

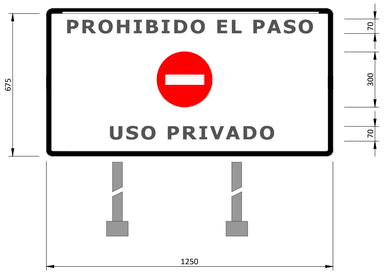
	P	R	O	H	I	B	I	D	O		E	L	
X mm	72	137	205	290	367	401	473	507	579	648	718	785	830
Y mm	647	647	647	647	647	647	647	647	647	647	647	647	647
H mm	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70

	P	A	S	0
X mm	900	958	1033	1108
Y mm	647	647	647	647
H mm	70	70	70	70

PROHIBIDO EL PASO=1105 mm

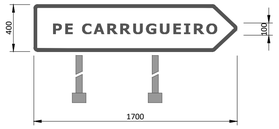
	U	S	O		P	R	I	V	A	D	O
X mm	257	331	406	475	545	610	682	709	772	851	923
Y mm	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134	134
H mm	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70

USO PRIVADO=735 mm



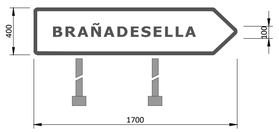
DETALLE 4

PROYECTO : PE CARRUGUEIRO
CARTEL : -
ARCHIVO : -
DIMENSIONES : 1700x400
ALFABETO : CCRIGE
Hb : 100
ORLA : 25
RETRORREFLECTANCIA : Nivel 2
ESCALA : S/E

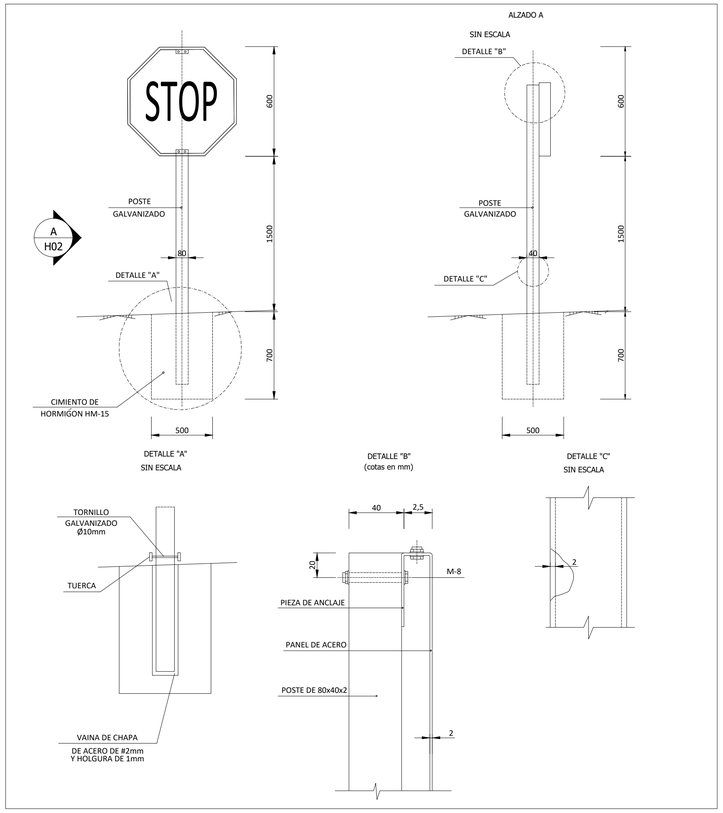


	P	E
X mm	389	1553
Y mm	85	85
H mm	100	100

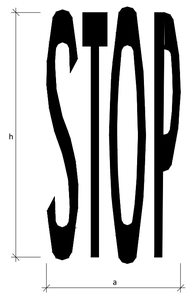
	C	A	R	R	U	G	U	E	I	R	O
X mm	841	575	389	389	179	841	179	1553	797	389	953
Y mm	85	235	85	85	85	85	85	85	85	85	85
H mm	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100



	B	R	A	Ñ	A	D	E	S	E	L	L	A
X mm	545	389	575	290	575	953	1553	389	1553	785	785	575
Y mm	134	85	235	647	235	85	85	85	85	647	647	235
H mm	70	100	80	70	80	100	100	100	100	70	70	80



M-6.4

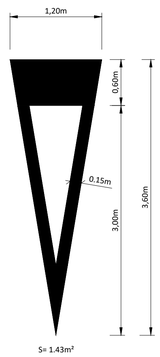


VIAS CON VM < 50Km/h M-6.4

h= 2.09m
a= 1.60m
s= 1.23m²

M-6.5

CEDA EL PASO



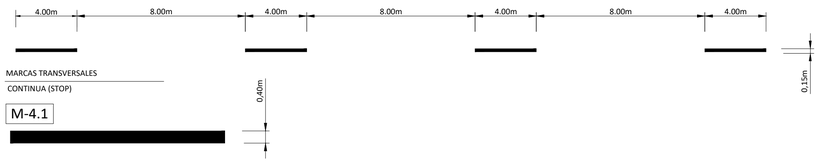
S= 1.43m²

M-2.6

a = 0.10 SI ARCEN < 1.5m

M-2.2

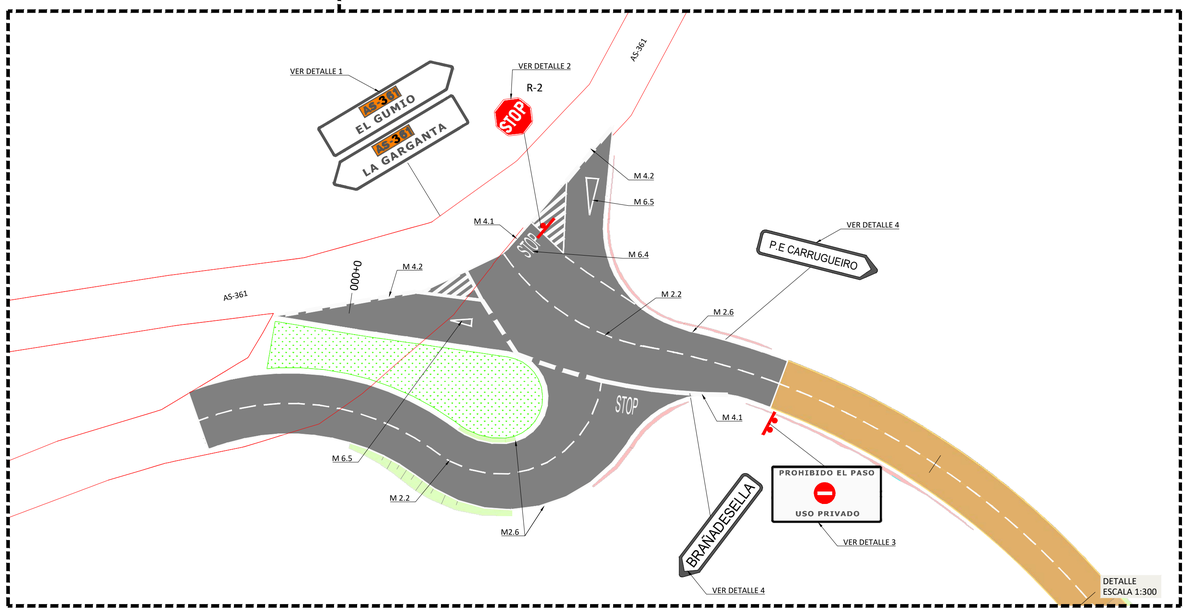
VIAS CON 50 Km/h V < 100 km/h a = 0.10 SI ARCEN < 1.5m



MARCAS TRANSVERSALES

CONTINUA (STOP)

M-4.1



NOTA: ACOTACIONES EN MILIMETROS EXCEPTO INDICADAS

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

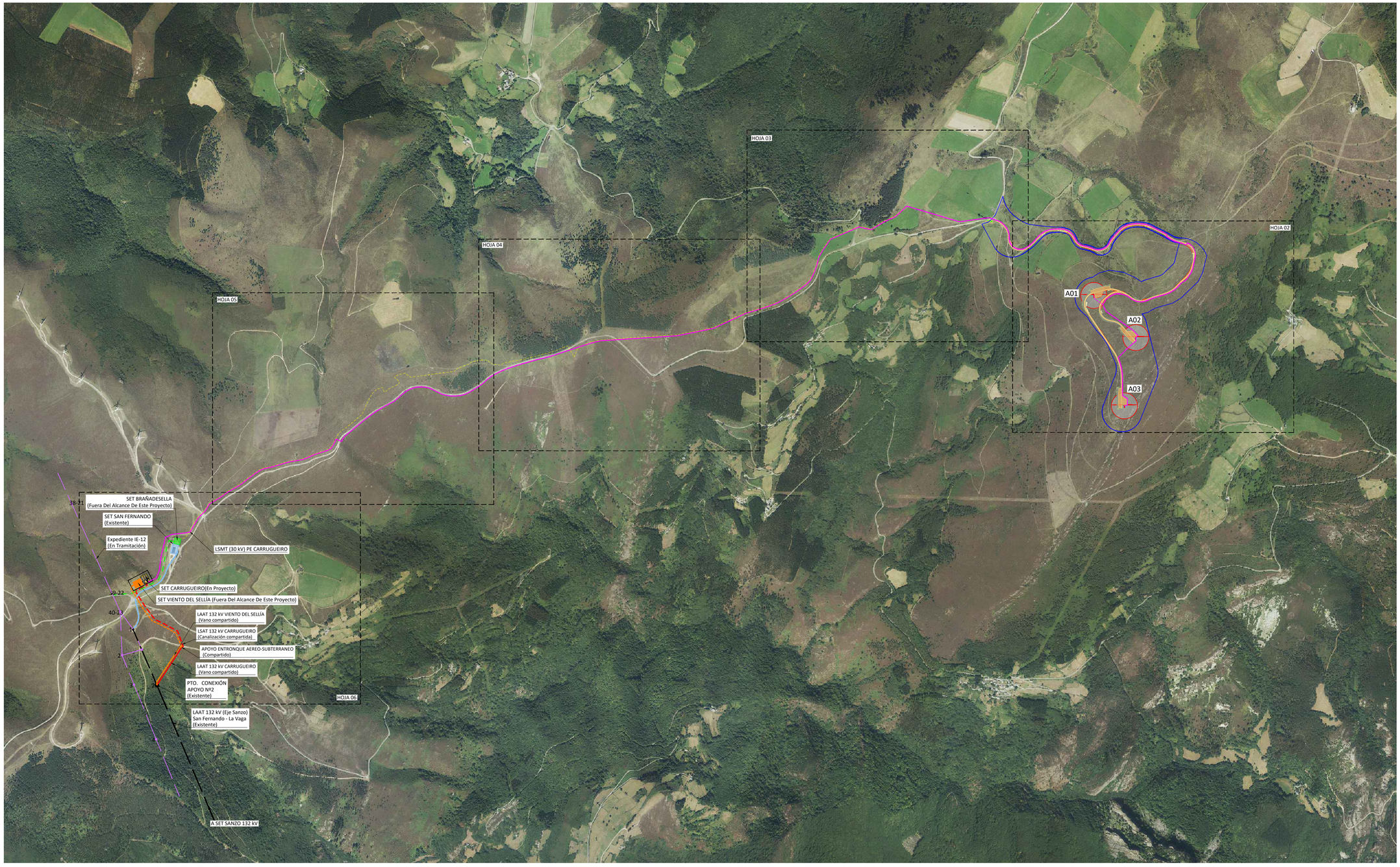
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

OBRA CIVIL
SEÑALIZACIÓN

Nº PLANO: 03.07
HOJA: 01 DE:
183G25PECAR03.07
ARCHIVO: 183G25PECAR03.07_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
procinsa
Nº Visado: 202116154
Fecha: 13/12/2021
VISADO
ESCALA: VARIAS
A1



N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES

OBJETO DEL PROYECTO

- SET CARRUGUEIRO
- LSMT 30 kV PE CARRUGUEIRO
- LSAT 132kV PE CARRUGUEIRO
- LAAT 132kV PE CARRUGUEIRO

EXISTENTE

- SET SAN FERNANDO
- EVACUACIÓN SET SAN FERNANDO
- 1 — 2 LAAT 132kV SAN FERNANDO-LA VAGA

FUERA DEL ALCANCE DE ESTE PROYECTO

- SET VIENTO DEL SELLÍA
- EVACUACIÓN SET VIENTO DEL SELLÍA
- LAAT 132kV VIENTO DEL SELLÍA
- SET BRAÑADESELLA
- EVACUACIÓN SET BRAÑADESELLA
- LSMT PE BRAÑADESELLA
- EXPEDIENTE IE-12 (EN TRAMITACIÓN)

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 100m 500m 1000m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

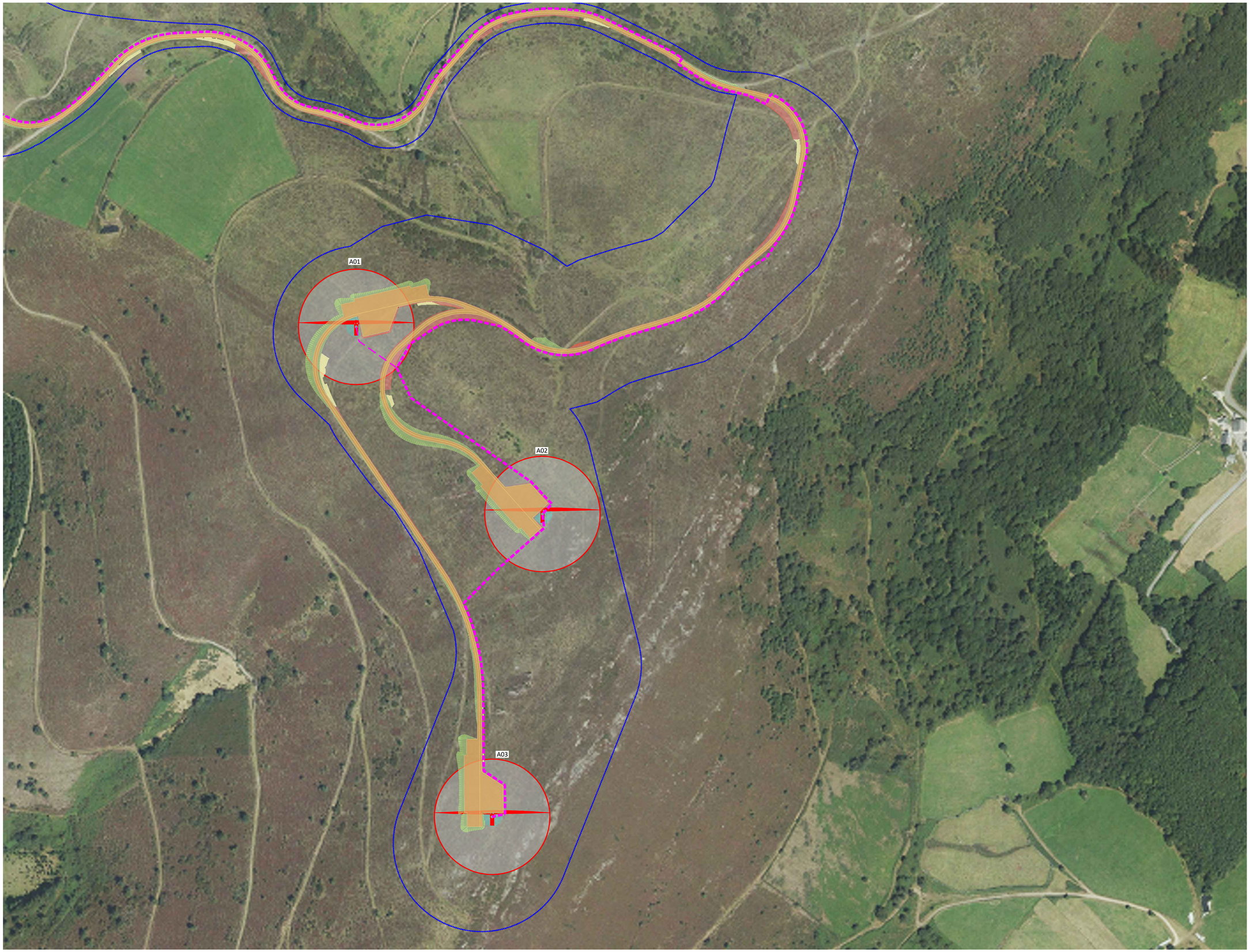
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA GENERAL

Nº PLANO: 04.01
HOJA: 01 DE:
183G25PECAR04.01
ARCHIVO: 183G25PECAR04.01_V00.DWG

Nº Visado: 20211615
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur procinsa
10000 A1



N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- LSMT PE CARRUGUEIRO

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 20m 100m 200m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA GENERAL

Nº PLANO: 04.01
HOJA: 02 DE:
183G25PECAR04.01
ARCHIVO: 183G25PECAR04.01_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 202116157
Fecha: 13/12/2021
VISADO
Escala: 1:2000
A1

N

LEYENDA GENERAL

- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- LSMT PE CARRUGUEIRO
- LSMT PE BRAÑADESELLA (FUERA DEL ALCANCE DE ESTE PROYECTO)

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 20m 100m 200m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA GENERAL

Nº PLANO: 04.01
HOJA: 03 DE: 06
183G25PECAR04.01
ARCHIVO: 183G25PECAR04.01_V00.DWG

Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur
procinsa

N

LEYENDA GENERAL

- LSMT PE CARRUGUEIRO
- LSMT PE BRAÑADESELLA (FUERA DEL ALCANCE DE ESTE PROYECTO)

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 20m 100m 200m

					Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA GENERAL

Nº PLANO: 04.01

HOJA: 04 DE:

ARCHIVO: 183G25PECAR04.01_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
procinsa
Nº Visado: 202116180
Fecha: 13/12/2021
VISADO 2000

A1

N

LEYENDA GENERAL

- - - - - -	LSM PE CARRUGUEIRO
- - - - - -	LSMT PE BRAÑADESELLA (FUERA DEL ALCANCE DE ESTE PROYECTO)

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 20m 100m 200m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

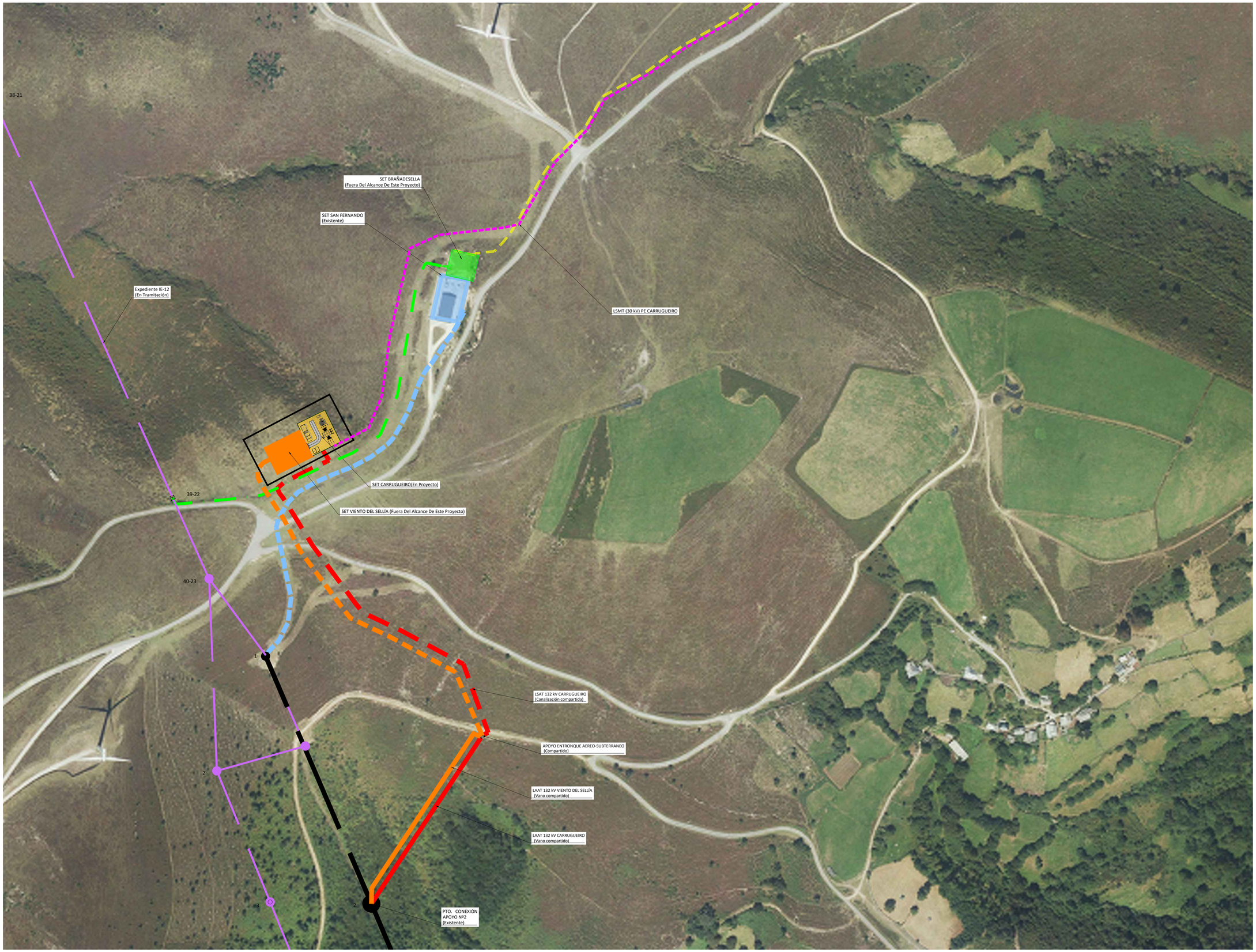
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA GENERAL

Nº PLANO: 04.01
HOJA: 05 DE:
183G25PECAR04.01
ARCHIVO: 183G25PECAR04.01_V00.DWG

Nº Visado: 2021161
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur
procinsa



N

LEYENDA GENERAL

OBJETO DEL PROYECTO

- SET CARRUGUEIRO
- LSMT 30 kV PE CARRUGUEIRO
- LSAT 132kV PE CARRUGUEIRO
- LAAT 132kV PE CARRUGUEIRO

EXISTENTE

- SET SAN FERNANDO
- EVACUACIÓN SET SAN FERNANDO
- 1 — 2 LAAT 132kV SAN FERNANDO-LA VAGA

FUERA DEL ALCANCE DE ESTE PROYECTO

- SET VIENTO DEL SELLÍA
- EVACUACIÓN SET VIENTO DEL SELLÍA
- LAAT 132kV VIENTO DEL SELLÍA
- SET BRAÑADESELLA
- EVACUACIÓN SET BRAÑADESELLA
- LSMT PE BRAÑADESELLA
- EXPEDIENTE IE-12 (EN TRAMITACIÓN)

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 20m 100m 200m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

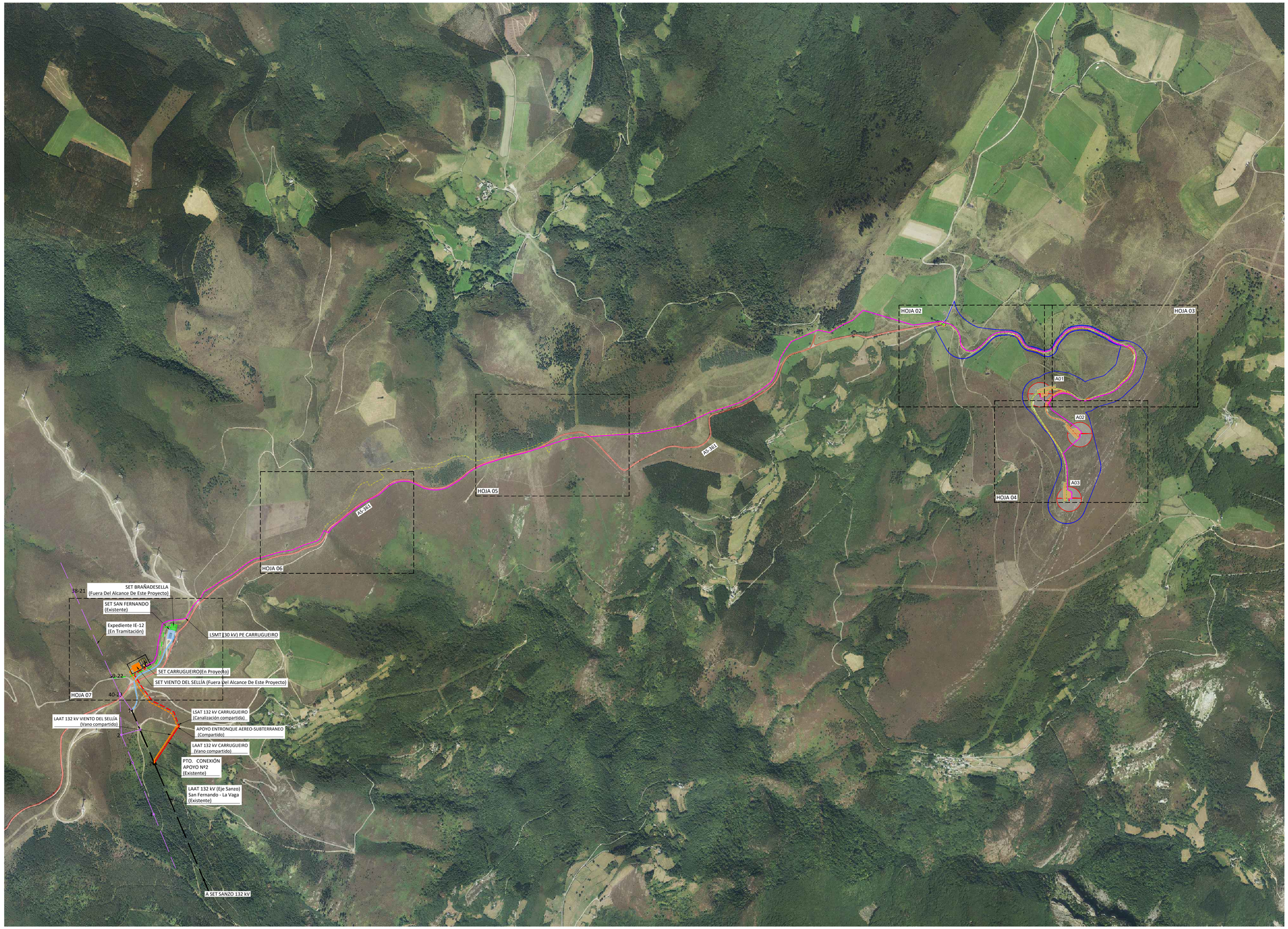
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA GENERAL

Nº PLANO: 04.01
HOJA: 06 DE:
183G25PECAR04.01
ARCHIVO: 183G25PECAR04.01_V00.DWG

Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
procinsa
isastur
A1



N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- AS-361

OBJETO DEL PROYECTO

- SET CARRUGUEIRO
- LSMT 30 kV PE CARRUGUEIRO
- LSAT 132kV PE CARRUGUEIRO
- LAAT 132kV PE CARRUGUEIRO

EXISTENTE

- SET SAN FERNANDO
- EVACUACIÓN SET SAN FERNANDO
- 1 — 2 LAAT 132kV SAN FERNANDO-LA VAGA

FUERA DEL ALCANCE DE ESTE PROYECTO

- SET VIENTO DEL SELLÍA
- EVACUACIÓN SET VIENTO DEL SELLÍA
- LAAT 132kV VIENTO DEL SELLÍA
- SET BRAÑADESELLA
- EVACUACIÓN SET BRAÑADESELLA
- LSMT PE BRAÑADESELLA
- EXPEDIENTE IE-12 (EN TRAMITACIÓN)

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 100m 500m 1000m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

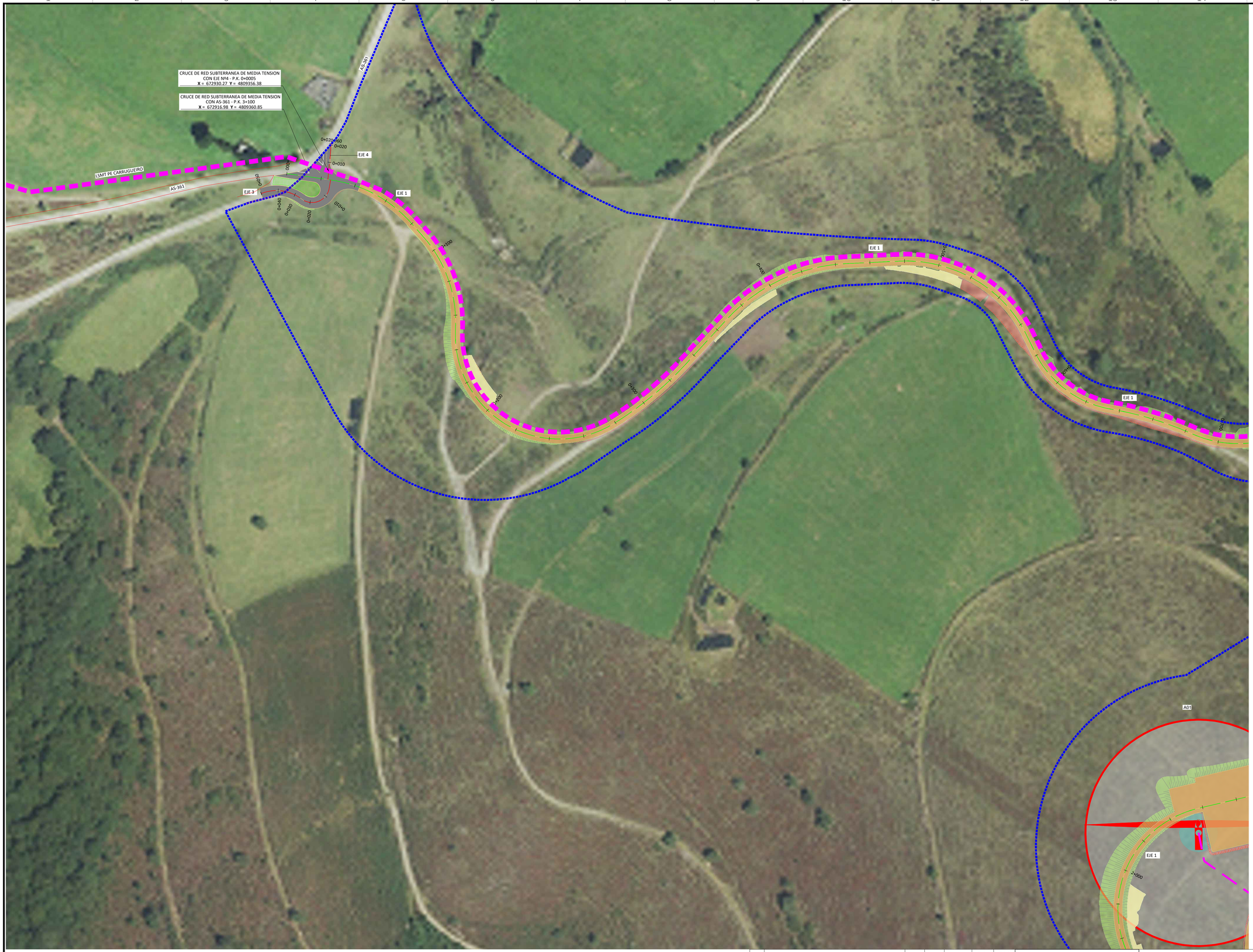
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA CRUZAMIENTOS LSMT

Nº PLANO: 04.02
HOJA: 01 DE: 1
ARCHIVO: 183G25PECAR04.02_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211615V
Fecha: 13/12/2021
VISADO
Nº PLANO: 10000
A1



N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- CIMENTACION AEROGENERADOR
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- LSMT PE CARRUGUEIRO
- RESEMBRADO VEGETAL
- AS-361

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 10m 50m 100m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

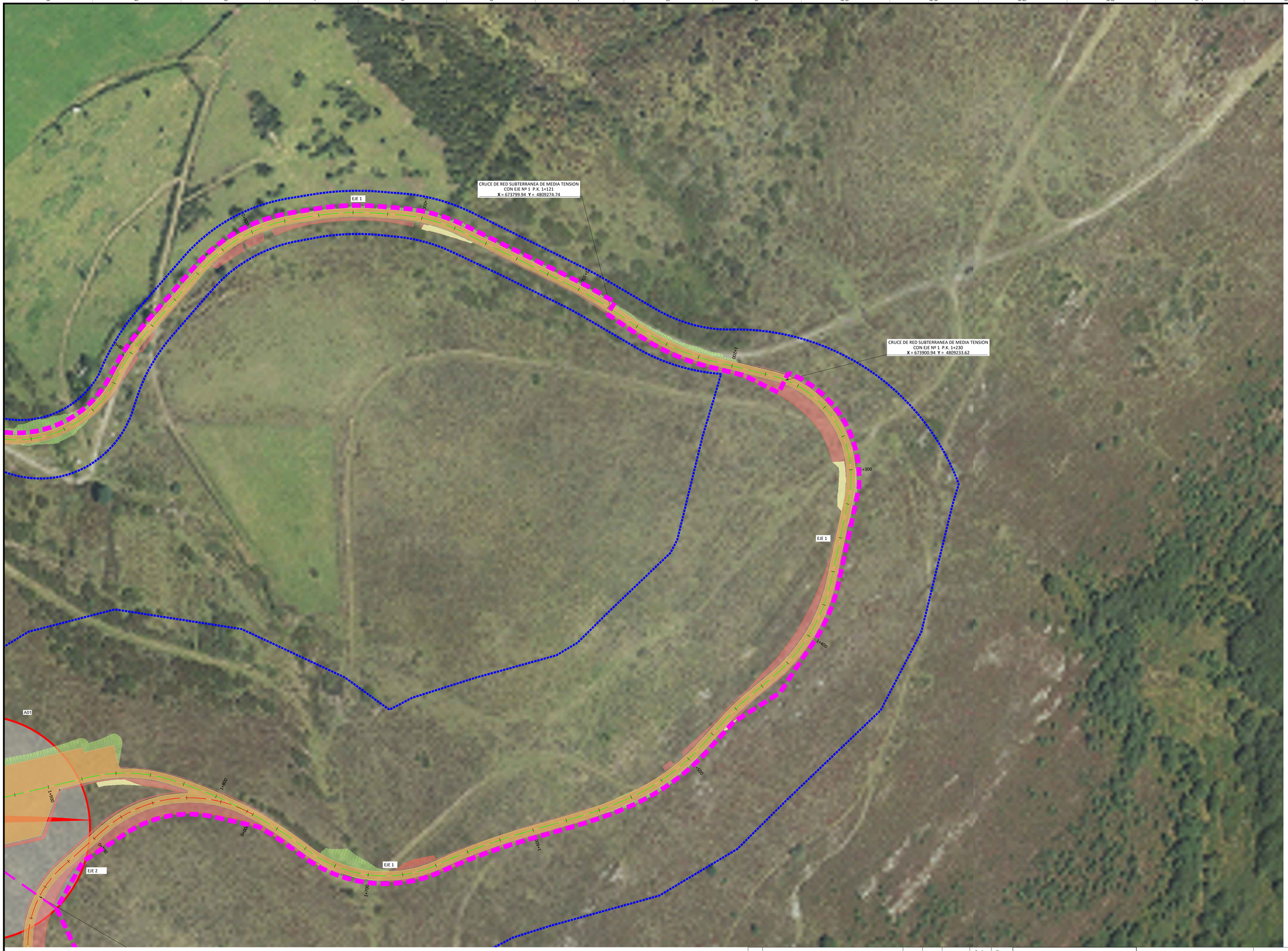
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA CRUZAMIENTOS LSMT

Nº PLANO: 04.02
HOJA: 02 DE: 02
183G25PECAR04.02
ARCHIVO: 183G25PECAR04.02_V00.DWG

Nº Visado: 202116187
Fecha: 13/12/2021
VISADO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur
procinsa



N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- CIMENTACION AEROGENERADOR
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- LSMT PE CARRUGUEIRO

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 10m 50m 100m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

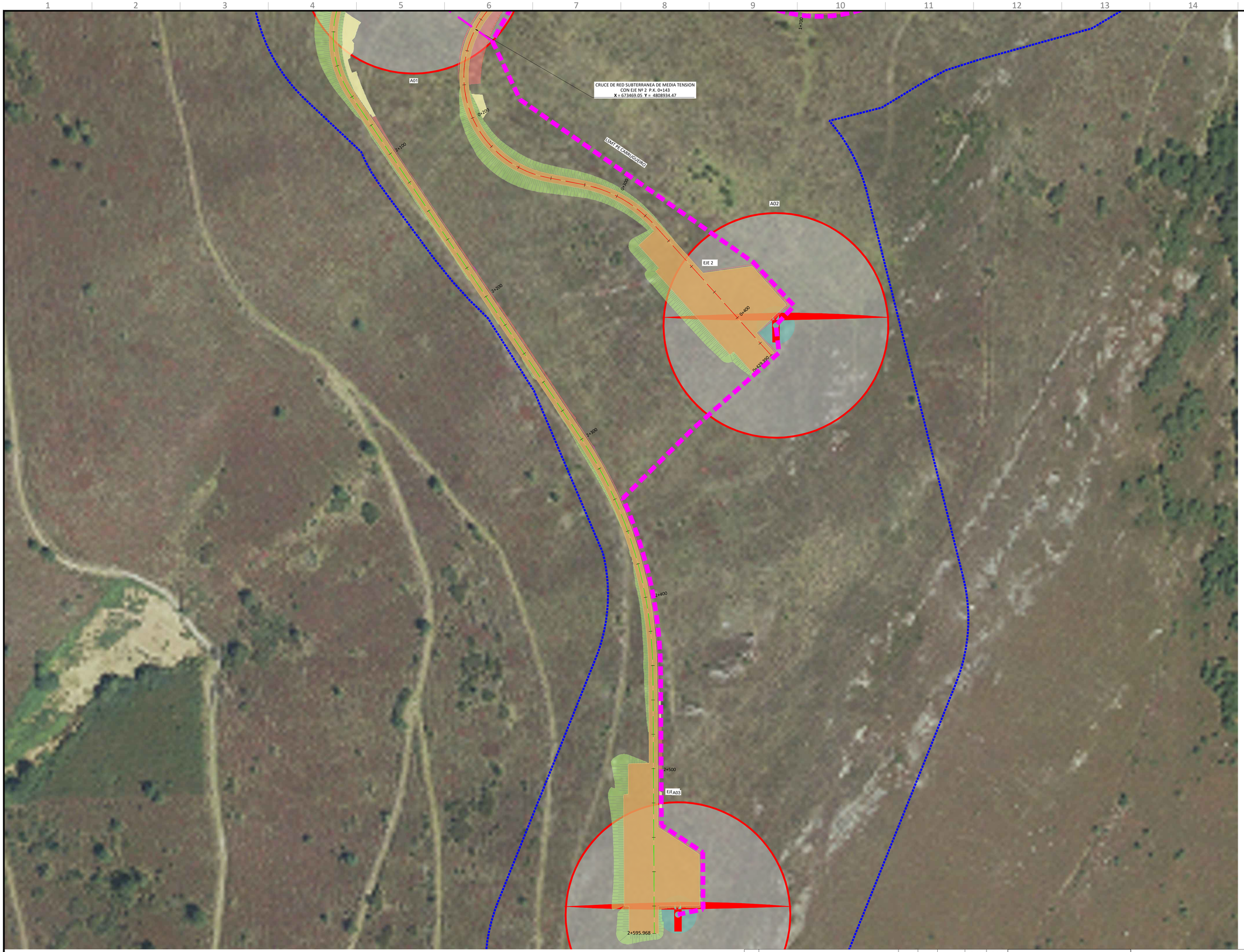
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA CRUZAMIENTOS LSMT

Nº PLANO: 04.02
HOJA: 03 DE:
183G25PECAR04.02
ARCHIVO: 183G25PECAR04.02_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO
1:1000
A1



N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADOR PE CARRUGUEIRO
- CIMENTACION AEROGENERADOR
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- LSMT PE CARRUGUEIRO

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N; 6°51'13.94"O

0 10m 50m 100m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA CRUZAMIENTOS LSMT

Nº PLANO: 04.02
HOJA: 04 DE:
183G25PECAR04.02
ARCHIVO: 183G25PECAR04.02_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 2021161
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1:1000

A1

N

LEYENDA GENERAL

- LSMT PE CARRUGUEIRO
- LSMT PE BRAÑADESELLA (FUERA DEL ALCANCE DE ESTE PROYECTO)
- AS-361

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 10m 50m 100m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

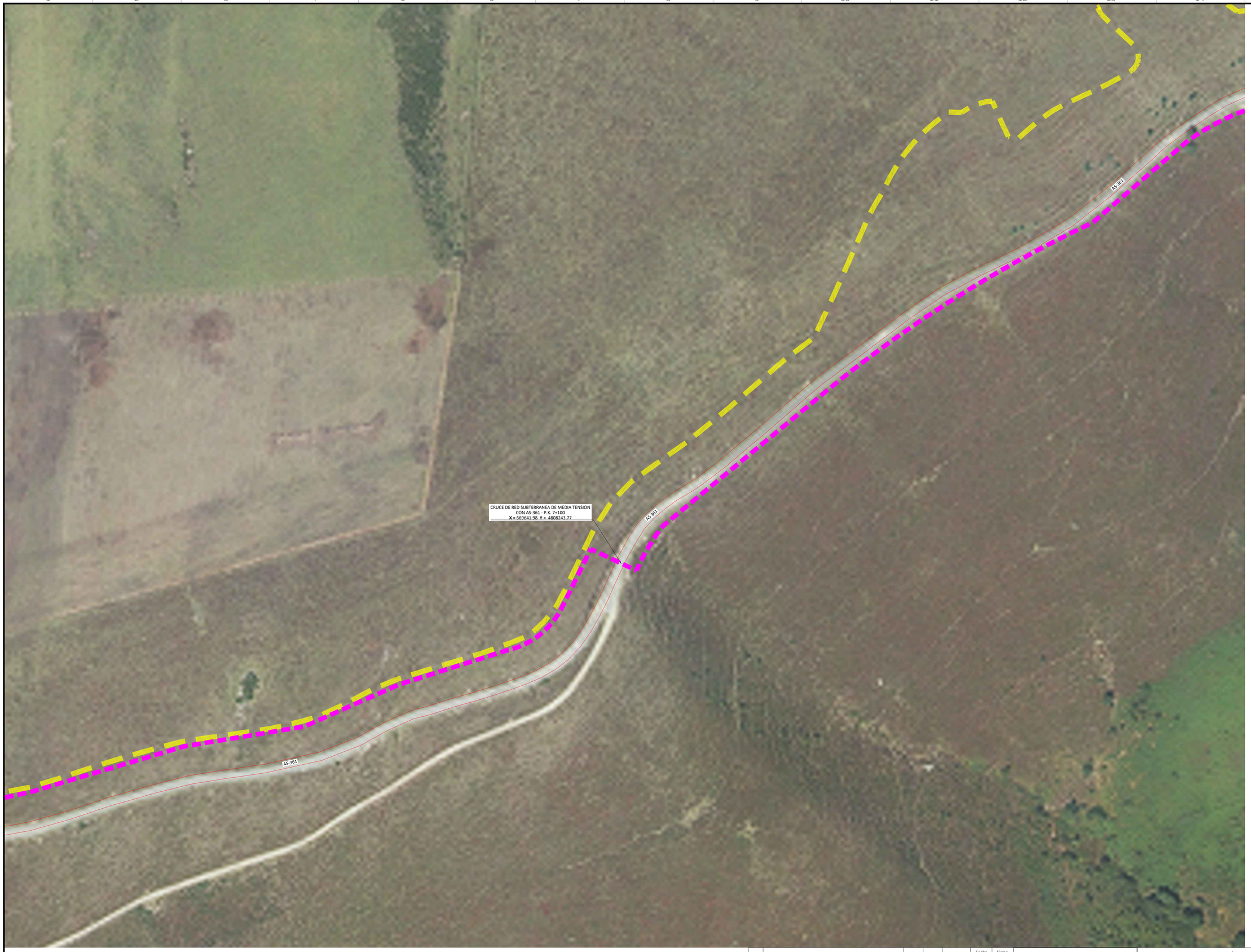
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA CRUZAMIENTOS LSMT

Nº PLANO: 04.02
HOJA: 05 DE: 02
183G25PECAR04.02
ARCHIVO: 183G25PECAR04.02_V00.DWG

Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur procinsa



N

LEYENDA GENERAL

- LSMT PE CARRUGUEIRO
- LSMT PE BRAÑADESELLA (FUERA DEL ALCANCE DE ESTE PROYECTO)
- AS-361

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 10m 50m 100m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

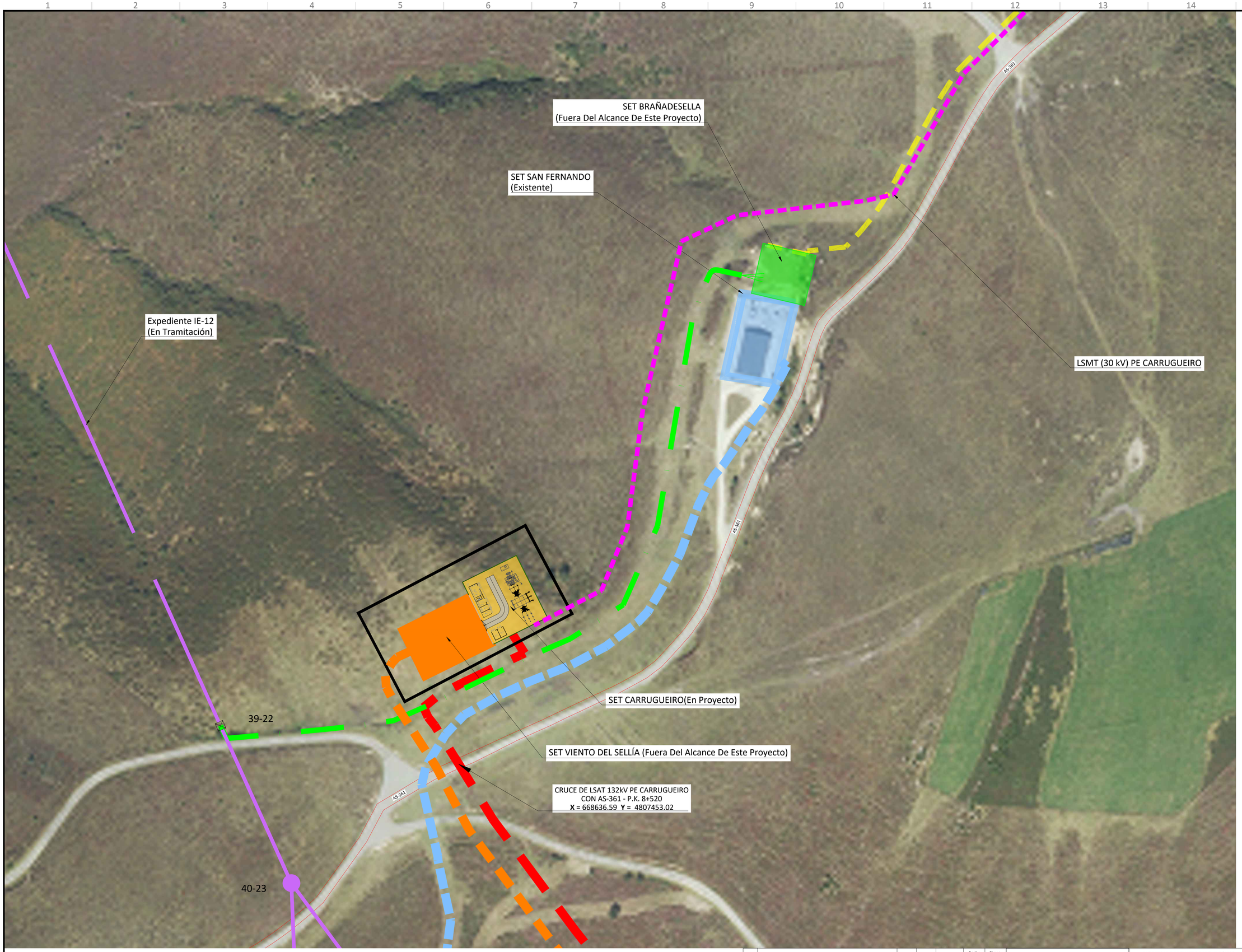
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA CRUZAMIENTOS LSMT

Nº PLANO: 04.02
HOJA: 06 DE:
183G25PECAR04.02
ARCHIVO: 183G25PECAR04.02_V00.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO
Escala: 1:1000
A1



N

LEYENDA GENERAL

- LSMT PE BRAÑADESELLA (FUERA DEL ALCANCE DE ESTE PROYECTO)
- AS-361
- SET CARRUGUEIRO
- LSMT 30 kV PE CARRUGUEIRO
- LSAT 132kV PE CARRUGUEIRO
- SET SAN FERNANDO
- EVACUACIÓN SET SAN FERNANDO
- SET VIENTO DEL SELLÍA
- EVACUACIÓN SET VIENTO DEL SELLÍA
- SET BRAÑADESELLA
- EVACUACIÓN SET BRAÑADESELLA
- EXPEDIENTE IE-12 (EN TRAMITACIÓN)

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 10m 50m 100m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
PLANTA CRUZAMIENTOS LSMT

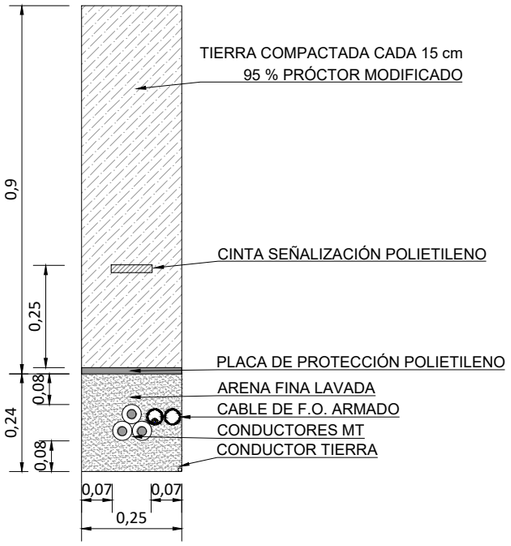
Nº PLANO: 04.02
HOJA: 07 DE:
183G25PECAR04.02
ARCHIVO: 183G25PECAR04.02_V00.DWG

Nº Visado: 2021161
Fecha: 13/12/2021
VISADO
:1000 A1

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur procinsa

PERFIL ZANJAS. 1 CIRCUITO POR ZANJAS

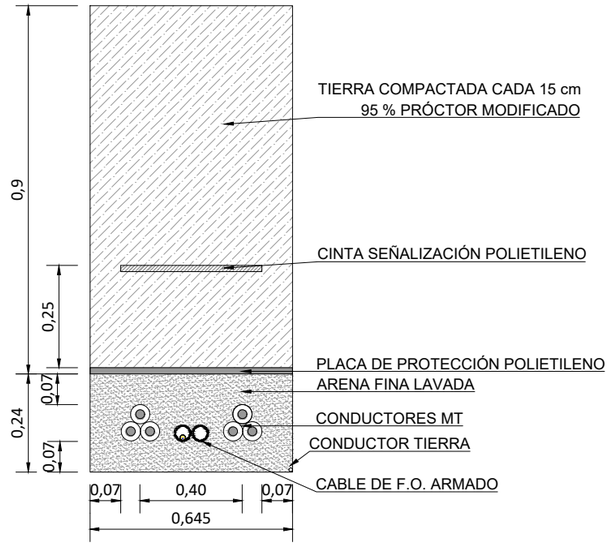
LATERAL VIAL



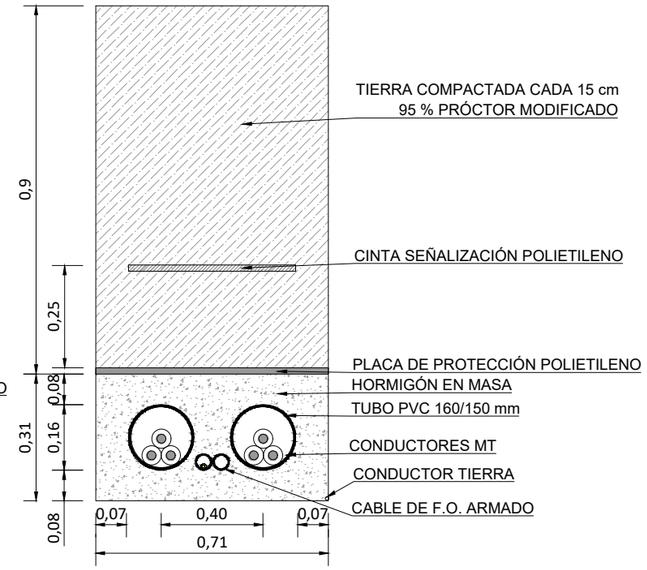
CRUCE VIAL-1 CIRCUITO

PERFIL ZANJAS. 2 CIRCUITOS POR ZANJA

LATERAL VÍAL

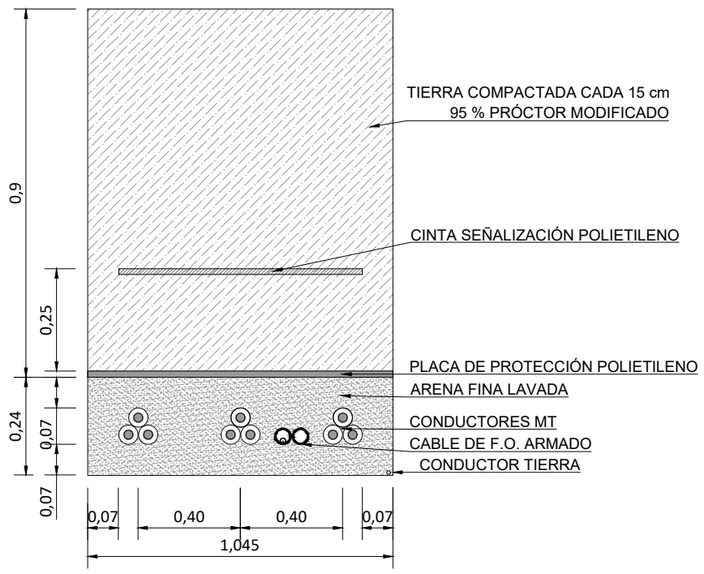


CRUCE VIAL-2 CIRCUITOS

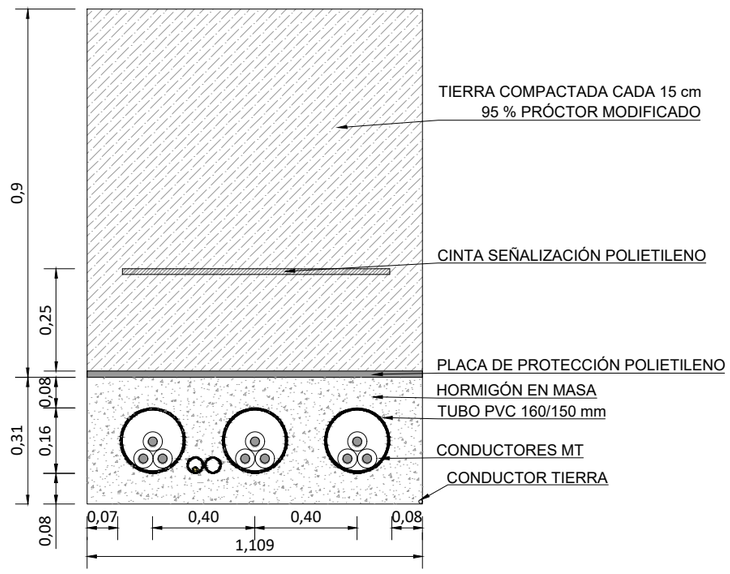


PERFIL ZANJAS. 3 CIRCUITOS POR ZANJA

LATERAL VÍAL



CRUCE VIAL-3 CIRCUITOS



NOTA: ACOTACIONES EN METROS EXCEPTO INDICADAS

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN
SISTEMA COLECTOR. DETALLES

Nº PLANO: 04.03

HOJA: 01 DE: 01

183G25PECAR04.03

ARCHIVO: 183G25PECAR04.03_V00.DWG

VISADO ELECTRÓNICAMENTE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

Nº Visado: 202116180

Fecha: 13/12/2021

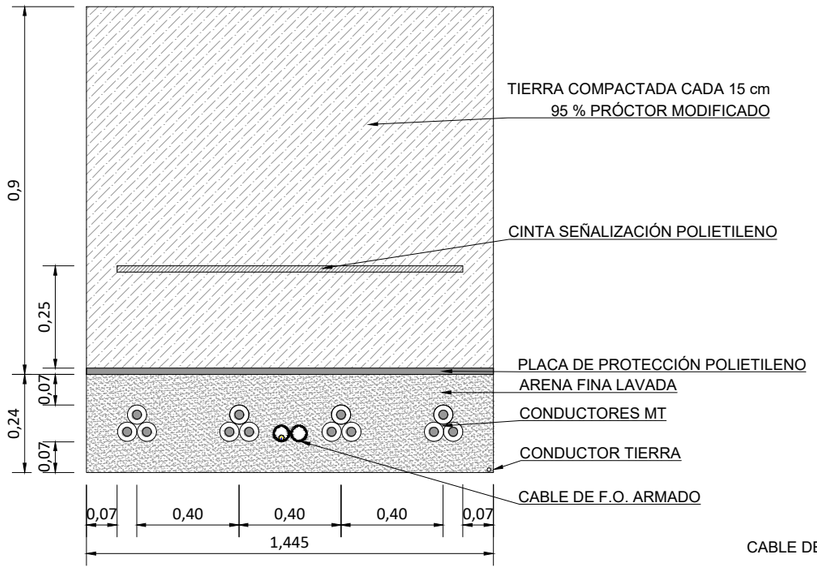
VISADO

ESCALA: 1:50

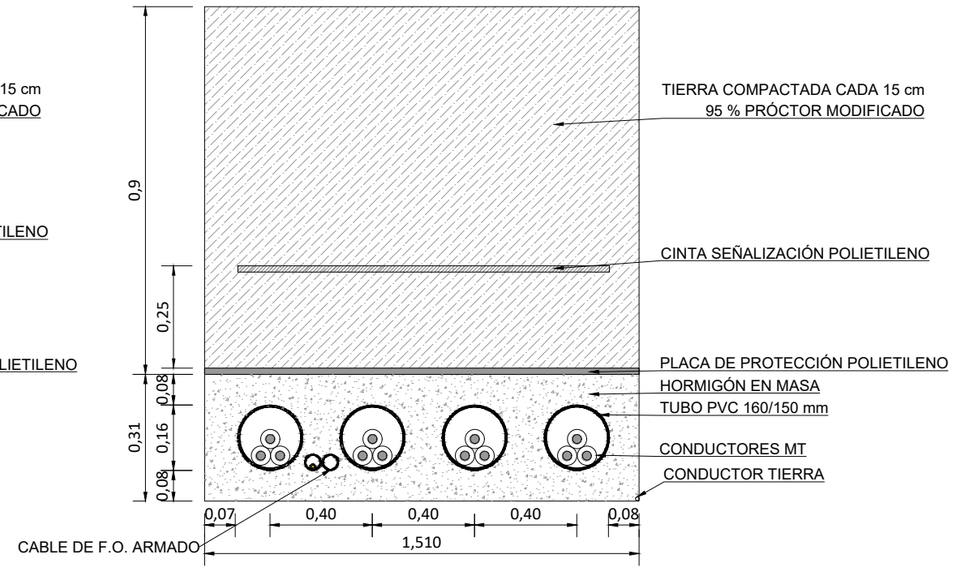
A3

PERFIL ZANJAS. 4 CIRCUITOS POR ZANJA

LATERAL VÍAL

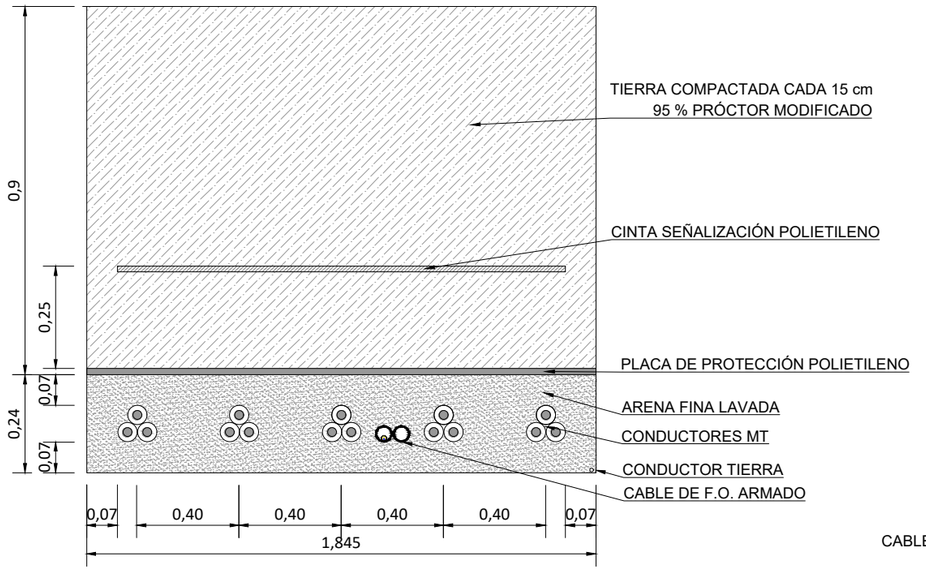


CRUCE VIAL-4 CIRCUITOS

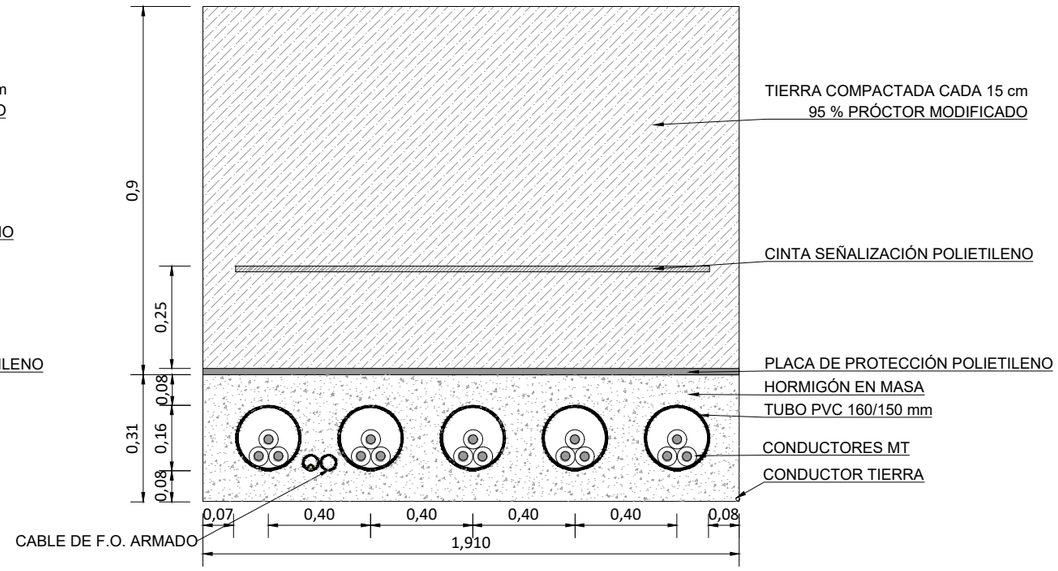


PERFIL ZANJAS. 5 CIRCUITOS POR ZANJA

LATERAL VÍAL



CRUCE VIAL-4 CIRCUITOS



NOTA: ACOTACIONES EN METROS EXCEPTO INDICADAS

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN SISTEMA COLECTOR. DETALLES

Nº PLANO: 04.03

HOJA: 02 DE: 02

183G25PECAR04.03

ARCHIVO: 183G25PECAR04.03_V00.DWG

VISADO ELECTRÓNICAMENTE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

isastur procinsa

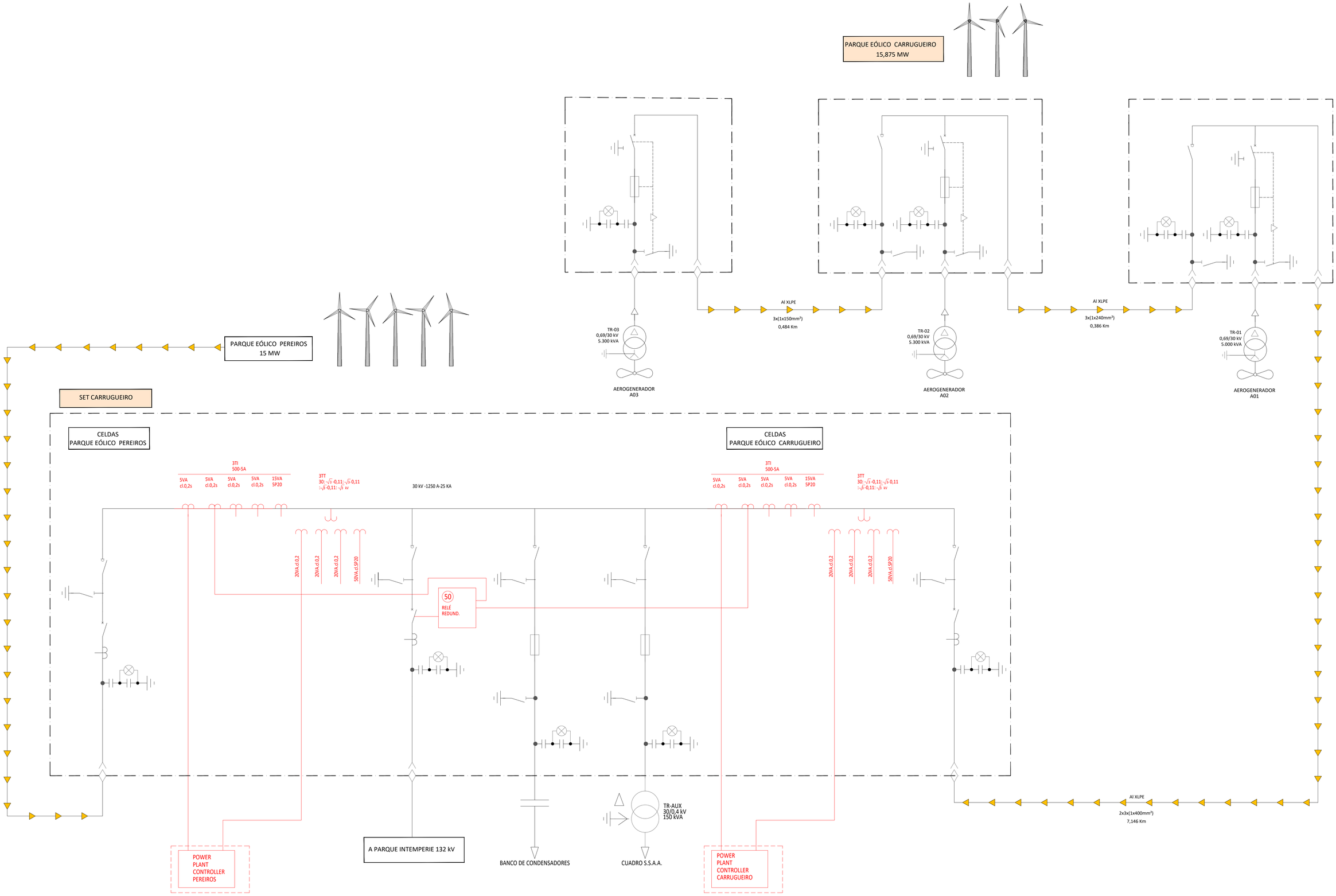
Nº Visado: 202116180

Fecha: 13/12/2021

VISADO

ESCALA: 1:250

A3



					Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

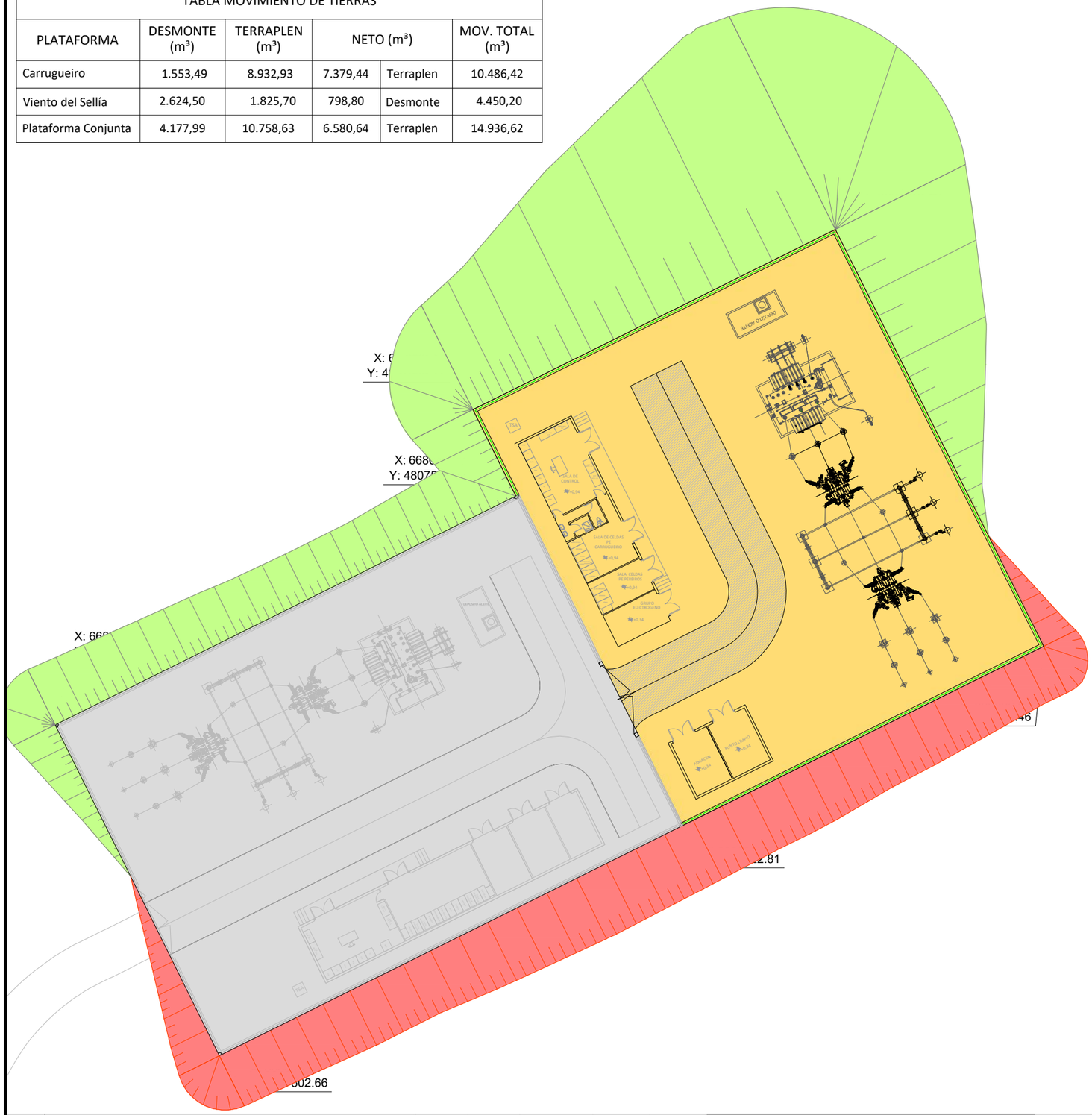
RED DE EVACUACIÓN
ESQUEMA UNIFILAR

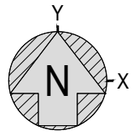
Nº PLANO: 04.04
HOJA: 01 DE:
183G25PECAR04.04
ARCHIVO: 183G25PECAR04.04_V00.DWG

Nº Visado: 20211618
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
isastur procinsa

TABLA MOVIMIENTO DE TIERRAS					
PLATAFORMA	DESMONTE (m^3)	TERRAPLEN (m^3)	NETO (m^3)		MOV. TOTAL (m^3)
Carrugueiro	1.553,49	8.932,93	7.379,44	Terraplen	10.486,42
Viento del Sellía	2.624,50	1.825,70	798,80	Desmonte	4.450,20
Plataforma Conjunta	4.177,99	10.758,63	6.580,64	Terraplen	14.936,62



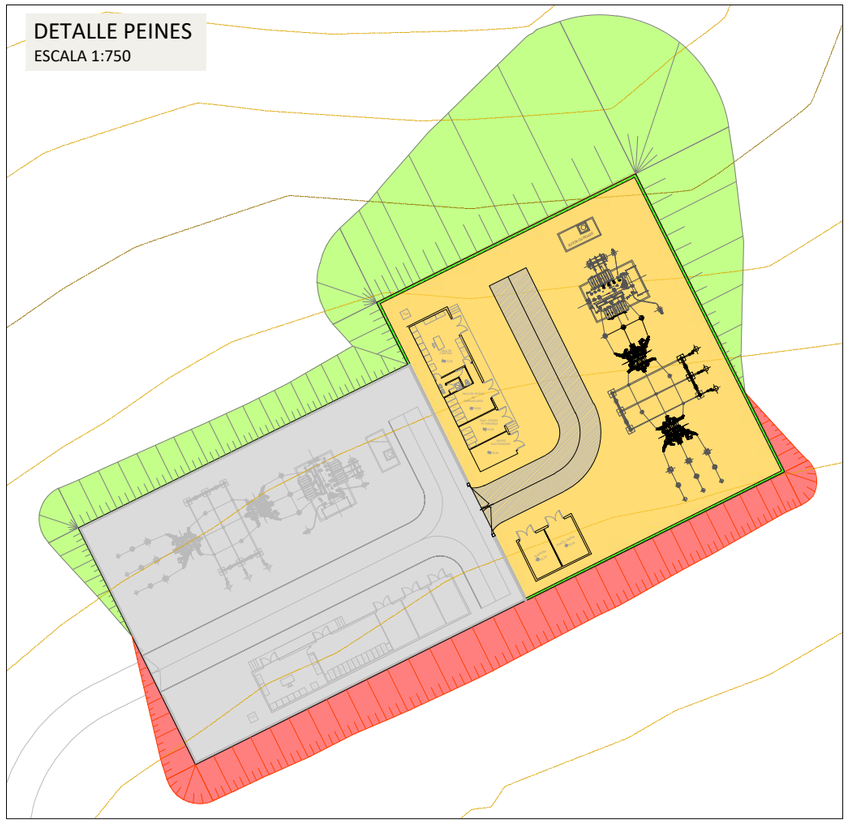


LEYENDA GENERAL

- VALLADO
- SET VIENTO DE SELLÍA (FUERA DEL ALCANCE DE ESTE PROYECTO)
- SET CARRUGUEIRO
- DESMONTE
- TERRAPLEN

DETALLE PEINES

ESCALA 1:750



					Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RED DE EVACUACIÓN SET CARRUGUEIRO

Nº PLANO: 04.05

HOJA: 01 DE: 01

183G25PECAR04.05

ARCHIVO: 183G25PECAR04.05_V00.DWG

VISADO ELECTRÓNICAMENTE

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

Isastur procinsa

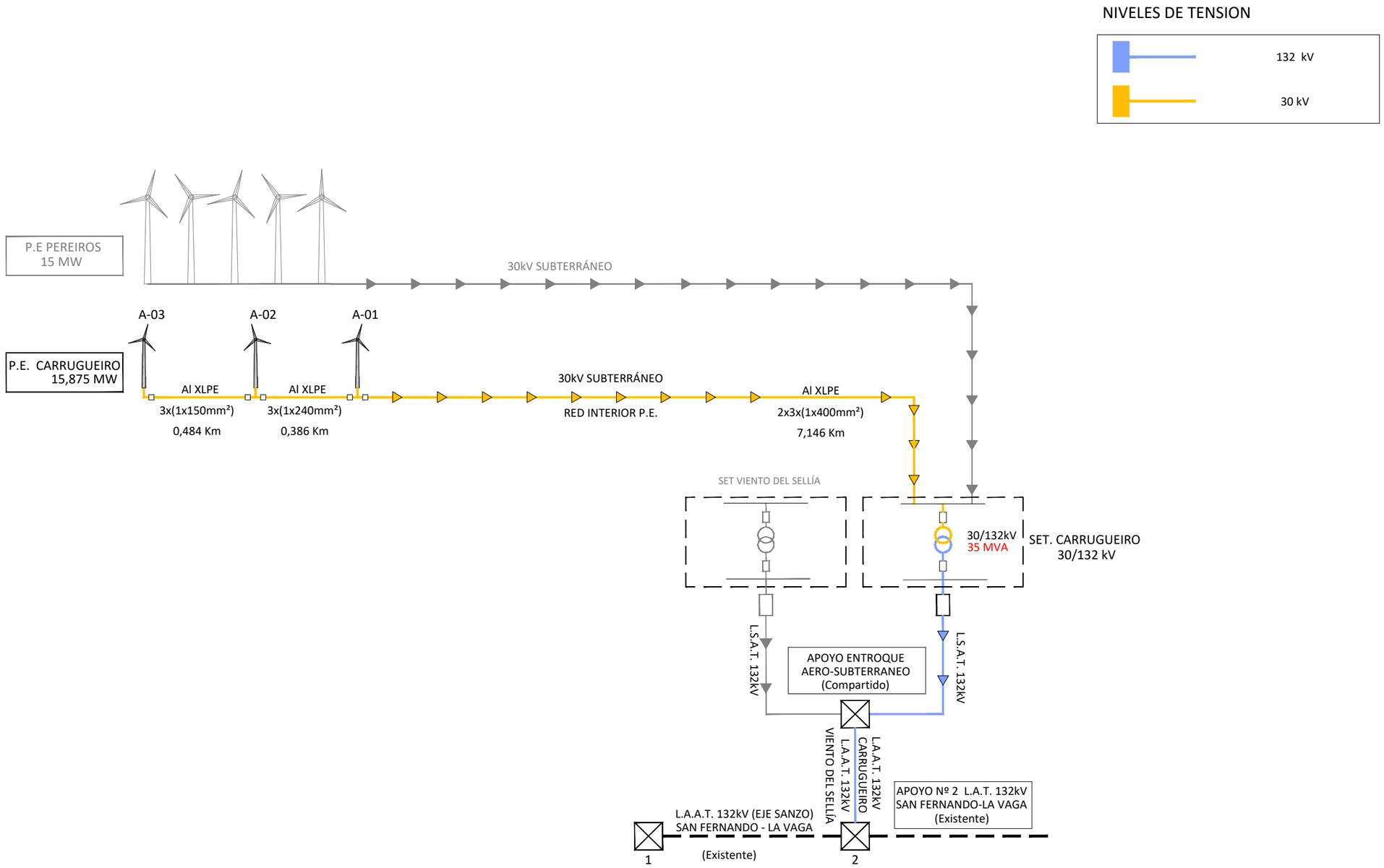
Nº Visado: 202116181

Fecha: 13/12/2021

VISADO

ESCALA: 1:400

A3



					Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF
EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA			

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

DIAGRAMA UNIFILAR DE INTERCONEXION

Nº PLANO: 05

HOJA: 01 DE: 01

183G25PECAR05

ARCHIVO: 183G25PECAR05_V00.DWG

VISADO ELECTRÓNICAMENTE

Nº Visado: 20211618V

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

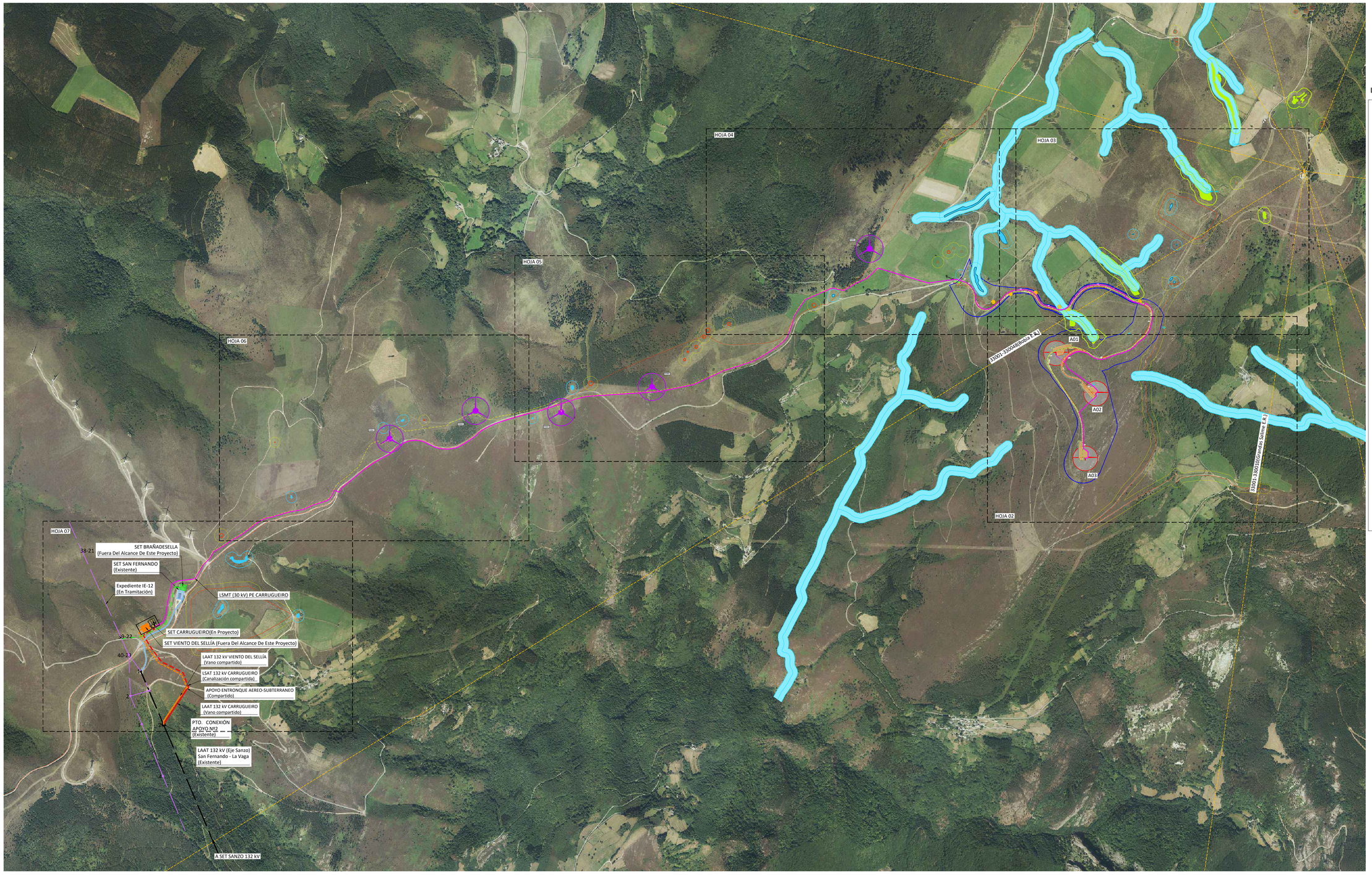
isastur procinsa

Fecha: 13/12/2021

VISADO

ESCALA: S/E

A3



N

LEYENDA GENERAL

- AEROGENERADORES PE CARRUGUEIRO
- AEROGENERADORES PE BRAÑADESELLA
- POLIGONAL/ÁMBITO APROBADO
- TERRAPLEN
- DESMONTE
- CAMINOS NUEVOS Y PLATAFORMAS
- CAMINO ACCESO PARQUE
- SOBREANCHOS PASO CAMIONES
- SET CARRUGUEIRO
- LSMT 30 kV PE CARRUGUEIRO
- LSAT 132kV PE CARRUGUEIRO
- LAAT 132kV PE CARRUGUEIRO
- SET SAN FERNANDO
- EVACUACIÓN SET SAN FERNANDO
- 1 — 2 LAAT 132kV SAN FERNANDO-LA VAGA
- SET VIENTO DEL SELLÍA
- EVACUACIÓN SET VIENTO DEL SELLÍA
- LAAT 132kV VIENTO DEL SELLÍA
- SET BRAÑADESELLA
- EVACUACIÓN SET BRAÑADESELLA
- LSMT PE BRAÑADESELLA
- EXPEDIENTE IE-12 (EN TRAMITACIÓN)

LEYENDA AFECCIONES

- Buffer 25m
- Turberas
- Buffer 25m
- Charca
- Acebos
- Buffer 25m
- Charca, Arroyo
- Vanos de telefónica
- Telefónica
- Buffer 30m
- Posible Túmulo
- Buffer 30m
- Yacimiento
- Buffer 30m
- Estruct. Muraria

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 100m 500m 1000m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

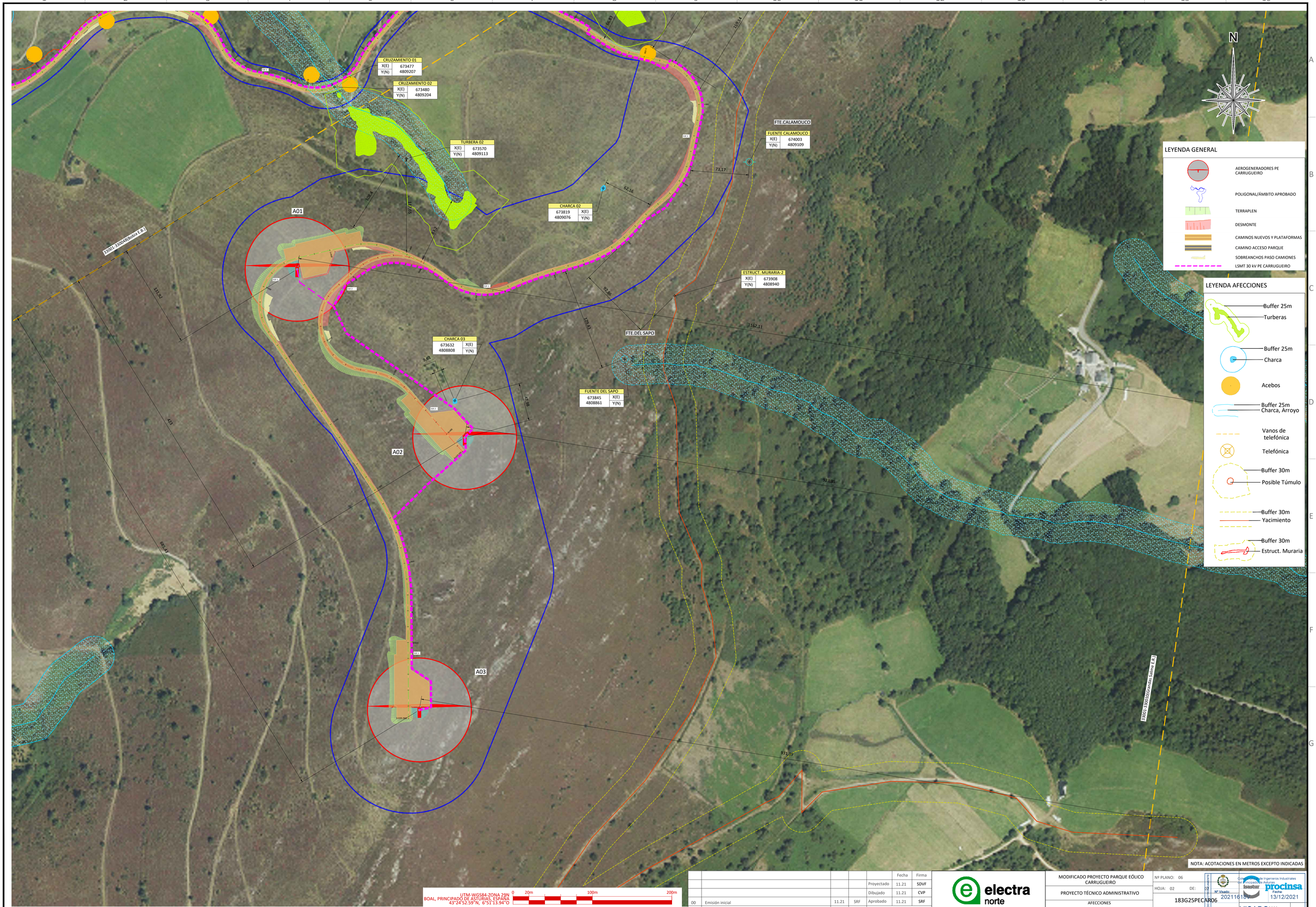
MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AFECCIONES

Nº PLANO: 06
HOJA: 01 DE:
183G25PECAR06
ARCHIVO: 183G25PECAR06_3000.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 202116180
Fecha: 13/12/2021
VISADO
procinsa
ingenieros
Nº 10000
A1



EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AFECCIONES

Nº PLANO: 06

HOJA: 02 DE: 02

183G25PECAR06

ARCHIVO: 183G25PECAR06_000.DWG

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

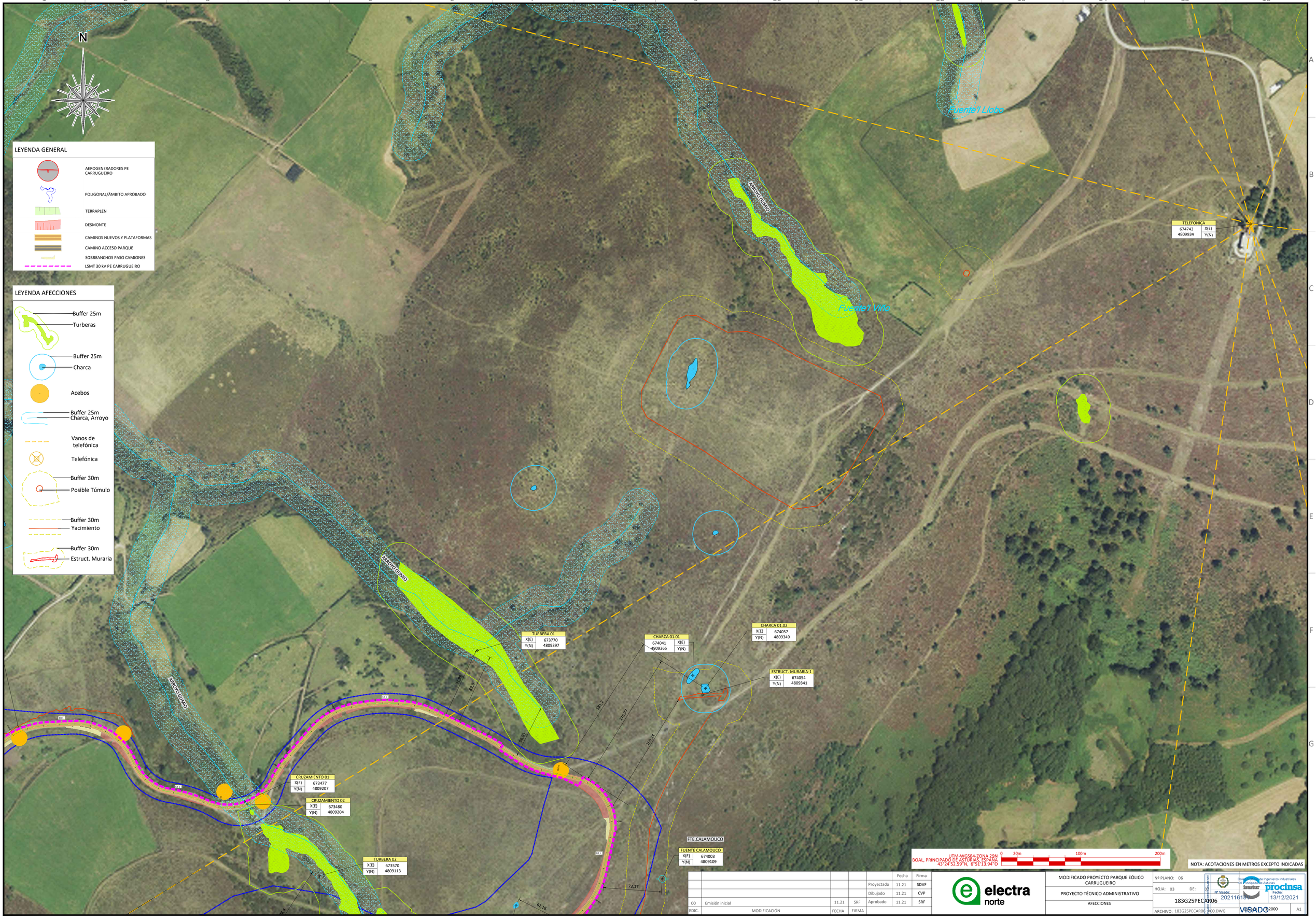
Nº Visado: 20211618

Fecha: 13/12/2021

VISADO

Escala: 1:2000

A1



EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AFECCIONES

Nº PLANO: 06

HOJA: 03 DE: 02

183G25PECAR06

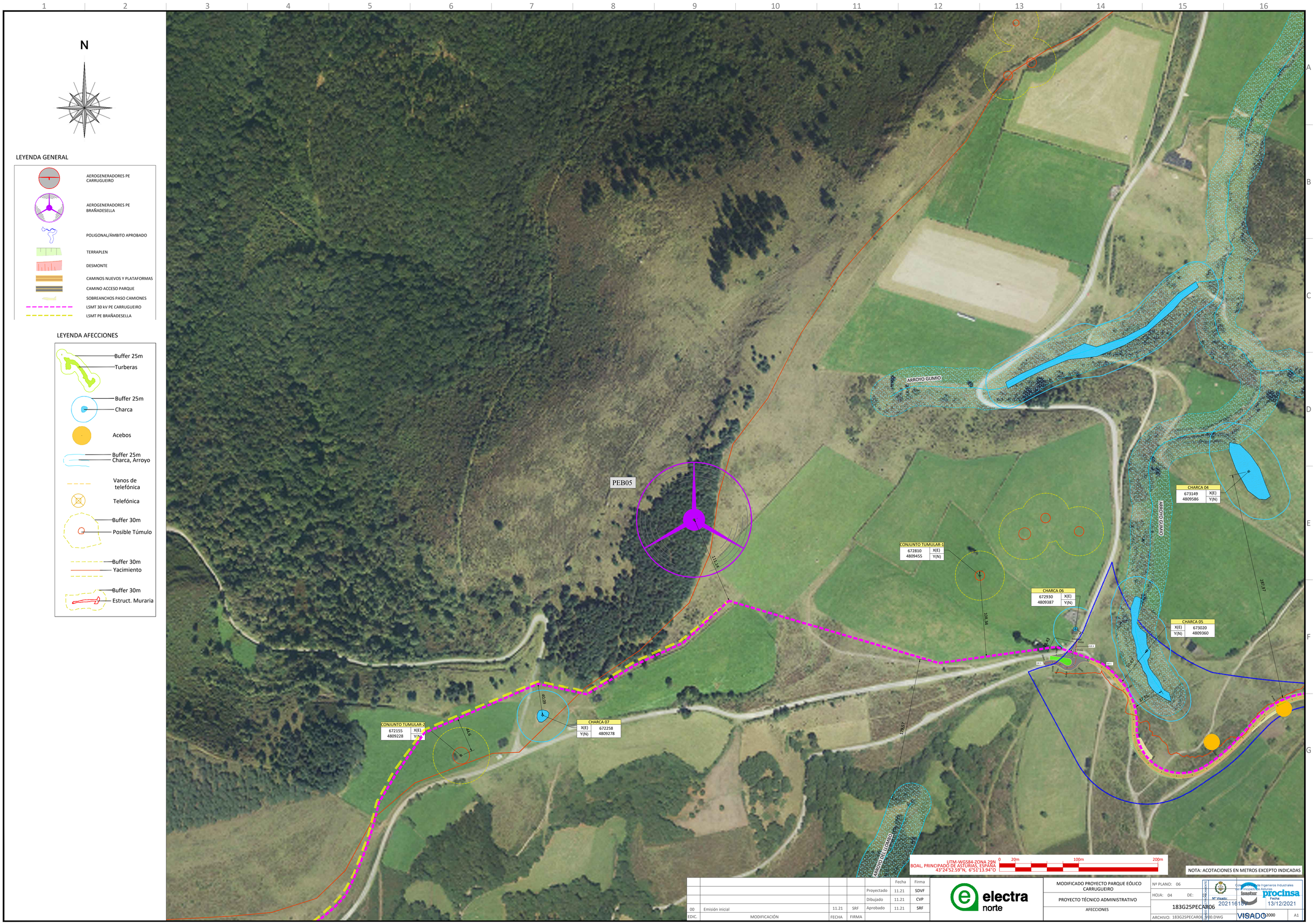
ARCHIVO: 183G25PECAR06_000.DWG

Nº Visado: 20211618

Fecha: 13/12/2021

VISADO

A1



EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AFECCIONES

Nº PLANO: 06

HOJA: 04 DE: 04

183G25PECAR06

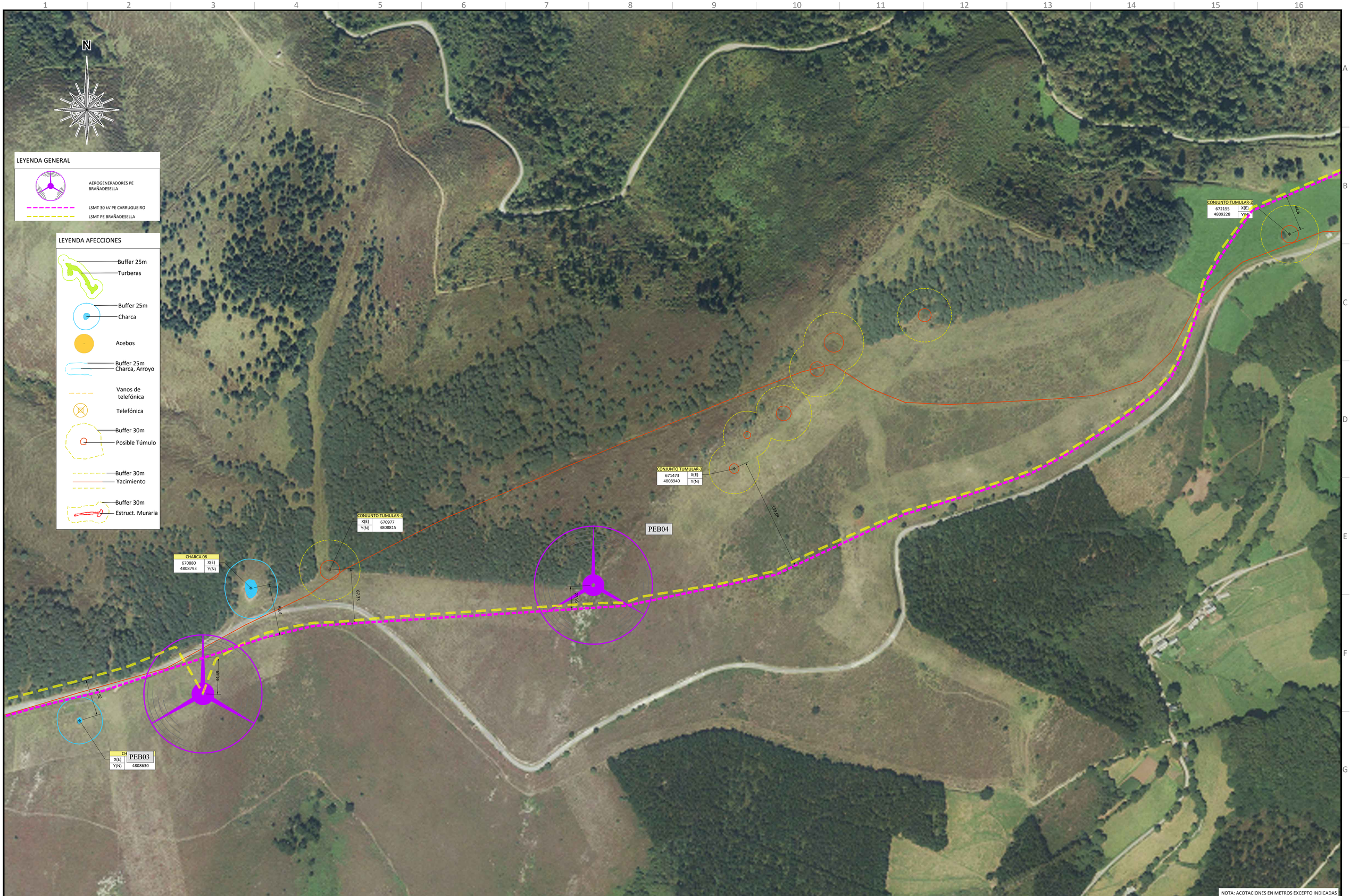
ARCHIVO: 183G25PECAR06_000.DWG

Nº Visado: 2021161

Fecha: 13/12/2021

VISADO

A1



EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AFECCIONES

Nº PLANO: 06

HOJA: 05 DE: 07

183G25PECAR06

ARCHIVO: 183G25PECAR06_V00.DWG

Nº Visado: 202116187

Fecha: 13/12/2021

VISADO

A1

NOTA: ACOTACIONES EN METROS EXCEPTO INDICADAS

UTM-WGS84-ZONA 29N
BOAL, PRINCIPADO DE ASTURIAS, ESPAÑA
43°24'52.59"N, 6°51'13.94"O

0 20m 100m 200m

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA		Fecha	Firma
				Proyectado	11.21	SDVF
				Dibujado	11.21	CVP
00	Emisión inicial	11.21	SRF	Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AFECCIONES

Nº PLANO: 06

HOJA: 06 DE:

183G25PECAR06

ARCHIVO: 183G25PECAR06_000.DWG

Nº Visado: 20211618

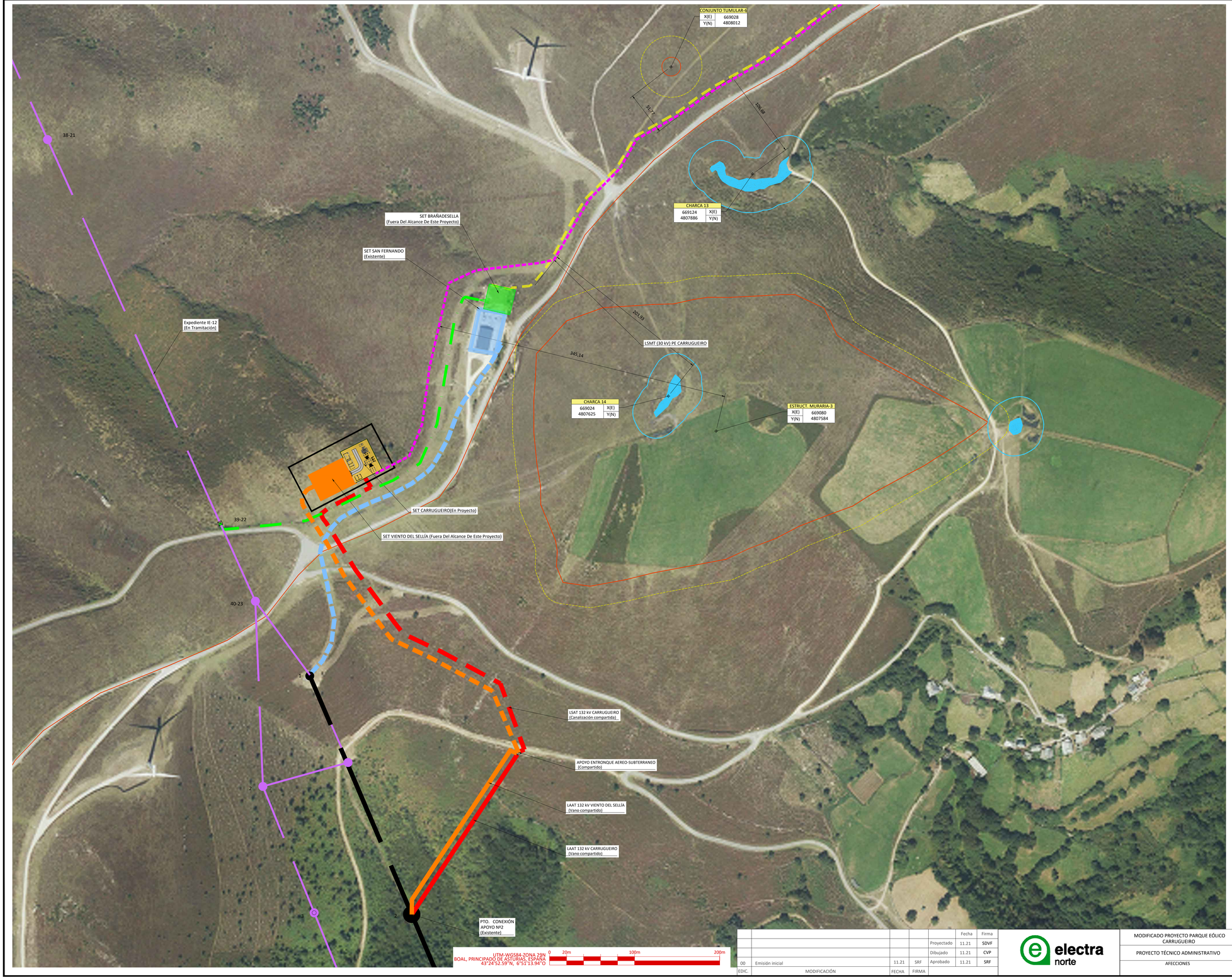
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

isastur procinsa

Fecha: 13/12/2021

VISADO

2000 A1



N

LEYENDA GENERAL

- SET CARRUGUEIRO
- LSMT 30 kV PE CARRUGUEIRO
- LSAT 132kV PE CARRUGUEIRO
- LAAT 132kV PE CARRUGUEIRO
- SET SAN FERNANDO
- EVACUACIÓN SET SAN FERNANDO
- LAAT 132kV SAN FERNANDO-LA VAGA (EXISTENTE)
- SET VIENTO DEL SELLÍA
- EVACUACIÓN SET VIENTO DEL SELLÍA
- LAAT 132kV VIENTO DEL SELLÍA
- SET BRAÑADESELLA
- EVACUACIÓN SET BRAÑADESELLA
- LSMT PE BRAÑADESELLA
- EXPEDIENTE IE-12 (EN TRAMITACIÓN)

LEYENDA AFECCIONES

- Buffer 25m
- Turberas
- Buffer 25m
- Charca
- Acebos
- Buffer 25m
- Charca, Arroyo
- Vanos de telefónica
- Telefónica
- Buffer 30m
- Posible Túmulo
- Buffer 30m
- Yacimiento
- Buffer 30m
- Estruct. Muraria

NOTA: ACOTACIONES EN METROS EXCEPTO INDICADAS

EDIC.	MODIFICACIÓN	FECHA	FIRMA
00	Emisión inicial	11.21	SRF

	Fecha	Firma
Proyectado	11.21	SDVF
Dibujado	11.21	CVP
Aprobado	11.21	SRF

electra norte

MODIFICADO PROYECTO PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

AFECCIONES

Nº PLANO: 06

HOJA: 07 DE: 07

183G25PECAR06

ARCHIVO: 183G25PECAR06_000.DWG

Nº Visado: 2021161

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias

isastur procinsa

Fecha: 13/12/2021

VISADO

Escala: 1:2000

A1

PLIEGO DE CONDICIONES

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

INDICE

1. CONDICIONES GENERALES 6

1.1 Objeto 6

1.2 Disposiciones Generales 6

1.3 Documentos del Proyecto 6

2. CONDICIONES FACULTATIVAS 8

2.1 Condiciones Legales 8

2.2 Delimitación General de las Funciones Técnicas 10

2.2.1 La Dirección Facultativa de la Obra 10
2.2.2 El Contratista 11
2.2.3 El Promotor 12

2.3 Obligaciones y Derechos Generales del Contratista 13

2.3.1 Verificación de los Documentos del Proyecto 13
2.3.2 Seguridad 13
2.3.3 Datos de la Obra 14
2.3.4 Oficinas en la Obra 15
2.3.5 Representación del Contratista 15
2.3.6 Presencia del Contratista en la Obra 16
2.3.7 Mejoras y Variantes en el Proyecto 16
2.3.8 Trabajos No Estipulados Expresamente 16
2.3.9 Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de los Documentos del Proyecto 16
2.3.10 Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de los Documentos del Proyecto 16
2.3.11 Recusación por el Contratista del Personal Nombrado por el Director de Obra 17
2.3.12 Faltas del Personal 17
2.3.13 Indemnizaciones por Cuenta del Contratista 17
2.3.14 Gastos por Cuenta del Contratista 18

2.4 Prescripciones Generales relativas a los Trabajos, a los Materiales y a los Medios Auxiliares 18

2.4.1 Caminos y Accesos 18
2.4.2 Organización 19
2.4.3 Subcontratación de Obras 20
2.4.4 Facilidades para la Realización de los Trabajos 21
2.4.5 Ampliación del Proyecto por Causas Imprevistas o de Fuerza Mayor 21
2.4.6 Prórroga por Causa de Fuerza Mayor 21
2.4.7 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra 21

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2.4.8 Condiciones Generales de Ejecución de los Trabajos 21
2.4.9 Obras Ocultas 22
2.4.10 Trabajos Defectuosos 22
2.4.11 Vicios Ocultos 22
2.4.12 Procedencia de los Materiales y de los Aparatos 23
2.4.13 Presentación de Muestras 23
2.4.14 Materiales no Utilizables 23
2.4.15 Materiales y Aparatos Defectuosos 23
2.4.16 Gastos Ocasionados por Pruebas y Ensayos 24
2.4.17 Limpieza de las Obras 24
2.4.18 Obras sin Prescripciones 24
2.4.19 Obras Provisionales 24
2.4.20 Vertedero 25
2.4.21 Explosivos 25
2.4.22 Servidumbres y Servicios Afectados 26

2.5 Varios 26
2.5.1 Mejoras y Aumentos de Obra. Casos Contrarios 26
2.5.2 Unidades de Obra Defectuosas, pero Aceptables 27
2.5.3 Seguro de Obras 27
2.5.4 Conservación de la Obra 27

3. CONDICIONES ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS 29

3.1 Criterios de Medición 29

3.2 Criterios de Valoración 29

3.3 Precios Contradictorios 29

3.4 Formas Tradicionales de Medir o de Aplicar los Precios 29

3.5 Revisión de los Precios Contratados 30

3.6 Acopio de Materiales 30

3.7 Tipo de Convenio 30

3.8 Liquidación Final de Obra 30

3.9 Certificado Final 30

3.10 Administración 30
3.10.1 Obras por Administración Directa 31
3.10.2 Obras por Administración Delegada 31
3.10.3 Liquidación de Obras por Administración 31
3.10.4 Abono al Contratista de las Cuentas de Administración Delegada 32
3.10.5 Normas para Adquisición de Materiales y Aparatos 32

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.10.6 Responsabilidad del Contratista en el Bajo Rendimiento de los Obreros 33
3.10.7 Responsabilidades del Contratista 33

3.11 Plazo de Ejecución 33

3.12 Certificaciones Parciales 34

3.13 Sanciones 34

3.14 Recepción Provisional 34

3.15 Periodo de Garantía 35

3.16 Recepción Definitiva 35

3.17 Abonos 35

3.17.1 Pagos de la Obra 35
3.17.2 Abono de Materiales Acopiados 36
3.17.3 Liquidación de la Obra 36

4. CONDICIONES TÉCNICAS. OBRA CIVIL 37

4.1 Especificación de Materiales 37

4.1.1 Objeto 37
4.1.2 Calidad de Materiales 37
4.1.3 Pruebas y Ensayos 37
4.1.4 Normas y Especificaciones 37
4.1.5 Materiales no Consignados en el Proyecto 38
4.1.6 Rellenos 38
4.1.7 Viales 39
4.1.8 Hormigonado y Armado 40

4.2 Especificación de Ejecución 45

4.2.1 Objeto 45
4.2.2 Normas y Especificaciones 45
4.2.3 Documentación Técnica 46
4.2.4 Replanteo 46
4.2.5 Cuidado y Señalización de la Obra 47
4.2.6 Pruebas y Ensayos 47
4.2.7 Excavaciones y Rellenos 47
4.2.8 Demoliciones 50
4.2.9 Excavaciones 50
4.2.10 Rellenos 53
4.2.11 Obras de Hormigón 57
4.2.12 Colocación de la Virola 61
4.2.13 Desencofrado y Descimbrado 61

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.2.14 Hormigón 61
4.2.15 Aspecto de la Obra Acabada y Tolerancias 74

5. CONDICIONES TÉCNICAS. INFRAESTRUCTURAS 77

5.1 Especificación de Materiales 77
5.1.1 Conductores 77
5.1.2 Aparellaje de Media Tensión 80
5.1.3 Aparellaje de Baja Tensión y Equipos Auxiliares 84
5.1.4 Productos Normalizados 88

5.2 Especificación de Ejecución 88
5.2.1 Transformadores 88
5.2.2 Red de Baja Tensión 89
5.2.3 Red de Media Tensión 90
5.2.4 Cabinas de Media Tensión en Edificio de Control 91

6. CONDICIONES TÉCNICAS. AEROGENERADORES Y TORRE METEOROLÓGICA 93

6.1 Aerogeneradores 93

6.2 Torre Meteorológica 93

6.3 Pruebas y Ensayos 94

7. DISPOSICIÓN FINAL 95

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1. CONDICIONES GENERALES

1.1 OBJETO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es regular la ejecución de las obras fijando los niveles facultativos, económicos, técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación vigente, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, a la Dirección Facultativa (Director de Obra, Director de Ejecución de Obra y otros técnicos nombrados por los mismos), así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

1.2 DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista estará obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar o de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes en el momento de la ejecución de las obras. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042: "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

1.3 DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente Proyecto consta de los siguientes documentos, que están incorporados en el contrato y que son de obligado cumplimiento, excepto modificaciones debidamente autorizadas.

- Memoria.
- Anexos.
- Planos.
- Pliego de Condiciones.
- Presupuesto.

Solamente los documentos contractuales definidos en la parte anterior constituyen la base del contrato. Por tanto, el Contratista no podrá alegar modificación alguna de las condiciones del contrato en base a los datos contenidos en los documentos informativos (como, por ejemplo, precios de base del personal, maquinaria y materiales, fijación de canteras, préstamos o vertederos, distancia de transporte, características de los materiales de la explanación, justificación de precios, estipulación de rendimientos, etc.), a menos que estos datos aparezcan en algún documento contractual.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El Contratista será, pues, responsable de los errores que se puedan derivar de no obtener la suficiente información directa que rectifique el contenido de los documentos informativos del Proyecto.

En caso de existir Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y existiese contradicción entre éstas y los restantes documentos del Proyecto (Planos, Memoria General, Mediciones y Presupuesto), prevalecerá lo prescrito en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Lo que se haya citado en el Pliego de Condiciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si hubiera estado expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio del Director facultativo, queden suficientemente definidas las unidades de obra correspondientes y estas tengan el precio en el Contrato.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2. CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1 CONDICIONES LEGALES

Las obras, además de lo escrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Artículo 1.588 y siguientes del Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, según Decreto de 12 de marzo de 1952 (M. Ind. BOE 15/4/1954).
    - Modificado por:
        - Decreto 1005/1966, de 7/04 (M. Ind. BOE 26/4/1966).
        - Real Decreto 724/1979, de 2/03 (M. Ind. y E. BOE 7/4/1979).
        - Real Decreto 1725/1984, de 18/07 (M. Ind. y E. BOE 6/6/1986).
    - Completado por:
        - Orden de 18/09/1979 ((M. Ind. y E. BOE 27/9/1979), que desarrolla el RD 724/1979.
- Según los casos, Reglamento sobre Líneas Aéreas de Alta Tensión. Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus ITC's.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002, de 2 de agosto).
- Reglamento sobre Centrales Generadoras y estaciones de Transformación (OM de 23 de febrero de 1949).
    - Con las modificaciones indicadas según OM de 11 de marzo de 1971.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Normas Administrativas y Técnicas para el Funcionamiento y Conexión a Redes Eléctricas de Centrales Hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y Centrales de Autogeneración Eléctrica (Orden de 5 de septiembre de 1985) (BOE 219, de 12 de septiembre de 1985).
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Instrucciones Complementarias:
  - OM de 15 de marzo de 1963 (BOE de 2 de abril de 1963).
- Corrección de errores.
  - BOE 7 de marzo de 1962.

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, 31/1995, de 8 de noviembre (BOE 269, de 10 de noviembre).
  - Modificado por:
    - Ley 50/1998, de 30 de diciembre
    - Ley 39/1999, de 5 de noviembre.
    - Ley 54/2003, de 12 de diciembre.
    - Ley 30/2005, de 29 de diciembre.
    - Ley 31/2006, de 18 de octubre.
    - Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo.
    - Ley 25/2009, de 22 de diciembre.
  - Parcialmente Derogada por:
    - Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto.
- Reglamento de los Servicios de Prevención, RD 39/1997, de 17 de enero (BOE 31/01/1997)
  - Modificado por:
    - Real Decreto 780/1998, de 30 de abril.
    - Real Decreto 688/2005, de 10 de junio.
    - Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo.
    - Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo.
  - Parcialmente Derogado por:
    - Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (BOE 266 de 6 de noviembre de 1999).
  - Modificada por:
    - Ley 24/2001, de 27 de diciembre.
    - Ley 53/2002, de 30 de diciembre.
    - Ley 25/2009, de 22 de diciembre.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Cuantos preceptos sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo contengan las Ordenanzas Laborales, Reglamentos de Trabajo, Convenios Colectivos y Reglamentos de Régimen Interior en vigor.

2.2 DELIMITACIÓN GENERAL DE LAS FUNCIONES TÉCNICAS

2.2.1 La Dirección Facultativa de la Obra

Las funciones de la Dirección Facultativa, de la que formarán parte la Dirección de Obra y de ejecución de la Obra y otros técnicos nombrados por la primera, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al Proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución.
- Participar en las recepciones provisional y definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Comprobar que los sistemas de protección sean adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad e Higiene y sus anexos, para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Contratista.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el Proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Contratista, impartiéndole, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia, adoptará las medidas que corresponda.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas ya la liquidación final de obra.
- Suscribir el certificado final de obra.

2.2.2 El Contratista

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director de Obra para el normal cumplimiento de las funciones a este encomendadas.

Cuando en los Pliegos Particulares del Contrato se exija una titulación determinada al Jefe de Obra del Contratista o la aportación de personal facultativo bajo la dependencia de aquél, el Director de Obra vigilará el estricto cumplimiento de tal exigencia en sus propios términos.

La Dirección de las obras podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos.

La Dirección de las obras podrá exigir del Contratista la designación de nuevo personal facultativo cuando así lo requieran las necesidades de los trabajos. Se presumirá que existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o negativas a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, órdenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

Corresponde al Contratista:

- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

auxiliares de la obra.

- Elaborar el Plan de Seguridad y Salud de la obra, en aplicación del estudio correspondiente y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- Suscribir con la Dirección Facultativa el acta de replanteo de la obra.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al Proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando por iniciativa propia, o por prescripción del Director de Ejecución de Obra, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de Órdenes y seguimiento de la obra y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Director de Ejecución de Obra, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra y aquellos otros previstos en la legislación vigente, en particular en la Ley de Ordenación de la Edificación.

2.2.3 El Promotor

Promotor, Propiedad o Propietario es aquella persona física, jurídica, pública o privada que se propone ejecutar, con los cauces legales establecidos, una obra.

Podrá exigir a la Dirección Facultativa que desarrolle sus iniciativas en forma técnicamente adecuada para la ejecución de la obra dentro de las limitaciones legales existentes. El Promotor o Propietario, de acuerdo con lo que establece el Código Civil, podrá desistir en cualquier momento de la realización de las obras, sin perjuicio de las indemnizaciones que, en su caso, deba satisfacer.

Está obligado a comunicar al Director de Obra la concesión de Licencia, remitiéndole fotocopia de la misma, pues en caso contrario, la Dirección Facultativa podrá paralizar las

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

obras en cuanto tenga conocimiento del incumplimiento, con los consiguientes perjuicios que pudieran derivarse, de los que sólo responderá y será responsable el Promotor

El Promotor estará obligado a abonar las Certificaciones de Obras o suministrar los recursos necesarios para la buena marcha de la ejecución del modo y forma que se haya establecido en el Contrato correspondiente.

Asimismo, está obligado a facilitar al Director de Obra copia del Contrato a efecto de que éste certifique de acuerdo con lo pactado. En caso de no ser facilitado este documento, la Dirección Facultativa certificará según su criterio e independientemente de lo preestablecido entre Propiedad y Contratista.

El Promotor está obligado a satisfacer, en el momento oportuno, todos los honorarios que se hayan devengado, según la tarificación vigente, en los Colegios Profesionales respectivos, por Proyecto y Dirección de las obras, según queda establecido en los contratos de prestación de servicios entre Técnico y Propiedad.

El Promotor se abstendrá en todo momento de ordenar la ejecución de obra alguna sin la autorización previa del equipo técnico facultativo o Dirección Facultativa, asumiendo en caso contrario las responsabilidades que de ello pudieran derivarse.

Igualmente, está obligado a no introducir modificaciones en la obra sin la autorización del Director de Obra, así como de producir modificaciones o ampliaciones en la misma con posterioridad al Certificado de su terminación sin contar con la debida asistencia facultativa. Deberá dar a las obras el uso para el que fueron proyectadas, no dedicándolas a otras funciones que pudieran afectar a la seguridad de la construcción por no estar previstas en el encargo desarrollado en el Proyecto.

2.3 OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONTRATISTA

2.3.1 Verificación de los Documentos del Proyecto

Antes de dar comienzo las obras, el Contratista consignará por escrito que la documentación aportada resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

2.3.2 Seguridad

El Contratista, a la vista del Proyecto de Ejecución del que forma parte el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación de la Dirección Facultativa.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Seguridad en el trabajo

El Contratista estará obligado a cumplir todas las condiciones que se indican en el apartado tercero "Condiciones Facultativas Legales", de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos, con equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Las herramientas y equipos se llevarán en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes o clavos en las suelas.

El personal está obligado a utilizar todos los dispositivos y medios de protección personal necesarios para eliminar o reducir los riesgos profesionales, pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos si estima que el personal está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar su propia integridad física o la de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista en cualquier momento, antes o después del comienzo de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social en la forma legalmente establecida.

Seguridad pública

El Contratista deberá tomar las máximas precauciones para proteger a personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de seguros que proteja a sus empleados y obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. en que pudieran incurrir, para con el Contratista o para con terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

2.3.3 Datos de la Obra

Se entregará al Contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia, a su costa, de todos los documentos del Proyecto, haciéndose responsable de la buena conservación de los documentos originales, que serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Tras la finalización de los trabajos, y en el plazo máximo de dos meses, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos originales, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por parte del Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa y por escrito del Director de Obra.

2.3.4 Oficinas en la Obra

El Contratista habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina, el Contratista tendrá siempre a disposición de la Dirección Facultativa los siguientes documentos:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos o modificados que en su caso redacte el Director de Obra.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

El Contratista dispondrá, además, de una oficina para la Dirección Facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

2.3.5 Representación del Contratista

El Contratista viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan al Contratista.

Serán sus funciones las del Contratista.

Cuando la importancia de las obras lo requiera, y así se consigne en el Pliego de "Condiciones Particulares Facultativas", el Jefe de Obra del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que se obligue al Contratista a mantener en la obra, como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal, según la naturaleza de los trabajos, facultará al Director de Obra para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Contratista presentará a la Dirección Facultativa una relación completa de todo su personal en obra, así como notificación por escrito de cualquier cambio que se produzca durante la ejecución de la misma.

2.3.6 Presencia del Contratista en la Obra

El Jefe de Obra, por sí o por medio de sus técnicos o encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.3.7 Mejoras y Variantes en el Proyecto

No se considerarán mejoras y variaciones en el Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de su ejecución.

2.3.8 Trabajos No Estipulados Expresamente

Es obligación del Contratista el ejecutar estos trabajos cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siguiendo siempre, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo que disponga el Director de Obra dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

2.3.9 Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de los Documentos del Proyecto

Es obligación del Contratista el ejecutar estos trabajos cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siguiendo siempre, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo que disponga el Director de Obra dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

2.3.10 Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de los Documentos del Proyecto

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas a través del Director de

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Obra, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico de la Dirección Facultativa, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director de Obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

2.3.11 Recusación por el Contratista del Personal Nombrado por el Director de Obra

El Contratista no podrá recusar a la Dirección Facultativa o personal encargado por ésta de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

2.3.12 Faltas del Personal

El Director de Obra, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave, que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros Contratistas e industriales, con sujeción, en su caso, a los estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

2.3.13 Indemnizaciones por Cuenta del Contratista

Se regirán por lo que disponga el artículo 134 de Reglamento General de Contratación del Estado y por su cláusula 12 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

En especial, el Contratista deberá reparar por su cuenta los servicios públicos o privados que resulten deteriorados, indemnizando a las personas o a los propietarios perjudicados. El Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación de ríos, lagos y depósitos de agua, así como la del medio ambiente por la acción de combustibles, aceites, humos, etc., y será responsable de los daños y perjuicios que se puedan causar. En particular, el Contratista deberá respetar íntegramente lo dispuesto en la Declaración de Impacto Ambiental de la instalación de este parque eólico.

El Contratista deberá mantener durante la ejecución de la obra los servicios afectados y habrá de restablecerlos a su finalización, conforme establece la cláusula 20 del citado Pliego de Cláusulas Administrativas Generales, siendo a cuenta del Contratista los trabajos necesarios para tal fin.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El Contratista adoptará las medidas necesarias para evitar que durante la realización de las obras se alteren los servicios existentes. En ningún caso tendrá derecho al cobro de las obras realizadas en sustitución o reparación de los servicios existentes y será responsable de los daños y perjuicios que se puedan causar.

2.3.14 Gastos por Cuenta del Contratista

Además de los gastos y tasas que se citan en las cláusulas l3 y 38 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales, irán a cargo del Contratista, si en este Pliego o en el Contrato no se prevé explícitamente lo contrario, los siguientes gastos:

- Gastos correspondientes a instalaciones y equipos de maquinaria.
- Gastos de construcción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, instalaciones, herramientas, etc.
- Gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Gastos de protección de los materiales acopiados y de la propia obra contra todo deterioro.
- Gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para la ejecución de las obras, así como los derechos, tasas o impuestos de toma, contadores, etc.
- Gastos de explotación y utilización de préstamos, canteras y vertederos.
- Gastos de retirada de materiales y rechazados, evacuación de restos, limpieza general de la obra y zonas adyacentes afectadas por la misma, etc.
- Gastos de permisos o licencias necesarias para la ejecución, excepto las correspondientes a la expropiación y a servicios afectados.
- Cualquier otro tipo de gastos no especificados se considerará incluido en los precios unitarios contratados.
- Será obligatoria la colocación a cargo del Contratista de las vallas perimetrales provisionales de protección, de características a definir por la Dirección Facultativa, que permanecerán hasta que la administración ordene su retirada. Se colocará también la señalización necesaria de prohibición de acceso a la obra para toda persona ajena a la misma.

2.4 PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES

2.4.1 Caminos y Accesos

El Contratista dispondrá por su cuenta de los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de esta. La Dirección Facultativa podrá exigir su modificación o mejora.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

2.4.2 Organización

El contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente estén establecidas y, en general, a todo cuanto se legisle, decrete y ordene sobre el particular, antes o durante la ejecución de las obras.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra y la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen estarán a cargo del Contratista, quien informará al Director de obra de estos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, adquisición o alquiler de elementos auxiliares, compra de materiales y cuantos gastos haya de efectuar. Para los trabajos, compra de materiales o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% los normales del mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los 8 días siguientes a la petición, salvo caso de reconocida urgencia, en los que dará cuenta posteriormente.

Organización del trabajo

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para su perfecta ejecución y siguiendo las indicaciones del presente Pliego de Condiciones.

Recepción del material

El Director de Obra, de acuerdo con el Contratista, dará su aprobación a los materiales suministrados y confirmará a su validez para una instalación correcta. La vigilancia y conservación de los materiales será por cuenta del Contratista.

Replanteo

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá realizar el replanteo de la misma, con especial atención a los puntos singulares. Se levantará acta, por duplicado, firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista.

Los gastos derivados de las operaciones de replanteo serán por cuenta del Contratista.

Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que, dentro de los periodos parciales en aquel señalados, queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato

VISADO ELECTRÓNICO MEDIANTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Obligatoriamente, y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta a la Dirección Facultativa del comienzo de los trabajos, al menos con tres días de antelación.

Ejecución de las obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto, a las condiciones contenidas en el presente Pliego de Condiciones Generales y en el Pliego Particular, si lo hubiera, y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el Pliego de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá realizar ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza en los datos fijados en Proyecto.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos, personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 2.3.7: "Mejoras y Variaciones del Proyecto". Igualmente será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al suficientemente especializado, a juicio del Director de Obra.

Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad del Contratista, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.4.3 Subcontratación de Obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste contratar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, de acuerdo con los siguientes requisitos:

- Esto sea siempre consensuado con el Contratista.
- Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontratado a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente. Se dará también una relación del personal y puesto de trabajo a desempeñar en la obra.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso, el Contratante no quedará vinculado en absoluto, ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el Subcontratista y cualquier subcontratación de obra no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

La subcontratación deberá siempre supeditarse a la autorización previa por parte del Promotor.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2.4.4 Facilidades para la Realización de los Trabajos

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.4.5 Ampliación del Proyecto por Causas Imprevistas o de Fuerza Mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por la Dirección de Obra en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

2.4.6 Prórroga por Causa de Fuerza Mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, este no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le podrá otorgar una prórroga proporcionada para el cumplimiento del contrato previo informe favorable del Director de Obra y aceptación por la propiedad.

Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra y a la propiedad, la causa que le impide la ejecución o marcha en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

2.4.7 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que, habiéndose solicitado por escrito, no se le hubiesen proporcionado.

2.4.8 Condiciones Generales de Ejecución de los Trabajos

Todos los trabajos se ejecutan con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad, y por escrito, entregue la Dirección Facultativa al Contratista, dentro

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el apartado 2.3.6.

2.4.9 Obras Ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación de la misma, se informará previo a su ejecución, a la Dirección Facultativa y se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno al Director de Obra; otro al Director de Ejecución de Obra, y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

2.4.10 Trabajos Defectuosos

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de Índole Técnica", del Pliego de Condiciones, y realizará todos y cada uno de los trabajos contados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que no tenga lugar la recepción definitiva de la obra, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Director de Ejecución de Obra, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sean en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificar la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas del Contratista. Si éste no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de la Obra, quien resolverá.

2.4.11 Vicios Ocultos

Ante vicios ocultos, la revisión se decidirá entre la Dirección Facultativa y la Propiedad.

Si el Director de Ejecución de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Los gastos que se ocasionen irán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente. En caso contrario, serán a cargo de la Propiedad.

Asimismo, podrá ordenar tantos ensayos sobre los hormigones y sobre los aceros de las armaduras de la estructura como crea conveniente.

En caso de duda sobre la calidad o tipo de acero de los elementos metálicos (laminados y redondo), podrá exigir que se le suministren los documentos acreditativos de su Idoneidad Técnica, así como ordenar que se realicen los ensayos de laboratorio oportunos.

2.4.12 Procedencia de los Materiales y de los Aparatos

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, de acuerdo con la oferta presentada en su día, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada o, en su caso, en el capítulo de Mediciones y Presupuesto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de Obra una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.4.13 Presentación de Muestras

A petición del Director de Obra, el Contratista le presentará las muestras de los materiales, siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

2.4.14 Materiales no Utilizables

El Contratista, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Director de Ejecución de Obra, pero acordando previamente con el Contratista su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

2.4.15 Materiales y Aparatos Defectuosos

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuadas para su objeto, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Obra, dará orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, se recibirán, según el juicio del Director de Obra, pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.4.16 Gastos Ocasionados por Pruebas y Ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán de cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

2.4.17 Limpieza de las Obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

2.4.18 Obras sin Prescripciones

En la ejecución de los trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Contratista se atendrá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

2.4.19 Obras Provisionales

El Contratista ejecutará o acondicionará oportunamente las carreteras, caminos y accesos provisionales necesarios por los desvíos que impongan las obras, en relación con el tráfico general y los accesos de las fincas adyacentes, de acuerdo con lo que se defina en el Proyecto o con las instrucciones que reciba de la Dirección.

Los materiales y las unidades de obra necesarios en las citadas obras provisionales cumplirán todas las prescripciones del presente Pliego como si fueran obras definitivas.

Esas obras se abonarán, a menos que en el presente Pliego se diga expresamente lo contrario, con cargo a las partidas alzadas que por tal motivo figuren en el Presupuesto. Caso de que no figurasen, se valorarán con precios del contrato.

Si a juicio de la Dirección, las obras provisionales no fuesen estrictamente necesarias para la ejecución normal de las obras, no serán abonadas, siendo, por tanto, conveniencia del Contratista facilitar o acelerar la ejecución de las obras.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Tampoco serán abonados los caminos de obra, accesos, subidas, puentes provisionales, etc., necesarios para la circulación interior de la obra, para el transporte de materiales a la misma o para los accesos y circulación del personal de la administración y visita de obras. A pesar de ello, el Contratista deberá mantener los mencionados caminos de obra y accesos en buenas condiciones de circulación.

La conservación durante el término de utilización de estas obras provisionales será a cuenta del Contratista.

2.4.20 Vertedero

A excepción de una manifestación expresa y contraria en el presente Pliego, la localización de vertederos, así como los gastos que comporte su utilización, serán a cargo del Contratista.

La mayor distancia de los vertederos respecto a la hipótesis hecha en la justificación del precio unitario que se incluye en los anexos de la Memoria, o la omisión de dicha justificación de la operación de transporte a los mismos, no serán causa suficiente para sugerir la modificación del precio unitario que aparece en el cuadro de precios para alegar que la unidad de obra correspondiente no incluye la citada operación de transporte al vertedero, siempre que en los documentos se fije que en la unidad se incluyen estos transportes.

Los diferentes tipos de material que se precise eliminar (cimientos, subterráneos, etc.), no serán motivo de sobreprecio, por considerarse incluidos en los precios unitarios del contrato.

Si en las mediciones y documentos informativos del Proyecto se establece que el material obtenido de la excavación, de la explanación y de los cimientos o zanjas ha de utilizarse en terraplenes o rellenos y la Dirección de Obra rechaza el citado material, por no cumplir las condiciones del presente Pliego, el Contratista deberá transportarlos a vertedero, sin derecho a ningún abono complementario a la correspondiente excavación, ni a ningún tipo de incremento del precio del contrato por tener que usar mayor cantidad de material procedente del préstamo.

2.4.21 Explosivos

La adquisición, transporte, almacenaje, conservación, manipulación y utilización de mechas, detonadores y explosivos, se regirá por las disposiciones vigentes a tal efecto, completadas con las instrucciones que figuren en el Proyecto o dicte la Dirección de la Obra.

Correrá a cargo del Contratista la obtención de permisos y licencias para la utilización de estos medios, así como el pago de los gastos que los mencionados permisos comporten.

El Contratista estará obligado al cumplimiento estricto de todas las normas existentes en materia de explosivos y ejecución de voladuras.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

La Dirección podrá prohibir la utilización de voladuras o de determinados métodos que considere peligrosos, a pesar de que la autorización de los métodos utilizados no exima al Contratista de la responsabilidad de los daños causados.

El Contratista suministrará y colocará las señales necesarias para advertir al público de su trabajo con explosivos. Su emplazamiento y estado de conservación garantizará en cualquier momento su perfecta visibilidad.

Si por cualquier motivo no es posible usar explosivos, los trabajos de excavación mecánica con retroexcavadora o martillo no serán objeto de sobreprecio y se abonarán al precio único de excavación.

2.4.22 Servidumbres y Servicios Afectados

Lo relativo a las servidumbres existentes, se regirá por lo que se estipula en la cláusula 20 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales. A este efecto, también se consideran servidumbres relacionadas con el Pliego de Prescripciones las que aparezcan definidas en los Planos del Proyecto.

Los elementos afectados serán trasladados o retirados por las compañías y organismos correspondientes.

A pesar de todo, el Contratista tendrá la obligación de realizar los trabajos necesarios para la localización, protección o desvió de los servicios afectados de poca importancia, si los hay, y que la Dirección considere conveniente realizar para la mejora del desarrollo de las obras. Estos trabajos serán de pago al Contratista, ya sean con cargo a las partidas alzadas existentes a tal efecto en el Presupuesto o bien por unidad de obra, mediante la aplicación del Cuadro de Precios.

Faltando éstos, se regirá por lo que se establezca en la cláusula 60 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

2.5 VARIOS

2.5.1 Mejoras y Aumentos de Obra. Casos Contrarios

No se admitirán mejoras de obra más que en el caso en que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, a menos que el Director de Obra ordene, también por escrito, los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos de todas estas mejoras o aumentos de obra sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirá el mismo criterio y procedimiento cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2.5.2 Unidades de Obra Defectuosas, pero Aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

2.5.3 Seguro de Obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro será, en cada momento, al menos igual al valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que esta se vaya realizando. El integro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada. La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Director de Obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la/s póliza/s de Seguros los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de este su previa conformidad o reparos.

2.5.4 Conservación de la Obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que no haya sido ocupada por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Director de Obra, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta del Contratista.

Al abandonar el Contratista la obra, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Director de Obra fije.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Después de la recepción provisional de la obra y en el caso de que su conservación corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc. que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar. En todo caso, ocupada o no la obra, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3. CONDICIONES ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

3.1 CRITERIOS DE MEDICIÓN

Para toda posible verificación de partidas y obras ejecutadas se seguirán los mismos criterios de medición que figuran en las hojas del Estado de Mediciones.

Cuando alguna partida no estuviere contenida en el Proyecto, se efectuará su medición, salvo pacto en contra.

3.2 CRITERIOS DE VALORACIÓN

Las partidas ejecutadas se valorarán con los precios de ejecución material que figuran en el Proyecto, multiplicadas por el % que da lugar al de Contrata.

En el caso de que el precio de la partida no figure en Proyecto, será el Director de Obra el que determine el valor del precio contradictorio.

3.3 PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad, por medio del Director facultativo, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos en el plazo que determine el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del Proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.4 FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres propios de la zona respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto, en primer lugar, al Pliego de Condiciones Técnicas y, en segundo lugar, al Pliego General de Condiciones Particulares.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.5 REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

No habrá revisión de precios salvo acuerdo por escrito entre la Propiedad y el Contratista.

3.6 ACOPIO DE MATERIALES

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son de la exclusiva propiedad de este. De su guarda y conservación será el Contratista.

3.7 TIPO DE CONVENIO

Entre la Propiedad y el Contratista se establece el convenio de realizar, que podrá ser por Administración o por Contrata.

Si la obra es realizada por Contrata, serán de aplicación los epígrafes complementarios que se adjuntan. Si la obra se realiza por Administración, se aplicarán los epígrafes complementarios que se adjuntan.

3.8 LIQUIDACIÓN FINAL DE OBRA

La liquidación final de obra entre Propietario y Contratista deberá de hacerse de acuerdo con las certificaciones que emita la Dirección Facultativa. Si las partes contrastasen sin el visto bueno de ésta, sólo les quedará el recurso ante los Tribunales, en caso de desavenencia o desacuerdo.

3.9 CERTIFICADO FINAL

Acabada la obra, la Dirección Facultativa emitirá el Certificado final de la misma, haciéndose saber que los honorarios de dirección correrán siempre a cuenta del que hizo el encargo del Proyecto firmando los contratos colegiales.

3.10 ADMINISTRACIÓN

Se denominan "Obras por Administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Propietario, bien por sí mismo o por un representante suyo o bien por mediación de un Contratista.

Las obras por administraciones se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.10.1 Obras por Administración Directa

Se denominan "Obras por Administración Directa" aquellas en las que el Propietario por si, o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Director de Obra, expresamente autorizado a estos efectos, lleve diariamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma, interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla.

En estas obras, el Contratista, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del Propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Propietario y Contratista.

3.10.2 Obras por Administración Delegada

Se entiende por "Obra por Administración Delegada o Indirecta", la que convienen un Propietario y un Contratista, para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son, por tanto, características peculiares de la "Obras por Administración Delegada o Indirecta", las siguientes:

- Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Contratista todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por si o por medio del Director de Obra en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- Por parte del Contratista, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Propietario un tanto por ciento prefijado sobre el importe total de los gasto efectuados y abonados por el Contratista.

3.10.3 Liquidación de Obras por Administración

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones Particulares de Índole Económica" vigentes en la obra. A falta de ellas, las cuentas de Administración las prestará el Contratista al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompasarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes, todos ellos conformados por el Director de Ejecución de Obra:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los obreros de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Contratista, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Contratista, se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15%), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Contratista originen los trabajos por Administración que realiza y el Beneficio industrial del mismo.

3.10.4 Abono al Contratista de las Cuentas de Administración Delegada

Salvo pacto distinto, los abonos al Contratista de las cuentas de Administración Delegada los realizará el Propietario mensualmente según los partes de trabajos realizados aprobados por el Propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el Director de Ejecución de Obra redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Contratista, salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

3.10.5 Normas para Adquisición de Materiales y Aparatos

No obstante, las facultades que en estos trabajos por Administración Delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Contratista se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación al Director de Obra, los precios y las muestras de los materiales aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

3.10.6 Responsabilidad del Contratista en el Bajo Rendimiento de los Obreros

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Contratista al Director de Obra, este advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Contratista, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Director de Obra.

Si hecha esta notificación al Contratista, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegan a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia rebajando su importe del quince por ciento (15%), que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Contratista en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

3.10.7 Responsabilidades del Contratista

En los trabajos de "Obras por Administración Delegada", el Contratista sólo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y, también, de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tornado las medidas precisas que se establecen en las disposiciones legales vigentes. En cambio, y salvo lo expresado en el apartado 3.10.4 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos, con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Contratista está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

3.11 PLAZO DE EJECUCIÓN

La fecha establecida para el comienzo de las obras será establecida por escrito y de común acuerdo entre la Dirección Facultativa y el Contratista. El Contratista terminará la totalidad de los trabajos dentro de los meses establecidos a partir de la fecha del comienzo de la obra, a cuyo vencimiento se hará la recepción general provisional de la obra.

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el contrato, empezarán a contar a partir de la fecha del replanteo de las obras. El Contratista estará obligado a cumplir los plazos señalados, que serán improrrogables.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones, cuando los cambios determinados por el Director de Obra y debidamente aprobados por el Contratante, influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por causas ajenas por completo al Contratista, no fuera posible comenzar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra la prórroga estrictamente necesaria.

3.12 CERTIFICACIONES PARCIALES

A petición de la Propiedad y el Contratista, el Director de Obra emitirá Certificaciones Parciales de las obras realizadas hasta la fecha de expedición del certificado, reseñando qué capítulos o partidas del Proyecto se han ejecutado.

En caso de no coincidir el Presupuesto del Proyecto con el Presupuesto contratado, los Certificados se confeccionarán afectando a los precios del Proyecto el coeficiente (de alza o de baja) correspondiente.

En concepto de retención (que será abonada cuando se haga la liquidación de la obra) se fijará un porcentaje sobre el total certificado.

3.13 SANCIONES

En caso de incumplimiento del Contrato o de las condiciones del Proyecto, serán de aplicación al Contratista las sanciones previstas en el artículo 130 del Reglamento General de Contrataciones del Estado, si se tratase de una obra promovida por la Administración

Si la obra está promovida por particulares, serán de aplicación las cláusulas del contrato que hayan firmado las partes contratantes, o aquellas que estimen los Tribunales de Justicia, en caso de inexistencia de tal compromiso, en función de los daños y perjuicios causados.

3.14 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras, y dentro de los quince (15) días siguientes a la petición del Contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente acta en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si es procedente.

El acta será firmada por el Director de Obra y por el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente, de acuerdo con las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto, comenzando en este momento a contar el plazo de garantía.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

En caso de no admitirse las obras, la Dirección Facultativa fijará un nuevo plazo en el que se deberán terminar o corregir los defectos hallados, e independientemente de esto, podrá iniciarse por el afectado la reclamación legal que crea oportuna, de acuerdo con las condiciones del contrato, o por los daños y perjuicios que le pudiere haber causado el retraso.

3.15 Periodo de Garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del acta de recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista será responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defecto de ejecución o mala calidad de los materiales.

3.16 Recepción Definitiva

Una vez finalizado el plazo de garantía señalado en el contrato o, en su defecto, a los doce (12) meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose, si las obras son conformes, el acta correspondiente, por duplicado, firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, y ratificada por el Contratante.

En caso contrario, se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Director de Obra, y dentro del Plazo que éste fije, queden las obras del modo y forma que determina el Presente Pliego.

3.17 Abonos

3.17.1 Pagos de la Obra

El pago de las obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales, que se realizarán de acuerdo con los hitos establecidos en la oferta del Contratista y acordados con la Propiedad. Dichas certificaciones contendrán las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran.

La relación valorada que figure en las certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán por cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince (15) días.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El Director de Obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas, que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las certificaciones siguientes, no suponiendo, por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas certificaciones.

3.17.2 Abono de Materiales Acopiados

Excepcionalmente, previa solicitud por parte del Contratante, y siempre que a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezcan o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, éstos podrán abonarse con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. El Contratista será responsable de los daños que pudieran producirse durante la carga, transporte, descarga y almacenamiento de este material.

3.17.3 Liquidación de la Obra

La liquidación de obra se hará según certificado expedido por la Dirección Facultativa una vez transcurrido el Plazo de Garantía y siempre y cuando la obra se encuentre en perfecto estado de conservación.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4. CONDICIONES TÉCNICAS. OBRA CIVIL

4.1 ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES

4.1.1 Objeto

El objeto de esta especificación es la definición de los requisitos técnicos necesarios para el suministro de materiales para la obra civil, en conformidad con los demás documentos.

Esta Especificación forma un conjunto orgánico, por lo cual, todos los elementos a construir deberán cumplir con la totalidad de los apartados que le sean aplicables, salvo indicación en contra en los planos o instrucción al respecto por escrito de la Dirección Facultativa.

4.1.2 Calidad de Materiales

Los materiales que se empleen en toda la obra e instalaciones serán nuevos y de primera calidad, ateniéndose a las especificaciones del Proyecto y, antes de ser empleados, serán examinados por la Dirección Facultativa, pudiendo desechar los que no reúnan las condiciones mínimas técnicas, estéticas o funcionales.

4.1.3 Pruebas y Ensayos

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta del Contratista, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

4.1.4 Normas y Especificaciones

Con carácter general y en todo aquello que no contradiga o modifique el alcance de las condiciones que a continuación se definen, serán de aplicación a estas obras las últimas revisiones de las siguientes normas, pliegos e instrucciones oficiales y documentos y en el orden de preferencia que se indica:

- Planos.
- Esta Especificación
- Normas NTL del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo del M.O.P.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).
- "Instrucción para el Proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado" (EHE).
- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos" (RC-88).

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Normas UNE.
- Normas ASTM.

4.1.5 Materiales no Consignados en el Proyecto

Los materiales no consignados en Proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el Contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

4.1.6 Rellenos

Ningún relleno tendrá lugar sin la aprobación de la Dirección Facultativa.

Los materiales de rellenos salvo si se indica lo contrario, procederán de las excavaciones y deberán ser aprobados por la Dirección Facultativa, que podrá ordenar la colocación de materiales de préstamos si los procedentes de excavaciones resultan inadecuados.

Los rellenos de cimentaciones, zanjas y fosos, se efectuarán con materiales que cumplan la siguiente especificación:

- Carecerá de elementos de tamaño superior a 10 cm.
- La fracción que pasa por el tamiz 200 ASTM, será inferior al 35% en peso.
- Procederán de suelos de CBR mayor de 5 y el hinchamiento durante el ensayo será menor del 2%.
- La fracción que pasa por el tamiz 30 ASTM, cumplirá LL (límite Líquido) menor que 35 o, simultáneamente, LL menor que 30, IP (Índice de Plasticidad) mayor que (0,6 LL - 9).

<u>Rellenos con Material Filtrante</u>

Los materiales filtrantes para zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona, cumplirán lo siguiente:

- El tamaño máximo no será, en ningún caso superior a setenta y seis milímetros (76 mm) (Tamiz 3" ASTM); y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 200 ASTM no rebasará el cinco por ciento (5%).
- Siendo Dx el tamaño superior al del x %, en peso, de los materiales filtrantes; y dx el tamaño superior al del x %, en peso, del terreno a drenar, se deberán cumplir las condiciones siguientes:
    - D15/d85 menor que 5
    - D15/d15 mayor que 5
    - D50/d50 menor que 25
    - D60/d10 menor que 20
- En el caso de terrenos cohesivos, estas cuatro condiciones se sustituirán por la de D15 menor que 0,1 mm.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El material situado junto a los tubos o mechinales deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Si se utilizan tubos perforados D85/Diámetro del orificio, > 1
- Si se utilizan tubos con juntas abiertas D85/ancho de la junta, >1,2
- Si se utilizan tubos de hormigón poroso D15 del ando del tubo/D85, < 5
- Si se drena por mechinales D85/diámetro del mechinal, > 1

Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla con dichos límites, podrá recurrirse al empleo de filtros compuestos por varias capas, una de las cuales, la del material grueso, se colocará junto al sistema de evacuación y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la siguiente, y así sucesivamente hasta llegar al relleno natural.

4.1.7 Viales

Sub-bases granulares

Se define así a la capa de material granular entre la base del firme y la explanada.

Los materiales serán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, escorias, suelos seleccionados o materiales locales exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas.

Su composición granulométrica, calidad frente al desgaste, capacidad portante y plasticidad se adaptarán a lo especificado en la PG-3, artículo 500.

Zahorras

Mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continuo. Será el material empleado en la capa superficial de los viales.

Los materiales procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, escorias, en cuyo caso, la fracción retenida por el tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo un cincuenta por ciento (50%), en peso, de elementos que presenten dos (2) caras o más de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Su composición granulométrica, calidad frente al desgaste, capacidad portante y plasticidad se adaptarán a lo especificado en la PG-3, artículo 501.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.1.8 Hormigonado y Armado

Procedencia y Recepción de los materiales

Con anterioridad a la utilización de los materiales que se indican más adelante el Contratista comunicará a la Dirección Facultativa la procedencia de los mismos, sus datos de identificación y los valores en origen, si se conocen, de las características que más tarde serán objeto de control según se define para cada caso en el apartado 6 de esta especificación.

Los materiales a que se refiere este apartado serán como mínimo, los siguientes:

- Aceros para armaduras.
- Cemento.
- Agua.
- Áridos.
- Aditivos.
- Aceros para embebidos y pernos de anclaje.
- Materiales para juntas de estanqueidad.

El Contratista llevará asimismo un control de recepción en obra que permita una primera comprobación de la idoneidad de los mismos y la posterior identificación de la posición de cada partida en almacenamiento o en la obra, una vez colocada.

La Dirección Facultativa podrá rechazar los materiales que provengan de lugares o firmas comerciales cuyos productos no ofrezcan las suficientes garantías.

Si se acuerda un material por marca, nombre o patente, no se admitirá ningún otro similar sin previa autorización escrita de la Dirección Facultativa.

Todos los materiales que se vayan a emplear en la obra se someterán a un control de calidad, de acuerdo con esta Especificación.

Almacenamiento de Materiales

El Contratista mantendrá perfectamente protegidos contra cualquier deterioro todos los materiales que sean necesarios para la realización de los trabajos. Cualquier material que sufra alteraciones por incumplimiento de esta cláusula será rechazado y transportado fuera de la obra en un plazo mínimo.

Las armaduras se almacenarán de forma que estén protegidas contra aceites, grasas, polvo, etc. y de forma que exista un drenaje perfecto. Las armaduras de distintos tipos y diámetros se almacenarán en montones separados.

El cemento se suministrará y almacenará de acuerdo con el artículo 26º de la EHE.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Los áridos se almacenarán sobre áreas limpias, en pilas clasificadas por tamaños y de forma que se evite en lo posible la segregación. Deberán protegerse de una posible contaminación por el ambiente, por el terreno, y por otros materiales.

El árido grueso se distribuirá uniformemente para evitar la segregación. El árido fino se almacenará de forma que permita un drenaje inferior. La capa inferior de los áridos finos no se utilizará para construcción. Se suministrarán y almacenarán de acuerdo con el artículo 28º de la EHE.

Materiales para Encofrados y Cimbras

Los encofrados podrán ser de madera, metálicos o de otro material rígido, que reúna análogas condiciones de eficacia para el uso a que se destina.

En cualquier caso, los materiales que se vayan a emplear tendrán las superficies destinadas a estar en contacto con el hormigón lo suficientemente uniformes y lisas para lograr unos parámetros que presenten, en cada caso, el aspecto requerido.

Además, los materiales a emplear para encofrados no deberán contener sustancias agresivas para la masa de hormigón.

Para cimbras y apeos podrán emplearse los mismos tipos de materiales indicados para los encofrados con la condición de que posean una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin deformaciones perjudiciales, las acciones que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado.

Armaduras

Los materiales a emplear para armaduras cumplirán las prescripciones descritas en los artículos 31º y 90º de la EHE.

Todos los aceros que se utilicen en la fabricación de armaduras serán de la calidad indicada en los planos.

Se aceptarán aceros de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID homologado por el Ministerio de Fomento. Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%). El módulo de elasticidad será igual o mayor de dos millones cien mil kilogramos por centímetro cuadrado (2.100.000 Kg/cm2). Entendiendo por limite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de dos décimas por ciento (0,2%). Se prevé el acero de límite elástico 4.200 kg/cm2, cuya carga de rotura no será inferior a cinco mil doscientos cincuenta (5.250) kg/cm2. Esta tensión de rotura es el valor de la ordenada máxima del diagrama tensión-deformación.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Elementos embebidos de anclaje

El material para placas, perfiles laminados, redondos, etc., a colocar como elementos embebidos, será acero A-42b, según MV-102/1964, a menos que se indique otra cosa en los planos del Proyecto.

El suministro de los elementos metálicos de anclaje y elementos embebidos será realizado por el Contratista, a menos que se indique lo contrario en los planos del Proyecto o así lo determine la Dirección Facultativa.

Todos los elementos embebidos, con la excepción de los que vayan roscados se entregarán revestidos con una mano de pintura antioxidante en las zonas que no vayan a tener contacto con el hormigón o mortero de relleno.

Los pernos de anclaje deberán ser protegidos por el Contratista contra oxidaciones y daños en las roscas, durante su almacenamiento y manipulación.

Virola

La virola será puesta en la obra por el fabricante de la máquina, salvo especificación contraria en el contrato.

La virola deberá ser protegida por el Contratista contra oxidaciones y daños durante su almacenamiento y manipulación.

El Director Facultativo examinará la virola después de su colocación. En el caso de encontrar algún defecto, se procederá a su retirada y sustitución por otra en perfectas condiciones, siendo todo el coste que ello conlleve a cargo del contratista.

Cemento

Se entiende como tal, un aglomerante hidráulico que responda a alguna de las definiciones del Decreto 1964/1975, de 23 de mayo, por el que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos y se crea una Comisión Permanente para su revisión.

El cemento a utilizar cumplirá las prescripciones del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos" (RC-93).

Cumplirá también con todo lo exigido en el artículo 26º de la EHE.

Los cementos con marca "N" de AENOR (entre los cuales se encuentran todos los de fabricación nacional) quedan eximidos de todos estos ensayos de recepción en obra.

Cualquier otro tipo de cemento no podrá ser utilizado sin la autorización expresa de la Dirección Facultativa, que señalará los ensayos que debe sufrir el mismo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El cemento aluminoso podrá utilizarse únicamente con autorización escrita de la Dirección Facultativa.

Antes de su uso el Contratista presentará un certificado de pruebas, con la garantía del fabricante de que el cemento cumple las condiciones exigidas por el Pliego.

Se podrá exigir al Contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días.

Agua

Podrá emplearse tanto para el amasado como para el curado del hormigón cualquier tipo de agua que cumpla lo especificado en el artículo 27º de la EHE.

Habrá de cumplir las siguientes prescripciones:

- Acidez tal que el pH sea mayor de cinco (5).
- Sustancias solubles, menos de quince gramos por litro (15 g/l), según NORMA UNE 7131.
- Sulfatos expresados en SO4, menos de un gramo por litro (1 g/l) según ensayo de NORMA UNE 7131.
- Cloruros expresados en ClNa menos de un gramo por litro (1 g/l), según NORMA UNE 7178.
- Grasas o aceites de cualquier clase, menos de quince gramos por litro (15g/l).
- Carencia absoluta de azúcares o carbohidratos según ensayo de NORMA UNE 7132.
- Ion cloro, en concentración inferior a quinientas (500) partes por millón, si el agua se va a emplear para amasar cemento aluminoso. Ensayo según NORMA UNE 7178.

Áridos

Cumplirán lo prescrito en el artículo 28º de la EHE.

En ningún caso se usará árido procedente de playa de mar, ni los procedentes de rocas blandas, friables, porosas, ni los que contengan nódulos de pirita, de yeso, o compuestos.

Aditivos

Se definen como aditivos aquellos productos, excepto cemento, áridos y agua, que se incorporan al hormigón para mejorar una o varias de sus características.

Cumplirán las prescripciones del artículo 29º de la EHE.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Los aditivos sólo podrán emplearse con la aprobación escrita y previa por parte de la Dirección Facultativa. Para ello el Contratista propondrá el tipo de producto y la dosificación a emplear a la Dirección Facultativa, que lo aprobará o rechazará, previo ensayo si lo considera oportuno.

No obstante, se establecen las siguientes limitaciones:

- Si se emplea cloruro cálcico como acelerador de fraguado su dosificación será igual o menor al 2% en peso del cemento, pudiendo llegar al 3,5% si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, y solamente para hormigones en masa.
- Si se usan aireantes para hormigones normales su proporción será tal que la disminución de resistencia a compresión producida por la inclusión del aireante sea inferior al veinte por ciento (20%). En ningún caso la proporción de aireante será mayor del cuatro por ciento (4%) del peso en cemento.
- En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al diez por ciento del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.

Morteros

Se utilizarán únicamente morteros de cemento.

Las características del árido fino, del cemento y del agua serán las indicadas en los artículos correspondientes de esta especificación.

Eventualmente, el mortero podrá tener algún aditivo a fin de mejorar sus propiedades, previa aprobación por escrito de la Dirección Facultativa.

El mortero tendrá como mínimo la misma resistencia que el hormigón en contacto con él.

El uso de morteros especiales para rellenos bajo placas de anclaje, cajetines y manguitos, en determinadas estructuras y equipos, cuando sea necesario, se definirá en los planos del Proyecto.

Materiales Auxiliares de Hormigones

Productos para curado de hormigones - Se definen como productos para curado de hormigones los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporación. El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante siete (7) días al menos después de una aplicación.

Desencofrantes - Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmoldeo. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado, sin cuyo requisito no se podrán utilizar.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Materiales para armaduras de estanqueidad

Los materiales a emplear podrán ser bandas de caucho natural, caucho sintético, cloruro de polivinilo, neopreno u otro material definido en los planos. Si existiesen materiales cuya definición fuese a cargo del Contratista, éste los propondrá a la Dirección Facultativa para su aprobación.

- Deberán reunir las siguientes características:
- Resistencia a tracción mayor o igual que 125 kp/cm2.
- Alargamiento en rotura mayor o igual que 300%.
- Impermeabilidad: 100% a la presión de trabajo.
- El material deberá ser compatible con los líquidos con los que podrá estar en contacto.

4.2 ESPECIFICACIÓN DE EJECUCIÓN

4.2.1 Objeto

El objeto de esta especificación es la definición de los requisitos técnicos necesarios para el suministro de materiales, ejecución, ensayos, pruebas y terminación de todas las obras de construcción y montaje del parque eólico, en conformidad con los demás documentos.

Esta Especificación forma un conjunto orgánico, por lo cual, todos los elementos a construir deberán cumplir con la totalidad de los apartados que le sean aplicables, salvo indicación en contra en los planos o instrucción al respecto por escrito de la Dirección Facultativa.

4.2.2 Normas y Especificaciones

Con carácter general y en todo aquello que no contradiga o modifique el alcance de las condiciones que a continuación se definen, serán de aplicación a estas obras las últimas revisiones de las siguientes normas, pliegos e instrucciones oficiales y documentos y en el orden de preferencia que se indica:

- Planos.
- Esta Especificación
- Normas NTL del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo del MOP.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).
- "Instrucción para el Proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado" (EHE)
- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos" (RC-88)
- Normas UNE.
- Normas ASTM.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.2.3 Documentación Técnica

La obra a ejecutar se define por los siguientes documentos:

- Planos.
- Especificaciones.

A la recepción de los planos y antes de iniciar cualquier trabajo de construcción, el Contratista deberá realizar comprobaciones dimensionales de las partes detalladas en los planos del Proyecto, y si encuentra algún error o contradicción a la información recibida, comunicarlo inmediatamente a la Dirección Facultativa. En caso de no hacerlo así, el Contratista será responsable de los errores que hubieran podido evitarse.

El Contratista respetará cuidadosamente todas las indicaciones dadas en los planos y/o Especificación, y si en algún caso creyera aconsejable hacer algún cambio, someterá una proposición por escrito a la Dirección Facultativa, quien dará su aprobación o comentario también por escrito.

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en los documentos del Proyecto.

Todas las dimensiones se deducirán numéricamente de las cotas de los planos. No se establecerá ninguna dimensión basada en la interpretación gráfica de planos. Si fuera preciso definir alguna dimensión, el Contratista lo solicitará por escrito a la Dirección Facultativa.

Lo mencionado en los planos y omitido en la Especificación o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos.

En caso de existir alguna contradicción entre lo prescrito en la presente Especificación y lo señalado en los planos, se dará preferencia a lo establecido en los planos, a menos que la Dirección Facultativa indique lo contrario por escrito.

Es obligación del Contratista la correcta interpretación de los documentos. En caso de duda, omisión o contradicción en los documentos, el Contratista deberá consultar con la Dirección Facultativa, quien dictaminará al respecto.

4.2.4 Replanteo

La Dirección Facultativa colocará sobre el terreno las bases de replanteo necesarias y suficientes para el replanteo general de la obra, tanto en planimetría como en altimetría, y entregará al Contratista por escrito, antes de comenzar las obras, la información necesaria para efectuar dicho replanteo.

El Contratista será responsable de la vigilancia y conservación de todas las bases de replanteo durante el plazo de ejecución de la obra, siendo responsable de los errores que puedan derivarse de una conservación inadecuada de las mismas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Asimismo, el Contratista efectuará a su costa cuantos replanteos de detalle necesite, para situar en posición y elevación todas las unidades de obra a ejecutar, siendo de su exclusiva responsabilidad las consecuencias que pudieran derivarse de una ejecución errónea de dichos replanteos.

La Dirección Facultativa podrá en cualquier momento efectuar comprobaciones de los replanteos efectuados por el Contratista, para lo cual éste deberá facilitar a su costa los medios humanos y materiales necesarios para su realización.

4.2.5 Cuidado y Señalización de la Obra

El Contratista será responsable del cuidado y conservación de la obra hasta la recepción de la misma por parte del Propietario.

Serán de su responsabilidad también las protecciones y señalización de las obras y sus accesos, de acuerdo con el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo y el Plan de Seguridad y Salud de la Obra.

4.2.6 Pruebas y Ensayos

La Dirección Facultativa solicitará las pruebas y ensayos que estime oportunos de acuerdo con los artículos correspondientes de esta especificación, documentos y normas reseñados. Unas y otros serán a cargo del Contratista, en tanto que su número y tipo estén dentro de lo previsto en estas especificaciones y otro documento del Proyecto.

Las pruebas de carga serán a cargo del Contratista cuando estén previstas en los documentos de Proyecto y en aquellos casos en que los resultados negativos de los ensayos aconsejen, a juicio de la Dirección Facultativa, la realización de las pruebas de carga previas a la aceptación de una unidad de obra. En los demás casos serán a cargo del Propietario, aunque el Contratista deberá disponer los medios necesarios para la realización de las pruebas.

4.2.7 Excavaciones y Rellenos

<u>Objeto y Definición</u>

El objeto de esta especificación es la definición de los requisitos técnicos necesarios para el suministro de materiales, ejecución, ensayos, pruebas y terminación de todas las obras de excavación y relleno, en conformidad con los demás documentos.

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno, así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Prescripciones Generales de Ejecución

Las excavaciones en cualquier tipo de terreno se realizarán a las cotas de Proyecto, con las dimensiones indicadas y, además, se seguirán las prescripciones que sean dadas por la Dirección Facultativa antes y durante la ejecución de las mismas.

El Contratista puede, por razones particulares de trabajo y después de la previa autorización escrita de la Dirección Facultativa, profundizar las excavaciones a otra cosa distinta del Proyecto, o extenderse a otras dimensiones diferentes de las indicadas en planos, en tales casos no se le reconocerá la mayor excavación realizada ni el exceso de relleno necesario para volver a las dimensiones debidas.

Los materiales procedentes de las excavaciones y de las demoliciones pertenecen exclusivamente a la Propiedad. El Contratista podrá hacer uso de estos materiales, siempre con el permiso de la Propiedad y la aprobación de la Dirección Facultativa.

Aquellos materiales no utilizables y que no puedan utilizarse, según el criterio de la Dirección Facultativa, se llevarán a un lugar de almacenamiento fuera del área de la obra y en todo caso se colocarán de modo que no produzcan daño ni interferencia ni al trabajo, ni a terceros, ni desviación del flujo de aguas superficiales.

Durante la ejecución de sus trabajos, especialmente después de voladuras, el Contratista examinará las paredes de las excavaciones y zonas vecinas para proceder a los saneamientos que fueren precisos.

El Contratista, si existiera peligro de que lleguen escombros a carreteras o vías públicas durante las voladuras, lo pondrá en conocimiento de la Administración con anterioridad suficiente para que no se vea perturbado el curso de los trabajos y montará el debido servicio de neutralización del tráfico, de acuerdo con las normas que reciba de la Autoridad correspondiente.

Desbroce del terreno

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier material indeseable a juicio del Director de las obras.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirada de los materiales objeto de desbroce.

Ejecución de las Obras

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes,

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

de acuerdo con lo que sobre el particular ordene la Dirección Facultativa, quien designará y marcará los elementos que hay que conservar intactos.

Para disminuir en lo posible el deterioro de los árboles que hayan de conservarse, se procurará que los que han de derribarse caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza.

Cuando sea preciso evitar daños a otros árboles, al tráfico, o a construcciones próximas, los árboles se irán troceando por su copa y tronco progresivamente. Si para proteger estos árboles, u otra vegetación destinada a permanecer en su sitio, se precisa levantar vallas o utilizar cualquier otro medio, los trabajos correspondientes se ajustarán a lo que sobre el particular ordene la Dirección Facultativa.

Todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la rasante de excavación ni menor de quince centímetros (15 cm) bajo la superficie natural del terreno.

Fuera de la explanación los tocones podrán dejarse cortados al ras del suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones que, al respecto, dé la Dirección Facultativa.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados: luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición de la Administración, separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. El Contratista no estará obligado a trocear la madera a longitud inferior a tres metros (3 m).

Los trabajos se realizarán de forma que no produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

Todos los subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, ordene la Dirección Facultativa.

Medición y Abono

El desbroce del terreno se abonará de acuerdo con lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si en dicho Pliego no se hace referencia al abono de esta unidad, se entenderá que está comprendida en las de excavación y, por tanto, no habrá lugar a su medición y abono por separado.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.2.8 Demoliciones

Consisten en el derribo de todas las construcciones que obstaculicen la obra o que sea necesario hacer desaparecer para dar por terminada la ejecución de la misma.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Derribo de construcciones.
- Retirada de los materiales de derribo.

Ejecución de las obras

Las operaciones de derribo se efectuarán, con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de la obra, quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director suministrará una información completa sobre el posterior empleo de los materiales procedentes de las demoliciones que sea preciso ejecutar.

Los materiales de derribo que hayan de ser utilizados en la obra se limpiarán, acopiarán y transportarán en la forma y a los lugares que señale el Director.

Medición y abono

Las demoliciones se abonarán por metros cúbicos (m3) de volumen exterior demolido, hueco y macizo, realmente ejecutados en obra, en el caso de demolición de edificaciones; y por metros cúbicos (m3) realmente demolidos y retirados de su emplazamiento, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de comenzar la demolición, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizar la misma, en el caso de demolición de macizos.

Si en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no se hace referencia alguna a la unidad de demoliciones, se entenderá que está comprendido en las de excavación, y, por tanto, no habrá lugar a su medición y abono por separado.

4.2.9 Excavaciones

Excavación de viales

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

contenida en los planos. La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, que no se hubiera extraído en el desbroce se aceptará para su utilización posterior en protección de superficies erosionables. En cualquier caso, la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación, excepción hecha de la tierra vegetal, se podrán utilizar en la formación de rellenos y demás usos fijados en este Pliego y se transportarán directamente a las zonas previstas dentro del solar, o vertedero si no tuvieran aplicación dentro de la obra.

En cualquier caso, no se desechará ningún material excavado sin previa autorización. Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje. El material excavado no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga de los rellenos contiguos.

Excavación para cimentaciones y pozos

Toda la excavación se realizará según las longitudes, profundidades, anchuras, pendientes y curvas que se muestran en los planos, o como sea preciso para realizar una ejecución adecuada de la obra, sea cual fuere el material encontrado.

El fondo de todas las excavaciones quedará debidamente nivelado, libre de materiales sueltos y las excavaciones serán conservadas en buen estado, secas y sin escombros, agua, hielo o escarcha hasta la terminación de la obra.

La cimentación debe realizarse sobre un fondo seco. Si existe riesgo de afloramientos de agua o inundaciones debe preverse el material adecuado para extraer el agua. Nunca se debe hormigonar si el fondo de la excavación está inundado.

Las condiciones del suelo en el fondo de todas las excavaciones han de ser aprobadas por la Dirección Facultativa. Los materiales excavados se utilizarán para rellenos bajo el ámbito de esta Especificación o se transportarán al lugar que la Propiedad indique a la Dirección Facultativa. Los materiales que éste califique no necesarios se transportarán a un vertedero facilitado por el Contratista y necesariamente situado fuera de los límites de la Propiedad.

El Contratista quitará toda la tierra, roca, piedras, raíces o cualquier material que se halle dentro de los límites de la excavación o que interfiera con los trabajos especificados, excepto las instalaciones y servicios existentes. Todas y cada una de las instalaciones subterráneas que se encuentren en la excavación, serán cuidadosamente destapadas a mano y debidamente puestas al aire, protegidas y conservadas hasta que se termine la Obra.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El Contratista no cortará o arrancará en ninguna circunstancia ningún servicio subterráneo sin autorización de la Dirección Facultativa. Las averías causadas en las líneas de servicio subterráneo serán reparadas por y a costa del Contratista.

No se debe utilizar maquinaria pesada sobre la excavación terminada.

Si se detectan malas condiciones o agua en cualquier lugar en la excavación, se parará la excavación inmediatamente. Se debe consultar a la dirección de obra antes de continuar.

Todo exceso de profundidad o anchura en la excavación que vaya más allá de lo requerido por el trabajo, será rellenado y compactado con tierras aprobadas por la Dirección Facultativa o tierras con hormigón en masa y sin ningún coste extra para el Propietario, si en opinión de la Dirección Facultativa tal exceso se debe a negligencia o descuido por parte del Contratista. La Dirección Facultativa prescribirá el uso de tierras o de hormigón como material de relleno, pero bajo cimentaciones o soleras de fosos se usará sólo relleno de hormigón.

Excavación en zanjas

Toda la excavación de zanjas se realizará hasta la profundidad indicada en los planos con una tolerancia admisible de 5 cm. Toda excavación por debajo de la tolerancia admisible será restituida por el Contratista con relleno compactado aprobado por la Dirección Facultativa.

La anchura de la excavación no será mayor que la requerida por las condiciones del suelo locales.

Las zanjas para cables eléctricos tendrán la profundidad indicada en planos y en ellas se montarán los cables de Media Tensión y Baja Tensión, según proceda.

El ancho mínimo de zanja para cables eléctricos será de 50 cm.

Las tierras excavadas de las zanjas deberán ser apiladas paralelamente al borde de la excavación, separadas por ésta, como mínimo a un metro, y dispuestas para no afectar a la estabilidad de la zanja.

Los apartados de esta Especificación, relativos a la Excavación para Cimentaciones y Fosos son también aplicables a la excavación de zanjas.

Estanqueidad de excavaciones

Las excavaciones se conservarán secas y libres de agua durante la realización del trabajo y el Contratista deberá proporcionar el personal, materiales, bombas, máquinas y mantenimiento necesario para proteger las obras contra toda corriente de agua que se dirija en cualquier momento hacia ellas y contra las filtraciones e inundaciones.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El Contratista empleará las medidas precisas para evitar que cursos de agua en las zanjas o excavaciones deterioren o arrastren el mortero o cualquier trabajo de albañilería, cemento o mezcla de hormigón que aún no haya fraguado.

No se verterán en las excavaciones aguas provenientes de la superficie o del subsuelo, y se evacuarán de manera que no constituyan molestia o provoquen daño.

Entibados metálicos y de madera, apoyos y soportes en excavaciones

El Contratista proporcionará todos los entibados, tanto metálicos como de madera necesarios para sostener los terraplenes, estructuras, servicios e instalaciones, y en cantidad suficiente para la realización pronta de la obra. Las excavaciones serán constantemente conservadas en condiciones de seguridad por el Contratista, para sus actividades, los de la Dirección Facultativa y los que ésta señale. La aprobación de los entibados por parte de la Dirección Facultativa no relevará al Contratista de sus responsabilidades.

Inspección y control

La tolerancia en dimensiones de excavaciones generales terminadas será de +5 cm en 100 m y la tolerancia en elevación será de +5 y menos cero (-0) cm respecto a las cotas indicadas en planos.

La tolerancia en dimensiones de excavaciones en sección obligada terminadas será de +1% y 0 en cualquiera de sus dimensiones en planta y la tolerancia en elevación será de +5 y menos cero (-0) cm respecto a las cotas indicadas en planos.

El fondo de todas las cimentaciones presentará una cara horizontal, regularizada y limpia, debiendo ser apisonada por medios mecánicos o manuales que garanticen una compactación de al menos el 90% del Proctor modificado.

Medición y abono

La medición se efectuará de acuerdo con las secciones tipo definidas por los perfiles teóricos de excavación, sin tener en cuenta esponjamientos.

El abono se efectuará en metros cúbicos (m3) de acuerdo con el precio correspondiente del presupuesto, cualquiera que sea la clase del terreno que aparezca al realizar las excavaciones.

4.2.10 Rellenos

Consiste en la extensión o compactación de materiales terrosos procedentes de excavaciones anteriores o préstamos para relleno de zanjas y pozos.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Ejecución de las obras

Ningún relleno tendrá lugar sin la aprobación de la Dirección Facultativa.

Los materiales de rellenos salvo si se indica lo contrario, procederán de las excavaciones y deberán ser aprobados por la Dirección Facultativa, que podrá ordenar la colocación de materiales de préstamos si los procedentes de excavaciones resultan inadecuados.

El relleno en cimentaciones y fosos será extendido en capas de un espesor no superior a 150 mm y cuidadosamente compactadas hasta un 90% Proctor modificado y de forma tal que se evite estropear o alterar el trabajo realizado. El espesor podrá ser de 300 mm si se utilizan medios mecánicos para la compactación.

El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas procediendo incluso a la disecación por oreo, o por adición de mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas (cal viva, etc.).

Conseguida la humectación más conveniente, posteriormente se procederá a la compactación mecánica de la tongada. Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su composición. Si ello no es factible el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que se concentren rodadas en superficie.

Mientras no se indique de otro modo por la Dirección Facultativa, todo el relleno alcanzará hasta los niveles originales del suelo.

Relleno de zanjas de cables eléctricos

Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena dulce procedente de cantera o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de AT. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. El cable de cobre desnudo que unirá todas las tierras de los aerogeneradores y del edificio de control irá colocado en el fondo de la zanja a una profundidad de 1 m. Por encima de éste se tenderá una capa de 10 cm de arena fina de mina o de río lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. El tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm.

Sobre esta primera capa se depositará la terna o ternas de cable a instalar de media tensión (30 kV) según el caso y por encima otros 45 cm de arena de las mismas características, donde se colocará, embebido en esta capa, el cable de fibra óptica para TELEMANDO Y CONTROL.

A continuación, se colocará una placa de protección mecánica con la indicación de riesgo eléctrico que cubra la proyección en planta de los cables en las zanjas. Posteriormente se depositará una capa de material de relleno seleccionado procedente de la excavación o de tierra de prestado de arena todo-uno o zahorras, de 150 cm de espesor y apisonada mediante medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes.

Sobre esta capa se colocará, a lo largo de todo el recorrido de la zanja, una protección de cinta de polietileno, que advierta de la existencia de cables eléctricos de Alta Tensión por debajo de ella, según normativa RU0206. Esta será doble en el caso de la zanja de doble circuito.

Por último, se depositará una capa de 15 cm de material de relleno y otra del mismo espesor de tierra vegetal para finalizar el relleno de la zanja.

En aquellos puntos en los que la zanja discurra bajo el vial, los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m por tratarse de calzada. El cruce se hará perpendicular al eje del vial.

El cable de cobre desnudo que unirá todas las tierras de los aerogeneradores y del edificio de control, irá colocado en el fondo de la zanja a la profundidad de 1,1 m y protegido por una fina capa de arena para evitar que quede embebido en el hormigón. Por encima de este se tenderá una primera capa de 10 cm de hormigón HM-20.

A continuación, se tenderán el tubo o los dos tubos (según el caso) de TPC, corrugado en su cara externa y liso en su cara interna (D = 200 mm), uno por cada terna de cables de media tensión (30 kV). Por encima se aplicarán otros 550 cm del mismo hormigón y, embebida en esta capa, se colocará el tubo TPC, corrugado en su cara externa y liso en su cara interna (D = 90 mm), que protege la fibra óptica de comunicaciones.

La siguiente capa, hasta alcanzar el nivel del terreno, consistirá en material de excavación compactado, de las mismas características del vial a cruzar. Embebida en esta capa se colocarán tanto la placa de protección mecánica con la indicación de riesgo eléctrico que

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

cubra la proyección en planta de los cables en las zanjas, como una cinta de polietileno, que advierta de la existencia de cables eléctricos de Alta Tensión por debajo de ella, según normativa RU0206 (esta será doble en el caso de la zanja de doble circuito).

Relleno de tierras en las cimentaciones de los aerogeneradores

La virola se protege con pintura por la parte de arriba, en el lado externo. Antes del rellenado asegúrese que la superficie está intacta. Los posibles daños se solucionarán con pintura que proveerá el fabricante de los aerogeneradores y cuyo coste correrá a cargo del contratista.

El relleno de tierra alrededor y sobre la cimentación debe hacerse antes de colocar la torre del aerogenerador.

La tierra que se emplea para el relleno, deberá cumplir las demandas de densidad que se especifican en el proyecto, para asegurar la estabilidad del aerogenerador.

Si la tierra excavada no alcanza un valor de densidad de al menos 1,800 kg/m3, deberá proveerse un relleno con las características indicadas, teniendo especial cuidado en que no sea agresivo químicamente para el hormigón.

La tierra de relleno deberá ser compactada y se deberán llevar a cabo acciones para asegurar su estabilidad y que la escorrentía superficial no la pueda eliminar.

Se deberá enrasar el nivel de la tierra con la parte superior del pedestal.

Inspección y control

La superficie acabada no deberá variar en más de 15 mm cuando se compruebe con una regla de 3 m aplicada tanto paralela como normal a los ejes de la explanada. Tampoco podrá haber zonas capaces de retener agua.

Las irregularidades que excedan de las antedichas se corregirán por el Contratista de acuerdo con lo que se señala en esta especificación.

Pruebas y ensayos

El Contratista realizará el número y clase de ensayos y en la forma que se describen a continuación, o han sido descritos en otros artículos.

El control y registro de los materiales empleados y de los grados de compactación conseguidos en los trabajos de excavación y relleno, deberán ser determinados de acuerdo con normas NLT-108/72 y NLT-109/72 del Laboratorio de Transportes y Mecánica del Suelo. El Contratista deberá establecer, mantener y operar a pie de obra un laboratorio para el control del movimiento de tierras. El laboratorio de control deberá constar de todo el equipo, material e instrumentos necesarios para llevar a cabo los

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Graduados Sociales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

ensayos descritos en las normas NLT-108/72 y NLT-109/72 del Laboratorio de Transportes y Mecánica del Suelo.

En caso de que el volumen de rellenos sea poco importante, la Dirección Facultativa permitirá al Contratista no disponer en obra de un laboratorio permanente de control, aunque sí debe efectuar los ensayos prescritos.

El Contratista deberá tener a pie de obra un técnico capaz de llevar a cabo los ensayos necesarios y con ello asegurar un control adecuado de trabajo. Además de los ensayos llevados a cabo por el Contratista para controlar su propio trabajo, la Dirección Facultativa podrá realizar tantos ensayos suplementarios como lo especificado en cuanto a la forma de ejecutar los trabajos. El Contratista deberá poner a disposición de la Dirección Facultativa el laboratorio de control, su equipo e instrumentos sin ningún cargo extra para poder llevar a cabo los ensayos adicionales necesarios.

El número mínimo de ensayos a realizar sobre relleno será de:

- Control sobre material en origen.

	Terraplén	**Firme**
Proctor Normal o Modificado	1 PN/1000 m^3	1 PM/750 m^3
Granulométrico	1 Ud./5.000 v	1 Ud./750 m^3
Límites Atterberg	1 Ud./5.000 m^3	1 Ud./1.500 m^3
CBR	1 Ud./10.000 m^3	1 Ud./4.500 m^3
Equivalente Arena	---	2 Ud./750 m^3

- Control sobre la compactación (densidad y humedad)

	Terraplén	**Firme**
Centro	5 Ud./5.000 m^3 o 1 día	1 Ud./3.500 m^3 o 1 día
Franjas de 2 m al borde	1 Ud./100 ml	---

<u>Medición y abono</u>

Los rellenos se abonarán por aplicación de los precios correspondientes del presupuesto, según las respectivas definiciones, a los volúmenes obtenidos por aplicación, como máximo, de las secciones tipo correspondientes, no abonándose generalmente los que deriven de excesos de excavación.

4.2.11 Obras de Hormigón

El objeto de esta especificación es la definición de los requisitos técnicos necesarios para la ejecución, ensayos, pruebas y terminación de todas las obras de hormigón, en conformidad con los demás documentos del Proyecto.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Ejecución y colocación de encofrados y cimbras

El Proyecto y dimensionamiento de todos los encofrados y cimbras, así como su construcción, serán responsabilidad del Contratista.

El suministrador de los puntales justificará y garantizará las características de los mismos mediante una hoja de control validada, precisando las condiciones en que deben ser utilizados.

Para su ejecución y colocación se atendrá a las prescripciones contenidas en el artículo 65º de la EHE.

Las cimbras, encofrados y moldes, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficientes para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y especialmente, bajo las presiones del hormigón fresco o los efectos del método de compactación utilizado.

Tendrán una resistencia y rigidez suficientes para mantener la posición y la forma de tal manera que no se produzcan deformaciones superiores a 5 mm en zonas locales, ni superiores a la milésima de la luz para las de conjunto.

En las aristas de los encofrados de los bornes y esquinas del hormigón que van a quedar expuestos, se colocarán berenjenos para obtener un chaflán de 25 mm a 45º.

Los encofrados y moldes serán lo suficientemente estancos para que se consigan superficies cerradas de hormigón. Si son de madera, se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón.

Las superficies interiores de encofrados y moldes aparecerán limpias en el momento del hormigonado, y presentarán las condiciones necesarias para garantizar la libre retracción del hormigón.

El encofrado de los laterales de la cimentación puede evitarse, pudiendo encofrar los lados directamente con la tierra, siempre que la capa de recubrimiento de hormigón alcance un mínimo de 100 mm. y las paredes del pozo puedan mantener por si mismas un ángulo con la horizontal de al menos 70º ($\varphi \geq 70º$).

Los paneles del encofrado se deben orientar en la dirección del viento predominante en la zona.

Preparación y colocación de armaduras

Se efectuarán de acuerdo con los artículos 31º y 66º de la EHE.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El Director Facultativo deberá comprobar en cada zapata que la armadura se compone del número de barras indicado en el plano de la cimentación y que sus respectivos diámetros son los correctos.

La colocación de las armaduras deberá ser verificada antes del vertido del hormigón.

Deberá incluir el control de: tipo correcto de refuerzo, dimensión y cantidad. Las barras de refuerzo deben estar curvadas, colocadas y sujetas correctamente, y el recubrimiento cumplir las condiciones especificadas en este pliego de condiciones.

Las armaduras se cortarán y doblarán ajustándose a las dimensiones e indicaciones dadas en los planos del Proyecto.

La colocación de armaduras debe realizarse respetando siempre un recubrimiento mínimo de 40 mm. Si se encofra con el terreno natural, el recubrimiento mínimo debe ser de 100 mm.

El trabajo comienza colocando la armadura de refuerzo del fondo en las posiciones adecuadas. La armadura de refuerzo se coloca y se fija al menos 40 mm por encima de la capa de hormigón de limpieza, después de que ésta haya fraguado.

Se coloca la virola apoyada con los pernos de nivelación en la capa de hormigón de limpieza.

La parte más alta de la virola deberá estar completamente horizontal, y esto se consigue ajustando los 3 tornillos de regulación. El trabajo deberá realizarse muy cuidadosamente, para que así no exista riesgo de que la torre quede desequilibrada después del montaje. Como se indica posteriormente en el apartado de control de calidad, la desviación máxima sobre la horizontal no debe ser superior a ±2 mm.

Después, se colocan las barras en Z debajo de la virola, en ambas partes interior y exterior.

La armadura de estrella se colocará a través de los agujeros de la virola, apoyada en las armaduras en Z, y las armaduras en forma de anillo se colocarán por dentro del pedestal.

La armadura superior se coloca, con las barras en Z, la armadura de estrella y las barras de refuerzo de laterales como soporte.

Todas las armaduras se deberán sujetar cada dos intersecciones con las armaduras con las que se cruce su eje. El alambre obligatorio deberá ser alambre templado con un diámetro de al menos 1,5 mm.

Considerando la posible corrosión en la virola y en las armaduras, las barras deberán mantenerse sin contacto con la virola. No obstante, debe asegurarse la conductividad eléctrica de la armadura efectuando soldaduras en los puntos indicados en el plano correspondiente.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Las distancias entre las armaduras y los encofrados se mantendrán mediante separadores. El tipo de separador a utilizar deberá ser aprobado previamente por la Dirección Facultativa.

En ningún caso deben cortarse las armaduras suministradas para la realización de los separadores. Éstos deberán suministrarse independientemente.

Estos calzos o separadores deberán disponerse de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 66.2 de la EHE. Deberán estar constituidos por materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, y no inducir corrosión de las armaduras. Deben ser al menos tan impermeables como el hormigón, y ser resistentes a los ataques químicos a que se puede ver sometido éste. Se prohíbe el empleo de madera, así como el de cualquier material residual de construcción, aunque sea ladrillo u hormigón. En el caso de que puedan quedar vistos, se prohíbe asimismo el empleo de materiales metálicos.

El número de separadores debe ser el suficiente para asegurar el recubrimiento mínimo de las armaduras especificado en el plano. La distancia máxima entre ellos debe ser la menor de: 50 veces el diámetro de la barra o 100 cm.

Cuando sea necesario colocar solapes no previstos en los planos su disposición deberá ser aprobada previamente por la Dirección Facultativa.

Elementos embebidos y pernos de anclaje

Tanto los pernos de anclaje como el resto de los elementos embebidos se colocarán en la posición exacta indicada en los planos del Proyecto, siendo el Contratista el único responsable del cumplimiento de esta prescripción.

Todos los pernos de anclaje se situarán con plantilla y se cuidará especialmente su posición planimétrica y altimétrica, así como la verticalidad, proyección y fijación durante la colocación y fraguado del hormigón.

La posición de los elementos de anclaje deberá ser controlada por el Contratista y a su costa, inmediatamente antes y después del hormigonado, para asegurarse que su posición es la correcta en ambos casos.

La corrección de cualquier error de la posición, número o tipo de los elementos de anclaje, o de daños sufridos, se hará a expensas del Contratista.

Inmediatamente después de la colocación en obra, la parte roscada vista de los pernos deberá ser cubierta con grasa y bolsas de plástico, atadas con hilo de acero, para evitar oxidaciones, manteniéndose estas protecciones hasta la colocación del equipo o estructura que vaya a ser anclado en ellos.

El Contratista colocará, como si fueran suministradas por él mismo, todas las piezas que deban quedar embebidas en el hormigón, como tuberías, etc., y cuyo suministro sea realizado por otros, según los planos del Proyecto.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

4.2.12 Colocación de la Virola

El contratista es responsable de que cualquier punto de la brida superior de la virola de cimentación esté dentro de ± 2 mm desde el nivel horizontal y de que la forma circular se conserve.

4.2.13 Desencofrado y Descimbrado

El descimbrado y desencofrado se realizará de acuerdo con el artículo 75º de la EHE.

Los encofrados y moldes deberán poderse retirar sin causar sacudidas ni daños en el hormigón.

Antes de proceder al descimbrado y desencofrado de los elementos resistentes principales, el Contratista solicitará el permiso correspondiente de la Dirección Facultativa.

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse después de un día de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas u otras causas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto no deberán retirarse antes de los dos días con las mismas salvedades apuntadas anteriormente a menos que se emplee curado a vapor. El descimbrado podrá realizase cuando, a la vista de las circunstancias y temperatura del resultado, las pruebas de resistencia, el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar. El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cunas, gatos, cajas de arena y otros dispositivos, cuando el elemento a descimbrar sea de cierta importancia.

El empleo de productos para facilitar el desencofrado o desmoldeo de las piezas deberá ser expresamente autorizado por el Director Facultativo. Se evitará el uso de gasóleo, grasas o cualquier otro producto análogo.

4.2.14 Hormigón

<u>Dosificación</u>

El hormigón deberá estar compuesto, mezclado y preparado con arreglo a los métodos que se consideren oportunos respetando las limitaciones especificadas en el artículo 68º de la norma EHE.

La denominación del hormigón a utilizar se indicará en el plano de la cimentación según el artículo 39º de la Norma EHE.

La planta hormigonera deberá lograr las especificaciones indicadas en la denominación.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Cualquier aditivo necesario para la utilización del hormigón en ambientes o condiciones especiales debe añadirse sin perjuicio de las características mecánicas del hormigón, debiendo consultarse su utilización con el Director Facultativo antes de su utilización.

El estudio de la dosificación se hará siempre con ensayos previos, de acuerdo con el artículo 81º de la EHE.

La fabricación del hormigón no deberá iniciarse antes de que la Dirección Facultativa haya aprobado la fórmula de trabajo propuesta por el Contratista. Dicha fórmula señalará exactamente:

- Granulometría de los áridos combinados.
- Dosificaciones de cemento, agua y eventualmente, aditivos por m3 de hormigón fresco.
- Consistencia, indicada por el descenso del cono de Abrams.

La fórmula de trabajo para un mismo hormigón habrá de ser reconsiderada si varía alguno de los siguientes factores:

- El tipo de cemento.
- El tipo, absorción o tamaño del árido grueso.
- El módulo granulométrico del árido fino en más de dos décimas.
- La naturaleza o proporción de aditivos.
- El método de puesta en obra.

Fabricación

Se realizará de acuerdo con el artículo 69º de la EHE y con las especificaciones incluidas en los planos y en este pliego de condiciones.

Las materias primas se almacenarán y transportarán de forma tal que se evite todo tipo de entremezclado, contaminación, deterioro o cualquier otra alteración significativa en sus características.

El tiempo transcurrido desde la preparación del hormigón en la planta hormigonera y su vertido en la cimentación no deberá exceder en ningún caso de una hora y media. En ningún caso debe añadirse agua para facilitar su vertido. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales recogidas en la norma EHE, que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

El amasado se efectuará siempre en hormigonera, con medición de las cantidades de cemento y de áridos por peso y del agua en volumen.

Solamente en obras de escasa importancia y para pequeñas cantidades de hormigón, podrán dosificarse los áridos en volumen, con autorización previa por escrito de la Dirección Facultativa y amasando siempre en hormigonera.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Los materiales se verterán dentro de la hormigonera en el siguiente orden:

- Una parte de la dosis de agua (aproximadamente la mitad).
- El cemento y la arena simultáneamente.
- La grava.
- El resto del agua hasta completar la dosis requerida.

Se comprobará el contenido de humedad de los áridos, para corregir, en caso necesario, la cantidad de agua vertida directamente en la hormigonera.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse. Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, éste se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido. No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan flagrado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

Puesta en Obra

Se efectuará de acuerdo con lo especificado en el artículo 70º de la EHE y en este pliego de condiciones.

El transporte se efectuará tan rápidamente como sea posible y de forma que no transcurra más de media hora desde su amasado hasta su colocación definitiva.

El sistema de transporte deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa.

Cuando el transporte se realice en camiones, estarán provistos de agitadores y la velocidad de agitación estará comprendida entre dos y seis revoluciones por minuto.

Durante el período de transporte y descarga deberá funcionar constantemente el sistema de agitación.

El hormigonado de la cimentación de todos los aerogeneradores deberá realizarse en dos fases: la primera comprende toda la losa de cimentación y el interior de la virola de chapa, la segunda la corona de la virola. El hormigón para cada fase debe provenir de la misma planta hormigonera y con la misma calidad.

Los encofrados deberán ser supervisados antes de cada vertido.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Se deberá tener un gran cuidado durante el vertido, especialmente cuando se realice el rellenado por la parte interior de la virola. Debe verterse el hormigón por el hueco interior existente entre las terminaciones de las armaduras en estrella que atraviesan la virola y vigilar que no caiga sobre dichas armaduras, para asegurarse de que la virola no se desvía y está en el centro de la base y con la brida superior completamente horizontal.

Las armaduras y la virola deberán estar absolutamente limpias antes del vertido del hormigón. Hay que asegurar el recubrimiento mínimo de las armaduras.

Deberá utilizarse un vibrador y el relleno debajo de la brida y armadura inferior deberá ser completo para así no tener ningún defecto en ninguna zona.

Docilidad y Compactación

Se atenderá a las prescripciones del artículo 30º, apartado 30.6, de la EHE.

El Contratista utilizará hormigón uniforme de la misma calidad para todas las unidades de obra similares, y no se emplearán hormigones fabricados con cemento de distintas procedencias en una misma estructura o elemento resistente.

No se permitirá una altura libre de caída del hormigón durante su colocación mayor de 1,75 m. Para alturas mayores deberán adaptarse disposiciones especiales de vertido, que deberán someterse a la aprobación de la Dirección Facultativa.

El espesor de las tongadas será el necesario para conseguir que la compactación alcance a todo el interior de la masa sin producir disgregación de la mezcla. Este espesor en ningún caso será superior a 50 cm.

Cuando el hormigonado debe efectuarse sin interrupción y por tongadas sucesivas, éstas se extenderán y compactarán antes de que se inicie el fraguado en la inmediatamente inferior.

La compactación se efectuará de un modo continuo durante el vertido del hormigón. No se verterá una nueva tongada sin haber compactado completamente la anterior.

La compactación se efectuará siempre con vibrador. El tipo de vibrador deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente, y retirarse también longitudinalmente sin desplazados transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm/s, con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm, y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm. de la pared del encofrado.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Protección y Curado

Se efectuará de acuerdo con el artículo 74º de la EHE.

Inmediatamente después del relleno, las superficies libres del hormigón se deberán mantener húmedas con algún producto de curado hasta que se realice el relleno de tierra.

El relleno de tierra se puede utilizar como cubierta cuando el hormigón se haya endurecido (después de 24 h).

El hormigón tiene que aislarse de la pérdida de calor y humedad durante al menos 7 días y 7 noches, tanto en verano como en invierno. Si el relleno de tierra se realiza antes de los 7 días y las 7 noches mencionadas, la parte de cimentación que permanezca visible deberá estar aislada para no perder calor ni humedad.

El procedimiento de curado deberá ser aprobado previamente por escrito por la Dirección Facultativa que fijará asimismo el plazo mínimo a que debe extenderse.

Cuando el procedimiento sea por riego directo con agua, el curado se prolongará como mínimo durante siete días a partir del hormigonado.

El Contratista protegerá durante la ejecución de las obras todas las superficies hormigonadas contra cualquier tipo de agresión, como pisadas, rodaduras, vibraciones del encofrado, etc. hasta que el hormigón esté totalmente curado, así como contra variaciones de temperatura, lluvias, corrientes, aguas heladas, sobrecargas, y cualquier otro tipo de acción que pudiera causarles daños.

Juntas de Hormigonado

Se ejecutarán de acuerdo con el artículo 71º de la EHE. No se harán más juntas de hormigonado que las previstas en los planos, y aquellas que, sin estar previstas en los planos, hayan sido autorizadas por escrito por la Dirección Facultativa.

La posición, forma y refuerzos de las juntas de construcción serán las indicadas en los planos del Proyecto o, en su defecto, las propuestas por el Contratista y aprobadas por la Dirección Facultativa.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante al menos 10 días, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

El tratamiento de la junta, antes de continuar el hormigonado se hará por alguno de los procedimientos autorizados por la EHE, pero en todo caso con la aprobación de la Dirección Facultativa.

No se permitirá el vertido de hormigón sobre otro anterior cuando éste no sea susceptible de ser vibrado, porque se haya iniciado el principio de fraguado o cuando la Dirección

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Facultativa estime que puede ser perjudicial a la adherencia entre las armaduras y el hormigón. Si se produce, por consiguiente, una nueva junta de construcción, y si está situada en lugar no aceptable a juicio de la Dirección Facultativa, se deberá picar y demoler el hormigón necesario con el fin de trasladar la junta a la posición debida, siendo todos estos trabajos a expensas del Contratista.

La Dirección Facultativa podrá exigir la utilización de resinas epoxi para la ejecución de las juntas de hormigonado.

Se exigirá la utilización de resinas epoxi para la reparación de coqueras y otros defectos en el hormigón. La forma de realizar esta reparación deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa y será a expensas del Contratista. No podrá efectuarse ninguna reparación sin autorización previa de la Dirección Facultativa.

En las cimentaciones de los aerogeneradores no se admiten juntas de hormigonado, únicamente la resultante de hormigonar la corona de la virola en una segunda fase.

Hormigonado bajo el Agua

No se permitirá verter el hormigón en presencia de agua, especialmente en cimentaciones, siempre que exista la posibilidad de evitarla. Cuando no sea así, se podrá hormigonar en presencia de agua con la autorización previa de la Dirección Facultativa.

En ningún caso se autorizará el hormigonado bajo el agua cuando exista barro o lodo que pueda contaminar el hormigón o disminuir los recubrimientos exigidos, ni cuando el agua tenga una velocidad superior a 0,5 m/s, o una temperatura inferior a 2ºC.

Cuando se vaya a hormigonar bajo el agua, la dosificación mínima de cemento será de 350 kg/m3.

La consistencia será lo suficientemente plástica para no tener que moldear el hormigón dentro del agua.

La colocación se hará de forma continua para evitar la formación de capas. Se empezará por uno de los extremos progresando lentamente y en dirección opuesta a la corriente, cuando el agua esté dotada de velocidad, y teniendo cuidado de que el hormigón no se vierta directamente en el agua, sino sobre la mezcla ya vertida.

La colocación del hormigón bajo el agua se hará con la utilización de trompa, de modo que el extremo de la misma esté siempre sumergido en él.

Hormigonado en Tiempo Frío

Se atenderá a lo especificado en el artículo 72º de la EHE y a la ET específica de GS Natural Fenosa Renovables.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Ningún ingrediente utilizado deberá contener hielo, nieve, o cualquier elemento deteriorante.

La utilización de acelerador de fraguado y/o los métodos a emplear para garantizar la calidad del hormigón colocado deberán ser aprobados previamente por la Dirección Facultativa.

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5ºC. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0ºC.

Una vez se haya vertido el hormigón, la temperatura del mismo deberá mantenerse por encima de 5ºC hasta que se haya endurecido lo suficiente.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de 0ºC.

En los casos en que, por necesidad, se hormigone en tiempos de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas de las características resistentes del material.

El hormigón deberá protegerse de la helada, por procedimientos suficientemente sancionados por la práctica, durante un intervalo mínimo de 72 h. Si se emplea cemento aluminoso o aceleradores de fraguado, el intervalo mínimo podrá rebajarse a 36 h.
En todo caso, los procedimientos empleados para calentar el hormigón y el encofrado, no deben tener ningún efecto de secado sobre el hormigón.

Al comienzo de los trabajos el Contratista propondrá a la Dirección Facultativa, para su aprobación, un procedimiento de curado del hormigón que fijará las medidas a tomar cuando la temperatura mínima diaria descienda de +5ºC en dos días sucesivos.

Este procedimiento deberá indicar al menos lo siguiente:

- Situación y número de termómetros de intemperie a colocar en los distintos lugares de la obra.
- M2 de lámina de plástico o lonas dispuestos en obra para la protección de las superficies de hormigón.
- Tabla de tiempos desencofrado/temperaturas en los N días desde el hormigonado.
- Nº de probetas de información a conservar en el mismo lugar y condiciones de la pieza hormigonada y que servirán para controlar el comportamiento del hormigón.
- Métodos y maquinaria dispuesta para calentar materiales.
- Duración de las medidas de protección.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa del Director Facultativo.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Hormigonado en Tiempo Caluroso

Se atenderá a lo especificado en el artículo 73º de la EHE.

Se adoptarán las medidas necesarias para que la temperatura de la masa de hormigón en el momento de colocarse en obra no sea superior a 30ºC.

Cuando la temperatura ambiente sea superior a 40ºC o haya un viento excesivo, solamente se podrá hormigonar con autorización previa de la Dirección Facultativa. Para ello el Contratista deberá presentar, con anterioridad al comienzo de la puesta en obra del hormigón, una propuesta de método a emplear para evitar la desecación de la masa durante su fraguado y primer endurecimiento.

Deben tomarse las precauciones necesarias para que el hormigón se mantenga húmedo durante el proceso de fraguado para asegurar la correcta hidratación del cemento. Éstas pueden ser el regado de la losa (10 días) o el cubrimiento de ésta con una capa de parafina que evite la pérdida de humedad. Cualquier método utilizado deberá ser comprobado y validado por el Director Facultativo.

Al comienzo de los trabajos, el Contratista propondrá a la Dirección Facultativa, para su aprobación, un procedimiento de curado del hormigón que fijará las medidas a tomar cuando las temperaturas máximas diarias superen los 35ºC en 2 días sucesivos.

Este procedimiento deberá indicar, al menos, lo siguiente:

- Situación y número de termómetros de intemperie a colocar en los distintos lugares de la obra.
- M3 de arena dispuestos en obra para la protección de las superficies de hormigón.
- Nº de operarios y turnos de trabajo.
- Toldos y estructuras que dispondrá en obra para protección de superficies.
- Redes provisionales de agua a instalar o en su defecto maquinaria auxiliar que dispondrá en obra.
- Duración de las medidas de protección.

Rellenos de Mortero Bajo Placas de Asiento y en Cajetines o Manguitos

Previamente al relleno de mortero y antes que se monte la estructura o equipo, se prepararán todas las superficies que deben recibir el mortero limpiándolas de todos los materiales de desecho, agua, aceite, grasa, pintura, etc. A continuación, se picará la capa superior del hormigón y se retirará toda la materia extraña usando abundante agua.

Cuando las estructuras o equipos estén alineados y nivelados y así lo indique la Supervisión de Obra, el contratista realizará una nueva limpieza y procederá a humedecer la superficie de hormigón sin que se produzcan encharcamientos.

A las dos o tres horas siguientes, se procederá a verter el mortero de relleno solamente por un lado de la placa de asiento, de forma que rellene perfectamente todos los huecos,

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

manguitos y cajetines y obtener un apoyo uniforme bajo el total de la superficie de la placa de asiento. Se colocará de una sola vez y se compactará mediante apisonado o retacado con barra metálica hasta eliminar todas las burbujas y vacíos.

Una vez que haya endurecido el mortero, se quitarán las cuñas, tornillos de nivelación, placas de suplemento y otros medios empleados bajo la base de sustentación y se rellenarán con mortero los espacios vacíos producidos por su extracción. Una vez endurecida la superficie del mortero, se rematarán los bordes a 45º.

Los espesores de la capa de mortero estarán de acuerdo con los planos de construcción.

Cuando en los planos se especifique un tipo de mortero especial, para su colocación se seguirá el procedimiento recomendado por su fabricante.

Ejecución de Juntas de Estanqueidad

La posición y dimensiones serán las que se indiquen en los planos de Proyecto.

Para su ejecución se seguirán las instrucciones recomendadas por el fabricante y aprobadas por la Dirección Facultativa, en particular en lo que se refiere a la soldadura de las bandas entre sí, tanto en prolongación como en ángulo plano, curva, diedro, etc. y en lo referente a la sujeción de las bandas al encofrado y/o a las armaduras.

Descabezado de Pilotes

Las cabezas de los pilotes de hormigón, se demolerán hasta dejarlas al nivel especificado en los planos y si estuviesen afectados por la maza, en el caso de pilotes hincados, se sanearán en la longitud suficiente.

Cuando los pilotes sean hormigonados "in situ", no se demolerá su cabeza en tanto no sean aceptados por la Supervisión de Obra, procediendo después a la demolición de la cabeza en una longitud mínima de 50 cm.

La operación de descabezado incluirá, en cada caso, la preparación de la cabeza para enlazar con la unidad de obra inmediata, por lo que se enderezarán y limpiarán las armaduras y, en caso de pilotes metálicos, se soldarán patillas de enlace de igual manera.

Si se trata de pilotes pretensados, se preparará una jaula de armaduras para conectar cabeza y cimentación.

Debajo de los encepados se colocará una capa de 10 cm de hormigón de limpieza.

Inspección y Control

El control de los hormigones se efectuará de acuerdo con las prescripciones de los capítulos XV y XVI de la EHE, y con esta Especificación.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Los niveles de control para el hormigón, y el acero serán los indicados en los planos del Proyecto.

El Contratista, antes de iniciar los trabajos, presentará a la Dirección Facultativa un procedimiento de ensayos y control de obra. Para los ensayos no periódicos avisará a la Dirección Facultativa con la suficiente antelación para que pueda asistir y comprobar los resultados.

En todo caso los resultados de los ensayos realizados por el Contratista deberán ser enviados a la Dirección Facultativa.

Por otra parte, el Contratista facilitará a la Dirección Facultativa el acceso al Laboratorio de Obra y a aquéllos que realicen ensayos para la misma obra. Asimismo, le facilitará también el acceso a la documentación no económica de la obra, a los distintos tajos o lugares de trabajo, y a los talleres o instalaciones de terceros donde se realicen trabajos con destino a la misma.

Control de Armaduras

El control de la calidad de los aceros que se empleen se efectuará de acuerdo con el artículo 90º de la EHE, según el nivel de control fijado en los planos de Proyecto.

La modalidad de control será el control normal.

No se aceptarán partidas que no lleven el certificado de garantía del fabricante.

Las barras de refuerzo se entregarán por el productor o el importador, el cual debe poseer un sello de calidad reconocido.

Las barras de refuerzo que estén curvadas, deberán ser acompañadas por un informe del fabricante indicando el tipo de barra y su fabricación.

Es responsabilidad del Contratista revisar en el envío que el tipo y la dimensión de las barras de refuerzo son correctas.

La documentación, albaranes, etc., deberán estar incluidos en el parte de control.

Respecto a la fabricación de las armaduras las tolerancias serán las siguientes:

- Longitud de corte ± 25 mm.
- Altura y longitud de barras dobladas 0, -12 mm.
- Estribos y cercos ± 12 mm.
- Todos los demás doblados ± 25 mm.

En la colocación de las armaduras las tolerancias serán:

- Recubrimiento:
  - Cimentaciones o grandes volúmenes de hormigón ± 10 mm.
  - Estructuras ± 6 mm.
  - Losas ± 6 mm.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Distancia entre barras:
  - Cimentaciones o grandes volúmenes de hormigón ± 15 mm.
  - Estructuras ± 6mm.
  - Losas ± 6mm.

Control del Cemento

Los ensayos relativos al control del cemento se realizarán según los Artículos 26 y 81 de la EHE. Los resultados de los ensayos realizados deberán ser facilitados al Director Facultativo.

Control de los Áridos

Los ensayos relativos al control de los áridos se realizarán según los Artículos 28 y 81 de la EHE. Los resultados de los ensayos realizados deberán ser facilitados al Director Facultativo.

Control de la arena

Los ensayos relativos al control de la arena se realizarán según los Artículos 28 y 81 de la EHE. Los resultados de los ensayos realizados deberán ser facilitados al Director Facultativo.

Control del agua

Los ensayos relativos al control del agua se realizarán según los Artículos 27 y 81 de la EHE. Los resultados de los ensayos realizados deberán ser facilitados al Director Facultativo.

Control del hormigón

Cuando se utilice hormigón realizado fuera de la obra, el control de la composición de éste puede basarse en los resultados del control de calidad de la empresa hormigonera, si está en posesión de un sello de calidad reconocido.

Se debe realizar un control estadístico según las directrices de la norma EHE, de la resistencia y consistencia del hormigón.

Cada carga de hormigón fabricado en central irá acompañada de una hoja de suministro de la cual se entregará una copia Director Facultativo. Deberá indicar todas las condiciones en las que se ha fabricado y transportado el hormigón. La fabricación del

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

hormigón debe cumplir las especificaciones de los Artículos 30 y 39 de la norma EHE. El control debe llevarse a cabo según los Artículos 82 a 89 de la citada norma.

La modalidad de control será el control estadístico.

Se debe recoger muestras de 4 camiones por cada cimentación, escogidos aleatoriamente. De las muestras de cada camión se obtendrán 6 probetas. Se realizarán ensayos de compresión para cada camión conforme a la siguiente tabla:

Probeta	Fecha de rotura	Resistencia
1	7 días	
2	7 días	
3	28 días	
4	28 días	
5	Reserva	
6	Reserva	

Test de resistencia a compresión.

Una vez conocidos los resultados de resistencia de las 8 probetas (2 por camión) a 7 días, se obtendrá la resistencia característica estimada, fest conforme a lo indicado en el Art. 88.4 de la norma EHE.

Como norma general, no dará comienzo al montaje del aerogenerador hasta que se conozcan los resultados de la resistencia de compresión a 28 días y sean satisfactorios. Si el Director Facultativo lo estima conveniente, se podrá proceder al montaje 21 días después del hormigonado conforme a lo indicado en los puntos siguientes, tomando como base los resultados obtenidos de fest:

1. Si los ensayos a 7 días dan como mínimo el 80% de la resistencia característica de proyecto (24 MPa para el hormigón HA - 30) y a 21 días como mínimo 90% (27 MPa para el hormigón HA-30), se podrá montar la cimentación a 21 días.
2. Si a 7 días no alcanza como mínimo el 80% o a 21 días el 90%, se medirá la resistencia a 28 días.
3. Si la resistencia a 28 días alcanza como mínimo el 90% de la resistencia característica, se podrá montar la cimentación.
4. Si la resistencia a 28 días es inferior al 90% de la resistencia característica, se consultará con el departamento de ingeniería de GE.

<u>Petición de Hormigonado</u>

Antes de iniciarse la puesta en obra del hormigón y con una antelación de al menos 24 h, el Contratista solicitará de la Dirección Facultativa, por duplicado, la correspondiente autorización de hormigonado, indicando la unidad o tajo que se va a hormigonar, la

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

cantidad aproximada de hormigón a colocar en m3, la fecha y la hora aproximada de comienzo del hormigonado.

Inspección y Control Previos al Hormigonado

A partir de la petición de autorización para hormigonar presentada por el Contratista, la Dirección Facultativa efectuará una inspección y control previos al hormigonado comprobando las cimbras y encofrados, la preparación de las juntas, la limpieza de las superficies de contacto, las armaduras, los elementos embebidos, los pernos de anclaje, etc. para ver si reúnen las condiciones prescritas.

El criterio de aceptación será el cumplimiento de todas y cada una de las prescripciones que le son de aplicación según el articulado de esta Especificación.

Autorización de Hormigonado

A partir de los resultados de la inspección y control efectuados, si los resultados son satisfactorios, la Dirección Facultativa dará la autorización por escrito al Contratista, reservándose para sí una copia de la misma.

Esta autorización no eximirá al Contratista de su responsabilidad respecto a la obra ni a los materiales que pudieran acusar deficiencias con posterioridad a la ejecución.

En el caso de que los resultados de la inspección y control fuesen negativos, la Dirección Facultativa denegará la autorización, comunicándolo al Contratista por escrito e indicando los motivos de la denegación.

Control de Calidad del Hormigón

Se hará de acuerdo con lo prescrito en el artículo 82º de la EHE.

Control de la Consistencia del Hormigón

Se atenderá a lo especificado en el artículo 83º de la EHE.

Control de la Resistencia del Hormigón

Se efectuará de acuerdo con el artículo 84º de la EHE y con esta Especificación.

El control será de tipo estadístico y el nivel será el que se indique en los planos del Proyecto. Se atendrá a los especificados en el artículo 88º de la EHE.

El número de determinaciones de resistencia de amasadas, N, no será inferior a 6 por cada parte de obra, definida ésta según el cuadro 88.4.a. de la EHE, y a menos de 6 diarias, cuando el hormigonado diario sea inferior a las cantidades del citado cuadro. El número de probetas para cada determinación de resistencia no será inferior a dos.

VISADO ELECTRÓNICO MEDIANTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Además, por cada parte de obra se tomarán tres probetas adicionales, de las cuales dos serán rotas por compresión a los 7 días, y la tercera se conservará hasta el final de la obra.

La resistencia media de las probetas a los 7 días servirá únicamente para tomar decisiones respecto a la dosificación, para garantizar la obtención a los 28 días, en series sucesivas, la resistencia característica especificada en los planos. Si la rotura de las probetas a los siete días se produjera una carga media inferior a 0,6 f ó 0,7 f (según se use cemento de endurecimiento normal o de endurecimiento rápido), e1 Contratista modificará la fórmula de trabajo y aumentará al doble el número de probetas de control hasta que cuatro series consecutivas rompan a una carga media independientemente de las medidas que el Contratista, en todo caso, deberá adoptar para averiguar la causa de la disminución de resistencia, de cuyas causas y del procedimiento de corrección informará a la Dirección Facultativa para su aprobación.

Con las probetas ensayadas a los 28 días de edad se determinará la resistencia característica estimada, que deberá ser, en cualquier serie de la realizada, mayor o igual a la especificada en los planos.

Además de las probetas indicadas para cada parte de obra, se tomarán tres más para romper dos a 7 días con la finalidad indicada en control a nivel normal, y conservar la restante.

Las decisiones a adoptar en función de los datos aportados por los ensayos de rotura de probetas de cada uno de los lotes en que se dividen las obras de hormigón, se basarán en los criterios contemplados en el artículo 88.5 de la EHE.

4.2.15 Aspecto de la Obra Acabada y Tolerancias

Al ser retirados los encofrados, las superficies que presenten defectos, no se parchearán o arreglarán hasta que la Dirección Facultativa lo decida.

Las superficies vistas, si existieran, de las piezas o estructuras, una vez desencofradas o desmoldadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto exterior, o dejen armaduras en contacto con la atmósfera o la tierra de relleno.

El sistema de tolerancias a observar en cualquier aspecto de la realización de la obra de la cimentación deberá cumplir lo especificado en el Artículo 96 de la Norma EHE.

Las partes de superficie de hormigón que resulten defectuosas, a juicio de la Dirección Facultativa, serán picadas hasta profundizar más allá de la armadura para sanear el hormigón y se reemplazará por hormigón de la misma mezcla de que esté hecho el elemento.

Todas las cavidades o coqueras que la Dirección Facultativa no incluya como defectuosas se rellenarán o parchearán con mortero de cemento, pero profundizando al menos 25

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

mm en el hormigón, tomando la precaución de aplicar encofrado del mismo tipo que el empleado, para que resulte el mismo aspecto del hormigón visto.

Las superficies reparadas se curarán en la misma forma dicha para el hormigón.

El Contratista realizará los acabados en la forma y de la manera que se describe en los planos.

Cuando en los planos no se especifique el tipo de acabado a emplear, todas las losas, escaleras y plataformas de hormigón se terminarán con un acabado fratasado que se realizará apisonando el hormigón mediante herramientas adecuadas que alejen los áridos gruesos de la superficie y enrasado con un reglón. A continuación, con el hormigón fresco, pero suficientemente endurecido para soportar el peso de un hombre sin dejar huella, se fratasará hasta que el árido grueso no sea visible y aflore humedad a la superficie.

Tolerancias

La situación de cualquier elemento estructural no diferirá de la indicada en los planos en ± 5 mm.

Las elevaciones de los distintos elementos estructurales, no diferirán de las indicadas en los planos en ± 5 mm.

Las dimensiones de elementos estructurales de hormigón (espesores, escuadrías, recubrimientos, etc.), no diferirán de las indicadas en los planos en ± 2 mm.

La desviación respecto a la verticalidad de cualquier elemento o conjunto de elementos estructurales, no será mayor de una milésima de la altura.

La colocación de cualquier grupo de pernos de anclaje, no diferirá de la indicada en los planos en ± 2 mm, y dentro de un mismo grupo, la colocación de pernos de anclaje entre sí no diferirá en ± 5 mm de los indicados en los planos.

La planitud de elementos superficiales será tal que, comprobados con un reglón de 5 m de longitud en cualquier dirección, no exista una distancia superior a 10 mm entre reglón y superficie para elementos ocultos y 5 mm en hormigones vistos. En pavimentos la tolerancia será de 3 mm comprobados con regla de 3 m.

Después del desencofrado, y antes de proceder a la ejecución de la unidad siguiente que afecte a la anterior, el Contratista realizará el correspondiente control geométrico, informando a la Dirección Facultativa de los resultados del mismo. En caso de aparecer valores superiores a los indicados anteriormente, se procederá de acuerdo a lo que ordene la Dirección Facultativa en cuanto a aceptación, reparación o demolición de la pieza correspondiente.

Las limitaciones en cuanto a resistencias medias del hormigón y tolerancias dimensionales, no son exclusivas en cuanto a la recepción de la obra. La Dirección Facultativa indicará las pruebas y ensayos a realizar con objeto de comprobar si la pieza

VISADO ELECTRÓNICO
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

hormigonada cumple con los fines previstos en el Proyecto, en cuanto a cualquier otra característica definida en el mismo, tales como permeabilidad, densidad, etc.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5. CONDICIONES TÉCNICAS. INFRAESTRUCTURAS

5.1 ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES

Se refiere este capítulo a las características principales de los elementos citados a continuación. En la memoria del Proyecto se especifica detalladamente la totalidad de componentes de la infraestructura eléctrica.

5.1.1 Conductores

Se refiere el presente capítulo a las características principales de los conductores de los siguientes circuitos:

- Señalización y maniobra aerogeneradores - puesto central de control.
- Potencia aerogeneradores - Centros de transformación.
- Conexión interior transformador - aparellaje distribución secundaria.
- Interconexión en 30 kV: distribución secundaria.
- Interconexión en 30 kV: distribución secundaria - distribución primaria.
- Red de tierra para las diferentes instalaciones y aerogeneradores.
- Señalización y maniobra subestación - puesto central de control.

Los **conductores señalización y maniobra** de los aerogeneradores serán de fibra óptica con las siguientes características:

Tipo fibra	Monomodo
Especificación fibra	10/125μm
Construcción	Holgada
Nº de fibras	12
Cubierta interna	Polietileno
Armadura	Acero Corrugado
Cubierta externa	Polietileno

Los **conductores de Baja Tensión** serán los facilitados por el fabricante de aerogeneradores, de sección adecuada a la intensidad a transportar, y con las secciones mínimas del conductor de tierra fijada por la ITC BT 008. El aislamiento será de etileno propileno (HEPR) para un nivel de 0,6/1 kV y recubrimiento de PVC color negro. Deberán llevar grabada, de forma indeleble, la identificación del conductor y nombre del fabricante.

Los empalmes se realizarán a partir de manguito metálico con unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. Todos los conductores estarán identificados en los extremos mediante codificación numérica de borna y equipo receptor, reflejándose en planos de cableado.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Los **conductores de Media Tensión** serán unipolares y apantallados sin armadura, de sección adecuada a la intensidad máxima de transporte. El material de aislamiento será etileno propileno (HEPR) y para un nivel de aislamiento de 18/30 kV. La pantalla del conductor se utilizará para tener a lo largo de toda la instalación un conductor de tierra de sección equivalente a una fase.

Las pantallas estarán unidas eléctricamente entre sí. Deberá llevar grabada, de forma indeleble, cada 30 cm, la identificación del conductor, nombre del fabricante y año de fabricación, tal y como se indica en las Normas UNE 21.123 y R.U. 3.3.05.

Los conductores serán de cobre o aluminio, según se indica en los cálculos eléctricos que se adjuntan en el Proyecto.

Para la ejecución de empalmes se podrá utilizar para interior kit terminal o cono deflector, debiéndose utilizar para exterior botella terminal de cono premoldeado o terminal para exterior con aislador de porcelana. Estarán constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales. El aislamiento será reconstruido a partir de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora capa exterior, cinta metálica de reconstrucción de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Las características básicas de los conductores a emplear, que responderán a las especificaciones que establecen las normas internacionales en vigor, de acuerdo con la tensión y condiciones de servicio a que vayan destinados, son las indicadas en la memoria del Proyecto, así como en el anexo de cálculos correspondiente.

La **red de tierras** de cada aerogenerador y de la subestación se realizará según el procedimiento del fabricante del aerogenerador. En cualquier caso, será necesario realizar las medidas de la resistencia específica de los terrenos en los que se ubicará cada una, considerándose estas mediciones de carácter obligatorio de acuerdo con lo estipulado en el MIE-RAT-013, dado el nivel de defecto al que puede verse sometida la instalación.

La tabla de resultados deberá incluir, de forma ineludible, como mínimo los datos siguientes:

- Numero de mediciones realizadas.
- Situación en plano de planta de los puntos ensayados.
- Resultados obtenidos en cada uno de ellos.
- Aparato o dispositivo con el que se han realizado.
- Fecha de la realización de los ensayos.

En cualquier caso, los materiales empleados para la puesta a tierra deberán tener como mínimo las siguientes características:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

- El conductor enterrado será de cobre electrolítico, de calidad semidura, y su sección no será inferior a 50 mm².
- Las tiradas longitudinales y transversales de la retícula enterrada serán continuas no admitiéndose ningún tipo de empalme ni entre conductores ni entre este y las derivaciones a las estructuras.
- La fijación de la malla a las estructuras se realizará mediante grapa para cable pasante de la sección adecuada sobre la estructura mediante tornillería de acero inoxidable, de la que derivará el cable de toma de tierra de la aparamenta.

La unión de las mallas a las picas de tierra, si es que se decide su colocación, se realizará también con soldaduras aluminotérmicas.

Una vez la instalación en servicio y totalmente concluida se realizarán las medidas de las tensiones de paso y de contacto, bajo los siguientes condicionantes:

Estas mediciones se realizarán con los dispositivos adecuados que permitan simular el defecto de forma que la intensidad empleada en el ensayo sea como mínimo el 1% de la intensidad de defecto para la cual ha sido dimensionada la instalación sin que esta pueda ser inferior a 50 A.

Si, realizadas las mediciones, estas no fueran satisfactorias, se procederá a la ampliación o a la modificación de la red de tierra instalada hasta conseguir los valores adecuados.

Pruebas y ensayos

Las pruebas y ensayos a los que deberán ser sometidos los conductores a instalar en la instalación eléctrica de B.T. y M.T. del Parque, serán al menos las siguientes:

Baja Tensión

El fabricante facilitará un acta de pruebas realizado por entidad colaboradora y someterá a los cables a los siguientes ensayos:

- Prueba de tensión a frecuencia industrial.
- Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.
- Medida de la resistencia de aislamiento.
- Medida de espesores de aislamiento y cubiertas.
- Comprobación de la reticulación del aislamiento.

El Contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos:

- Medida de resistencia de aislamiento (en bobina).
- Medida de resistencia de aislamiento (montado).
- Prueba de continuidad.
- Resistencia de la red de tierras

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Media Tensión

El fabricante facilitará un acta de pruebas realizado por entidad colaboradora y someterá los cables a los siguientes ensayos:

- Prueba de tensión a frecuencia industrial.
- Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.
- Ensayo de descargas parciales.
- Verificación de las características geométricas.
- Medida de la resistencia de aislamiento a temperatura ambiente.

El Contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos para cada cable:

- Medida de resistencia de aislamiento (en bobina).
- Medida de resistencia de aislamiento (montado).
- Prueba de continuidad.
- Resistencia de la red de tierras.

Todos los ensayos se realizarán de acuerdo con la Norma UNE 21-123 y serán efectuados en presencia de un inspector designado al efecto por la Ingeniería. Las actas correspondientes estarán firmadas por las partes.

5.1.2 Aparellaje de Media Tensión

Celdas de medida tensión en Aerogeneradores

Conjunto de celdas de media tensión de corte y aislamiento en SF6, ubicadas en cada centro de transformación en el interior de la torre de cada aerogenerador, siendo sus características las descritas en la Memoria.

Se utilizarán celdas prefabricadas y modulares, que se ajustarán a las normas UNE, CEI y las recomendaciones UNESA correspondientes. Estarán diseñadas para su utilización en instalaciones interiores (IPmínimo-51).

Estarán construidas a partir de chapa de acero de alta calidad, plegada, formando un conjunto mecánicamente resistente frente a los esfuerzos originados por las vibraciones normales de operación y por posibles esfuerzos electrodinámicos.

Las celdas que formen una sección de maniobra y protección deberán estar separadas eléctrica y mecánicamente, a fin de asegurar su independencia y evitar la propagación de defectos entre celdas contiguas. Las puertas de acceso permitirán la manipulación, montaje y desmontaje del aparellaje.

Deberán estar diseñadas para soportar, sin deformación, los efectos explosivos de un cortocircuito en el interior de la celda.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

La observación del estado de conexión del aparellaje podrá hacerse de forma directa, a través de una mirilla protegida por una placa con el adecuado grado de protección frente al impacto.

Con el fin de impedir maniobras prohibidas, las celdas dispondrán, entre otros sistemas de seguridad, de los correspondientes enclavamientos mecánicos.

Se establecerá un circuito de puesta a tierra anclado en la estructura de las celdas conectándose a este sistema los herrajes y las partes móviles por medio de trenzas flexibles de cobre.

Una vez terminada su instalación deberán ser sometidas a las siguientes pruebas:

- Operación mecánica sin tensión en el circuito principal.
- Operación mecánica de los elementos móviles y enclavamientos.
- Pruebas de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación del cableado conforme a los esquemas eléctricos.
- Ensayo a frecuencia industrial del circuito principal, UNE 20099.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo a onda de choque.
- Verificación del grado de protección.

Embarrado General de Celdas

El embarrado incluido está dimensionado para soportar, además de la intensidad nominal, las intensidades térmicas y dinámicas asignadas.

Piezas de Conexión entre Celdas

El elemento para realizar la conexión eléctrica y mecánica entre celdas se denomina "conjunto de unión". Permite la unión del embarrado de las celdas sin pérdida de SF6.

El conjunto de unión está formado por tres adaptadores elastoméricos enchufables que, montados entre las tulipas de los laterales de las celdas a unir, dan continuidad al embarrado y sellan la unión, controlando el campo eléctrico por medio de las capas semiconductoras.

El sistema permite mantener los valores característicos de aislamiento, intensidades nominales y de cortocircuito que las celdas tienen por separado.

Conexión con cables

Las acometidas de media tensión y las salidas al transformador o celda se realizan con cables. Las uniones de estos cables con los pasatapas correspondientes deben ejecutarse con terminales enchufables de conexión reforzada (atornillables), y apantallados.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Los terminales enchufables de conexión reforzada se requieren cuando la intensidad de cortocircuito es de 16 kA o superior.

Cabinas de media tensión en Edificio de Control

El vendedor suministrará el cuadro totalmente ensamblado y cableado. Si por necesidades de transporte debe fraccionarse el equipo, serán objeto de suministro por el Vendedor los accesorios necesarios para el ensamblaje completo del equipo.

Las cabinas dispondrán de taladros rasgados para su fijación por otros a los espárragos de anclaje. Los cables de control que deban salir al exterior del cuadro terminarán en regletas de bornas adecuadas y fijadas en lugar accesible en el interior del mismo. El Vendedor suministrará y fijará los prensaestopas de los cables de fuerza y control.

Las cabinas serán individuales y unidas entre sí mediante tornillos, fabricadas en chapa de acero de espesor mínimo de 2 mm, a prueba de polvo, autoportantes, para montaje sobre el suelo y totalmente cerradas.

Estarán divididas en compartimentos para proporcionar la máxima protección contra los arcos que puedan ocurrir en celdas adyacentes en caso de cortocircuito, existiendo un compartimento de barras y compartimentos individuales para cada uno de los interruptores o seccionadores de salida.

La parte inferior del cuadro quedará totalmente cerrada, con los huecos necesarios para el paso de cables.

Las puertas y otras aberturas estarán provistas de juntas de neopreno, y equipadas con cerraduras que aseguren una apertura y cierre seguros, sin necesidad de uso de herramientas especiales. Por el contrario, las cubiertas fijas se deberán poder abrir únicamente con herramientas especiales.

El cuadro estará preparado para la posibilidad de su ampliación futura por ambos extremos. Se deberá poder realizar esta ampliación sin necesidad de modificar las cabinas extremas.

Las cabinas deberán ser tratadas, tanto en su interior como en su exterior, con una protección contra la corrosión.

Todos los elementos del cuadro deberán ser accesibles bien por el frente del mismo o por su parte posterior, para su ensayo o mantenimiento, sin interferir con los elementos adyacentes.

Las cabinas estarán preparadas para la conexión de los cables principales por su parte posterior, o anterior, debiendo estar equipadas con los elementos necesarios para la conexión, terminación y soportes de los cables. Éstos entrarán en la cabina por la parte inferior, debiéndose prever las correspondientes placas de sellado para cerrar el compartimento una vez que los cables estén instalados. En caso de que se requieran

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

embarrados para la alimentación del cuadro, su acometida se realizará por la parte superior de éste.

Todos los elementos auxiliares estarán montados en una posición fácilmente accesible. El calibrado y mantenimiento de los relés deberá ser posible sin cortar la alimentación a otros equipos.

Las barras, tanto horizontales como verticales, serán de cobre duro electrolítico y adecuadas para soportar la carga continua e instantánea especificada.

Se instalará una única barra por fase. La densidad de corriente máxima admisible en cada barra será de 1 A/mm2.

Las conexiones se realizarán por medio de tornillos, tuercas y arandelas de acero galvanizado o cadmiado, con dispositivo de seguridad contra aflojamiento, las superficies de contacto de las barras estarán plateadas o estañadas.

Los soportes de barras deberán estar construidos de materiales aislantes, no higroscópicos, de la mejor calidad.

En caso de largas longitudes de barras, el Vendedor proveerá de acuerdo con su práctica las necesarias juntas de expansión para no sobrecargar los soportes de las barras.

En los compartimentos de barras no se instalará nunca otro cableado auxiliar.

Las barras estarán identificadas por los siguientes colores:

- Fase T Rojo.
- Fase S Amarillo.
- Fase R Negro.
- Neutro Azul.
- Tierra Verde y amarillo.

Se instalará una barra de tierra a lo largo del cuadro para poner a tierra todos sus elementos. Todas las partes metálicas del cuadro que no estén en tensión, incluyendo la armadura de los cables, deberán estar conectadas a esta barra de tierra. La sección de la barra de tierra será como mínimo de 150 mm2. Se preverán terminales adecuados para cable de cobre de 50 mm2 en ambos extremos de la barra de tierra.

Las cabinas tendrán en su parte inferior posterior un compartimento para la entrada de cables de suficiente altura para que estos no sufran curvaturas de radio menor que 10 veces su diámetro.

Se suministrarán con el cuadro los soportes y abrazaderas adecuados para la sujeción de los cables. Dichos soportes tendrán los dispositivos necesarios para la puesta a tierra de la armadura de los cables. Se tomarán precauciones adecuadas para asegurarse de que no se formarán circuitos magnéticos alrededor de los cables unipolares o de cables que puedan llevar corrientes desequilibradas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Todas las regletas de terminales estarán situadas en posiciones accesibles para su inspección y mantenimiento, y como mínimo a una distancia de 300 mm del suelo, y 150 mm de cualquier otro elemento. Tendrán un 20% de bornas de reserva.

Todo el cableado de fábrica se hará con cable de aislamiento plástico de tensión nominal 1000 V, tensión de prueba durante un minuto de 2000 V y sección mínima de 2,5 mm2 para control, 1,5 mm2 para circuitos de señal y 4 mm2 para fuerza. La totalidad de cableado se realizará con cable flexible tipo AFUMEX de PIRELLI o similar.

Tanto los cables de control como las regletas terminales estarán numeradas individualmente. Las regletas serán de presión por lengüeta y de tensión nominal de 500 V.

El cuadro estará provisto de rótulos de identificación en cada cabina en su parte frontal y posterior. Los rótulos se realizarán en plástico laminado negro con letras blancas de 10 mm de altura. Tendrán 20 mm de altura cuando lleven una sola línea y 35 mm cuando lleven dos líneas.

Todos los elementos instalados en el cuadro estarán adecuadamente identificados de acuerdo con los esquemas de cableado, y tendrán situadas las placas de características en lugar visible.

Todas las cabinas dispondrán de un sinóptico en el que se indicarán los aparatos principales que componen esa cabina, realizado en material inalterable fijado a la cabina con tornillería resistente a la corrosión.

El equipo eléctrico contenido en las diferentes cabinas será el descrito en la memoria del Proyecto, con las indicaciones del diagrama unifilar.

Resto de Aparellaje de Media Tensión

Los elementos de infraestructura eléctrica de media tensión no citados hasta ahora serán los descritos en la memoria del Proyecto, y tendrán, como mínimo, las características indicadas en el diagrama unifilar.

5.1.3 Aparellaje de Baja Tensión y Equipos Auxiliares

Baja Tensión en Aerogeneradores

Se describen en este apartado los elementos principales del aparellaje de baja tensión en 650 V que habrán de disponerse en cada centro de transformación y alojados en el correspondiente cuadro general de protección:

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021

VISADO

Armarios de distribución y protección de baja tensión

La distribución y protección en baja tensión se dispondrá en embarrado tripolar de cobre adecuado a la intensidad nominal e intensidad de cortocircuito del transformador. El embarrado principal tendrá, como mínimo, la misma capacidad de carga que el interruptor principal.

Los elementos de protección y maniobra se alojarán en unidades modulares y prefabricadas construidas en chapa electrozincada, protegida y pasivada de 15/10 mm de espesor mínimo con revestimiento de pintura epoxi y poliéster. Todos los fondos, techos y paredes laterales serán elementos separados, extraíbles y dotados de juntas de estanqueidad, y permitirán ampliación por extensión de sus armaduras.

Dondequiera que haya una unión entre barras, éstas estarán plateadas y atornilladas de acuerdo con normas DIN. Todos los embarrados, cables, terminales y conexiones estarán diseñados para una capacidad de 1,5 veces la del interruptor principal a plena carga.

El panel de cada centro de transformación será de dimensiones y módulos suficientes para alojar básicamente las siguientes unidades funcionales:

- Tomas de corriente (servicios auxiliares).
- Medida.

El grado de protección de los armarios será IP-559 y los soportes de piezas bajo tensión serán de material autoextinguible a 960ºC.

Interruptor general automático

Su función específica es la separación y protección en 650 V del aerogenerador y consecuentemente la protección de baja del transformador de potencia correspondiente. Este interruptor estará situado físicamente en la torre del aerogenerador formando parte del suministro de éste.

Serán aparatos de instalación fija y accionamiento automático con cierre y apertura manual, de corte omnipolar y con unas características garantizadas por el fabricante de la máquina para el correcto funcionamiento de ésta.

Servicios auxiliares

Se dispondrán tomas de corriente de 230 V y alumbrado en todos los centros de transformación. Para ello se instalará una línea desde el aerogenerador hasta el centro de transformación.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Telemando y teleseñal

Se contempla el gobierno desde el edificio central de los interruptores de generación, no incluidos en el presente pliego de especificaciones.

Se dispondrá de la señal de estado en el puesto central de todos los elementos de accionamiento motorizado y de los que dispongan de contactos auxiliares para comunicación de estado, tanto en BT como en MT.

Los conductores serán de fibra óptica, de las características apuntadas en el apartado 5.1.2 de este Pliego de Condiciones.

Baja Tensión en Edificio de Control

Armarios distribución y protección de Baja Tensión

La distribución y protección en baja tensión se dispondrá en embarrado tripolar de cobre adecuado a la intensidad nominal e intensidad de cortocircuito del transformador. El embarrado principal tendrá, como mínimo, la misma capacidad de carga que el interruptor principal.

Los elementos de protección y maniobra se alojarán en unidades modulares y prefabricadas construidas en chapa electrozincada, protegida y pasivada de 15/10 mm de espesor mínimo con revestimiento de pintura epoxi y poliéster. Todos los fondos, techos y paredes laterales serán elementos separados, extraíbles y dotados de juntas de estanqueidad, y permitirán ampliación por extensión de sus armaduras.

Dondequiera que haya una unión entre barras, éstas estarán plateadas y atornilladas de acuerdo con normas DIN. Todos los embarrados, cables, terminales y conexiones estarán diseñados para una capacidad de 1,5 veces la del interruptor principal a plena carga.

El grado de protección de los armarios será IP559 y los soportes de piezas bajo tensión serán de material autoextinguible a 960ºC.

Interruptores automáticos

Serán aparatos de instalación fija, accionamiento automático con cierre y apertura manual y de corte omnipolar.

Aparatos de Medida Analógica

Se suministrarán en cada caso en la forma, dimensiones y características que se especifiquen. Serán empotrables, de forma cuadrada o rectangular, con suficiente sensibilidad y provistos de amortiguadores.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Podrán ser de precisión o industriales, de acuerdo con cada aplicación en concreto. Los aparatos de precisión con fuerza antagonista mecánica deberán estar dotados de un dispositivo que permita la corrección del índice "0", en reposo.

Todo el material comprendido en este apartado deberá haber sido sometido a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y mecánica, fusión y cortocircuitos exigidas a esta clase de material en las normas VDE y recomendaciones de la AEE (Asociación Electrotécnica Española).

Sistema de Alimentación en Corriente Continua

Se proyecta la instalación de una unidad centralizada de alimentación de corriente continua basada en baterías Ni/Cd 125 V y 55 A-h equipada con su correspondiente rectificador - cargador y funcionamiento en flotación, situada en la sala de 20 kV.

En caso de falta de corriente alterna de alimentación, la batería de acumuladores será capaz de proporcionar un tiempo de autonomía mínimo de 10 h.

Se utilizarán las siguientes tensiones nominales de corriente continua: 24, 48 y 125 V.

Todos los elementos y piezas necesarias del montaje van incluidos en los correspondientes módulos de racores, regletas, mando, control y embarrado de conexión de aparellaje y disyuntores.

Sistema de Control

El sistema de control se encargará de controlar y monitorizar todas las funciones principales del aerogenerador, a la vez que optimizará de forma continua el funcionamiento del mismo para distintas condiciones de viento existentes.

Dispondrá de dos unidades interconectadas entre sí. El PLC principal, cuya misión fundamental será el control de la potencia de la máquina, y la unidad de control auxiliar o de apoyo, que se encargará fundamentalmente de la comunicación de los distintos componentes de la máquina con la unidad principal, enviando la información recogida por los diferentes sensores.

La unidad de control principal estará formada por los siguientes módulos.

- Módulo de potencia.
- Procesador.
- Módulo de puertas digitales de entrada y salida.
- Módulo de puertas analógicas de entrada y salida.
- Módulo de comunicación entrada/salida (i/o).
- Módulo de comunicación con el panel de control del sistema pitch.

La unidad auxiliar o de control remoto, integrará módulos de expansión para entradas y salidas digitales y analógicas.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

La unidad principal se encontrará, además, conectada a un PC que se utilizará para monitorizar el funcionamiento del aerogenerador. Este ordenador se empleará para la operación, mantenimiento y el arranque de la máquina, permitiendo el control manual y la parametrización del aerogenerador.

Una gran cantidad de datos podrá ser almacenada en el PC del aerogenerador. Se dispondrá también de un módem conectado al PC de forma que se pueda enviar la información del aerogenerador a través de la línea telefónica. De esta forma, será posible controlar la máquina desde otro PC situado lejos del Parque.

Los PC's de todos los aerogeneradores de un parque se podrán conectar entre sí a través de una red de cables de comunicación. Esto permitirá que, desde el PC, cualquier aerogenerador se pueda monitorizar el resto de los PC's de los aerogeneradores del parque.

Además, esta red de PC's se podrá conectar a un ordenador central, situado, generalmente, en la estación de control del parque. Esto permitirá una mayor capacidad de almacenamiento de información sobre el parque y una mejor operación y control del mismo.

5.1.4 Productos Normalizados

Los materiales deberán ser productos normales de fabricantes de reconocida solvencia. Cuando se requieran dos o más unidades de un mismo material, deberán ser producto de un mismo fabricante.

Todos los elementos y piezas necesarias del montaje van incluidos en los correspondientes módulos de racores, regletas, mando, control y embarrado de conexión de aparellaje y disyuntores.

5.2 ESPECIFICACIÓN DE EJECUCIÓN

5.2.1 Transformadores

Ensayos

Serán sometidos como mínimo a los siguientes ensayos, de acuerdo con la Norma ANSI sobre ensayos de transformadores:

- Ensayo tensión aplicada CEI.
- Ensayo tensión inducida CEI.
- Ensayo onda de choque CEI.
- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo grupo de conexión, relación de transformación y polaridad.
- Determinación tensión cortocircuito.
- Determinación pérdidas cortocircuito.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

- Determinación pérdidas en vacío.
- Medida de resistencia de los arrollamientos.
- Ensayo de puesta a tierra.
- Test dieléctrico.
- Medida de nivel de ruido.
- Verificación de sistemas de protección.
- Calentamiento por sistema indirecto.

Serán construidos y ensayados según normas CEI 726, UNE 20.178 y DIN 42.523.

Medición y abono

Estos equipos se medirán como una unidad completa, una vez instalados y probados, y se abonarán a los precios que figuran en el presupuesto.

5.2.2 Red de Baja Tensión

Ejecución

Los cables se montarán fijados directamente a la estructura mediante abrazaderas adecuadas.

Los cables a su salida del terreno se protegerán bajo tubo de acero tipo PG.

Los tubos sobresaldrán del terreno, y cuando la caja de conexiones a la que están unidos los cables esté situada a menos de 1500 mm del terreno, el tubo protector deberá llegar hasta la misma y unirse a ella mediante una conexión estanca adecuada.

Los cables a la salida de los equipos a los que van conectados se marcarán con el código del equipo receptor y con el código de la borna a donde va conectado.

Los tubos se sellarán con cáñamo y pasta dieléctrica, y sus extremos se biselarán al objeto de eliminar filos cortantes.

Inspección y control

El Contratista realizará en campo los siguientes ensayos para cada cable:

A la recepción de la bobina, medida de la resistencia de aislamiento de cada uno de los conductores activos en relación con tierra y entre los conductores activos aislados.

Una vez tendido con todos sus accesorios montados, se hará una prueba de continuidad, se volverá a medir la resistencia de aislamiento, y se efectuará un ensayo de rigidez dieléctrica.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

Los ensayos se llevarán a cabo según la Instrucción MI-BI 017 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y serán efectuados en presencia de un inspector designado al efecto. Las actas correspondientes estarán firmadas por las partes.

Medición y abono

Los conductores se medirán en metros (m) y se abonarán al precio correspondiente.

5.2.3 Red de Media Tensión

Montaje de la red subterránea

Los conductores se instalarán en zanjas construidas al efecto. Los cruces bajo calzada se harán siempre bajo tubo de hormigón centrifugado, instalando un segundo tubo como reserva.

Los cables, a su entrada en el terreno, se protegerán bajo tubo de PVC de 6 atm de presión nominal.

Los tubos se sellarán con cáñamo y pasta dieléctrica.

Los cables, a la salida de los equipos a los que van conectados, se marcarán con el código del equipo receptor y con el código de identificación del cable y cada uno de los conductores se marcará con el código del terminal a que esté conectado.

Pruebas

El contratista realizará en campo los siguientes ensayos para cada cable:

- A la recepción de la bobina, medida de la resistencia de aislamiento de cada uno de los conductores activos en relación con tierra y entre los conductores activos aislados.
- Una vez tendido con todos sus accesorios montados, se hará una prueba de continuidad, se volverá a medir la resistencia de aislamiento, y se efectuará un ensayo de tensión.

Los ensayos se llevarán a cabo según UNE 21.123, y serán efectuados en presencia de un inspector designado al efecto. Las actas correspondientes estarán firmadas por las partes.

Medición y abono

Los conductores se medirán en metros (m) y se abonarán al precio correspondiente.

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017 | ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

5.2.4 Cabinas de Media Tensión en Edificio de Control

Montaje y Puesta a Punto

El montaje del cuadro de planta será realizado por el Contratista según especificaciones del apartado 5.1.2.

Condiciones de Instalación.

Las cabinas se alojarán en el interior de la sala de equipo eléctrico.

Características de la alimentación.

Las características eléctricas del sistema de alimentación se indican en el diagrama unifilar, incluyendo el sistema de puesta a tierra del neutro.

La potencia de cortocircuito se indica asimismo en MVA en los cálculos. La intensidad de cresta asimétrica en el primer ciclo se estimará como de 2,35 veces la intensidad simétrica eficaz.

Capacidad de los elementos

Todos los elementos del cuadro serán capaces de soportar continuamente la intensidad nominal indicada en el diagrama unifilar, a la tensión nominal bajo condiciones de servicio especificadas, sin que ninguna de sus componentes exceda los límites de temperatura permitidos.

Todos los componentes del cuadro serán capaces de soportar los esfuerzos de cortocircuitos térmicos y dinámicos por la falta especificada. La capacidad térmica será la adecuada para soportar la falta de cortocircuito indicada durante 1 s.

El vendedor suministrará los correspondientes certificados de cortocircuitos.

Inspección y ensayos

El Contratista deberá ofrecer al Servicio de Inspección de la Ingeniería todas las facilidades razonables para que éste pueda comprobar que todos los elementos del cuadro están siendo construidos y ensayados de acuerdo con todas las características de construcción y funcionamiento indicadas en esta especificación.

Todos los trabajos y ensayos deberán ser llevados a cabo a la completa satisfacción del Servicio de Inspección, pero su aprobación no excusará al Contratista de su responsabilidad sobre la garantía especificada en las condiciones generales del pedido.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

El cuadro estará sujeto a ensayos en fábrica en presencia del Servicio de Inspección, que consistirán como mínimo en los siguientes:

- Ensayo de rigidez dieléctrica a 2000 V y 50 Hz durante 1 min en los circuitos de fuerza y de control.
- Medida de aislamiento.
- Prueba de funcionamiento de los equipos al poner bajo tensión e inyectar corriente a los equipos de medida.
- Se simularán maniobras a realizar en el bastidor y se comprobará el funcionamiento correcto de los diferentes dispositivos.
- Se inspeccionará detalladamente el grado de acabado y de perfección de los detalles constructivos.
- Se comprobará la rigidez mecánica de los bastidores de protección.
- Se suministrará, expedido por un organismo independiente, un certificado de los ensayos de cortocircuito realizados sobre el cuadro prototipo.

De los ensayos citados se entregarán los protocolos de resultados.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6. CONDICIONES TÉCNICAS. AEROGENERADORES Y TORRE METEOROLÓGICA

6.1 AEROGENERADORES

Los aerogeneradores han de ser del tipo especificado en el presente Proyecto o de similares características.

Todos los elementos deberán estar dimensionados para una vida útil de veinte años como mínimo, exceptuando aquellos que se entienda como consumibles (pastillas de freno, elementos fusibles, aceites, etc.).

El fabricante proporcionará las instrucciones técnicas necesarias para realizar un montaje correcto de las máquinas. En estas instrucciones, estarán incluidas las medidas de seguridad que se deben adoptar en este proceso.

El montaje se realizará siguiendo las instrucciones anteriormente mencionadas. En caso de que se realice alguna operación que no esté contemplada en las mismas, se debe consultar esta con el fabricante.

En el momento que se finalice el montaje, todos los sistemas de la máquina deberán estar operativos y en perfecto estado de funcionamiento.

El fabricante proporcionará las instrucciones técnicas necesarias para realizar un mantenimiento, tanto predictivo, como correctivo correcto de las máquinas. En estas instrucciones, estarán incluidas las medidas de seguridad que se deben adoptar en estos procesos.

Los aerogeneradores deberán estar dotados de las medidas de seguridad adecuadas a los riesgos inherentes a este tipo de máquinas, además de no presentar ninguna arista ni saliente en las zonas accesibles por los operarios de mantenimiento.

6.2 TORRE METEOROLÓGICA

Se instalará una torre meteorológica de estructura metálica cuya vida útil será, como mínimo, de 20 años.

Estará dotada, como mínimo, de sensor de temperatura, sensor de presión atmosférica y anemómetros y veletas a tres niveles, siendo el superior a la altura del buje de la máquina.

Los sensores estarán conectados a un registrador de datos instalado en la propia torre y al edificio de control mediante un conductor de fibra óptica.

La torre estará implementada en el sistema SCADA del parque, guardando un registro de los datos recogidos por los sensores por un tiempo no inferior a tres meses.

VISADO ELECTRÓNICO MEDIANTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

6.3 PRUEBAS Y ENSAYOS

Se realizarán cuantas pruebas y ensayos sean necesarios para comprobar el perfecto funcionamiento de cada torre meteorológica, de los aerogeneradores y de sus elementos de telemando y control.

El coste de todas las pruebas y ensayos realizados correrá por cuenta del contratista.

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

7. DISPOSICIÓN FINAL

La concurrencia a cualquier concurso cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

Llanera, octubre de 2021
Sergio Robles Fernández

Ingeniero Industrial
Colegio de Ingenieros Superiores
Industriales de Asturias y León
Colegiado nº 1.879

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

PRESUPUESTO

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

INDICE

1. PRESUPUESTO 3

1.1 Aerogeneradores 3

1.2 Obra Civil 4

1.3 Infraestructura Eléctrica 9

1.4 Seguridad y Salud 13

1.5 Medidas Ambientales 13

2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO 14

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021

VISADO

1. PRESUPUESTO

De acuerdo con el desarrollo del presente Proyecto, el presupuesto previsto para la instalación del Parque Eólico es el que se detalla a continuación:

1.1 AEROGENERADORES

PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO					
PRESUPUESTO					
REF.	**CANT.**	**UDS.**	**DESIGNACIÓN DE LAS OBRAS**	**PRECIO UNITARIO**	**IMPORTE**
1			**CAPÍTULO 1 AEROGENERADORES**		**8.385.000,00 €**
1.1			**Aerogeneradores**		**8.385.000,00 €**
1.1.1	3	Ud	Suministro, transporte hasta el emplazamiento y montaje de unidades de aerogenerador de 132 m de diámetro de rotor y 84 m de altura de buje, compuestas por:	2.795.000,00 €	8.385.000,00 €
1.1.2			Palas de fibra de vidrio para aerogenerador, unidas a la góndola por medio del buje.		0,00 €
1.1.3			Fuste de 84 m de altura		0,00 €
1.1.4			Multiplicadora		0,00 €
1.1.5			Generador		0,00 €
1.1.6			Chasis		0,00 €
1.1.7			Buje (Fundición y Mecanizado)		0,00 €
1.1.8			Eje (Forja y Mecanizado)		0,00 €
1.1.9			Corona (Forja, Mecanizado y otros complementos)		0,00 €
1.1.10			Frenos		0,00 €
1.1.11			Capota y Protector de Buje		0,00 €
1.1.12			Control Electrónico		0,00 €
1.1.13			Armarios Eléctricos		0,00 €
1.1.14			Grupo Oleohidráulico		0,00 €
1.1.15			Varios		0,00 €

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

1.2 OBRA CIVIL

2			CAPÍTULO 2 OBRA CIVIL		1.408.853,12 €
2.1			**Movimiento de Tierras y Firmes**		**481.764,61 €**
2.1.1			**Despeje y Desbroce con arbolado, incluso corte de árboles**		**28.692,18 €**
2.1.1.1	66.726,00	m^2	Despeje y desbroce de la explanada y taludes existentes con arbolado, incluso extracción y retirada de tocones, maleza, escombros, etc., incluso transporte de productos sobrantes a vertedero, obtención de permisos para los mismos, así como los gastos derivados	0,43 €	28.692,18 €
2.1.2			**Excavación de tierra vegetal**		**23.462,36 €**
2.1.2.1	12.094,00	m^3	Excavación de tierra vegetal, incluso carga y transporte a lugar de empleo o a acopio de excedentes de tierras y formación del mismo, canon de vertido, obtención de permisos para ello, así como los gastos a que obligue su gestión.	1,94 €	23.462,36 €
2.1.3			**Excavación en desmonte, todo tipo de terreno**		**119.134,58 €**
2.1.3.1	28.298,00	m^3	Excavación sin clasificar en todo tipo de terrenos, incluso roca, carga y transporte a lugar de empleo de los productos de la excavación o al lugar de acopio de excedentes de tierras y formación del mismo incluido canon de vertido, agotamiento, etc.	4,21 €	119.134,58 €
2.1.4			**Terraplén o Pedraplén excavación**		**46.359,37 €**
2.1.4.1	27.270,22	m^3	Terraplén, o pedraplén con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación, incluso perfilado de taludes y preparación de la superficie de asiento del terraplén, totalmente terminado.	1,70 €	46.359,37 €
2.1.5			**Suelo seleccionado material propia excavación**		**9.361,00 €**
2.1.5.1	6.325,00	m^3	Suelo seleccionado procedente de material de la propia excavación, en coronación de terraplén o fondo de excavación, para formación de explanada mejorada, incluso extensión, humectación, compactación y perfilado de taludes.	1,48 €	9.361,00 €
2.1.6			**Base de zahorra artificial**		**114.494,80 €**
2.1.6.1	5.768,00	m^3	Base granular constituida por zahorra artificial tipo ZA25, incluso extensión y compactación, totalmente terminada.	19,85 €	114.494,80 €
2.1.7			**Formación de caminos con pendientes elevadas.**		**140.260,32 €**
2.1.7.1	1.606,69	m^3	Hormigón en masa HM-20 para formación de caminos con pendiente superior al 7%, para el acceso de camiones de transporte a las zonas de montaje de los aerogeneradores.	69,30 €	111.339,90 €

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

2.1.7.2	1.606,69	m^3	Demolición de hormigón en masa HM-20 para formación de caminos (pendiente superior al 7%) ,, incluido transporte a vertedero autorizado	18,00 €	28.920,42 €
2.2			**Drenaje**		**16.860,90 €**
2.2.1			**Cunetas en Tierra**		**16.860,90 €**
2.2.1.1	3.255,00	m	Cuneta triangular simétrica en tierras, ejecutada en desmonte, con dimensiones de 1m de ancho y 0,5m de alto y taludes 1:1, incluido transporte de material a vertedero, perfilado si fuera necesario. Totalmente terminada.	5,18 €	16.860,90 €
2.3			**Zanjas**		**536.473,10 €**
2.3.1	662,72	m	Ejecución y suministro de materiales necesarios para realización de zanja de cables para simple circuito de MT directamente enterrado, incluyendo compactación del piso, suministro y colocación de relleno, según se indica en el Anexo de Calculo	22,30 €	14.778,66 €
2.3.2	7.035,02	m	Ejecución y suministro de materiales necesarios para realización de zanja de cables para doble circuito de MT directamente enterrado, incluyendo compactación del piso, suministro y colocación de relleno, según se indica en el Anexo de Calculo	40,15 €	282.456,05 €
2.3.3	7.697,74	m	Ejecución y suministro de materiales necesarios para realización de zanja de cables de F.O. directamente enterrado, incluyendo compactación del piso, suministro y colocación de relleno.	19,30 €	148.566,38 €
2.3.4	-	m	Ejecución y suministro de materiales necesarios para realización de zanja de cables de para simple circuito de MT bajo vial, entubado y hormigonado en toda su longitud, incluyendo compactación del piso, suministro y colocación de relleno, según se indica en el Anexo de Cálculo	74,87 €	0,00 €
2.3.5	76,50	m	Ejecución y suministro de materiales necesarios para realización de zanja de cables de para doble circuito de MT bajo vial, entubado y hormigonado en toda su longitud, incluyendo compactación del piso, suministro y colocación de relleno, según se indica en el Anexo de Cálculo	74,87 €	5.727,56 €
2.3.6	15.395,48	m	Placa de PPC.	3,01 €	46.340,39 €
2.3.7	15.395,48	m	Cinta señalizadora para zanjas.	2,20 €	33.870,06 €
2.3.8	308	Ud	Hitos de hormigón prefabricado, cada 50 m y en los cambios de dirección	10,50 €	3.234,00 €
2.3.9	15	Ud	Arqueta para cable de MT según características descritas en la memoria.	100,00 €	1.500,00 €
2.4			**Cimentaciones**		**218.032,25 €**
2.4.1			**Cimentación de Aerogeneradores**		**218.032,25 €**
2.4.1.1	94,20	m^3	Suministro y puesta en obra de hormigón de limpieza HM-20 en presolera, vibrado y curado.	69,30 €	6.527,84 €

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

2.4.1.2	1.508,58	m^3	Suministro y puesta en obra de hormigón de HA-30 en cimientos y alzados, vibrado y curado. Incluido hormigonado de tubos hasta la zanja eléctrica.	79,45 €	119.863,56 €
2.4.1.3	150.601,32	kg	Suministro de acero B-500S elaborado y colocado	0,61 €	91.640,84 €
2.4.2			**Cimentación torre de Medición**		**0,00 €**
2.4.2.1	-	Ud	Elaboración completa de cimentación con unas dimensiones estándar según características expuestas en la memoria.	2.000,00 €	0,00 €
2.5			**Señalización de acceso al Parque**		**2.648,62 €**
2.5.1	1	PAIz	Partida alzada para la señalización de acceso al parque según el Decreto 42, directriz 34ª, punto 2, consistente en una señal vertical indicativa del uso restringido de los viales, de tipología acorde a las utilizadas por el Principado de Asturias en la señalización	1.000,00 €	1.000,00 €
2.5.2	4	ud	Señal de Orientación - Dirección. (con nivel de retrorreflexión 3), fijada sobre dados de hormigón tipo HM-20 de 40x40x50 cm, incluso postes galvanizados y tornillería, colocada y totalmente terminada	257,00 €	1.028,00 €
2.5.3	1	ud	Señal octogonal de 60 cm de diámetro, de nivel de retrorreflexión 2, fijada sobre dado de hormigón HM-20 de 55x40x70 cm., incluso poste galvanizado y tornillería, colocada y totalmente terminada.	190,00 €	190,00 €
2.5.4	2	ud	Símbolo de "STOP" de 1.60*2.09, en doble componente, totalmente terminado	17,09 €	34,18 €
2.5.5	2	ud	Símbolo de "Ceda el Paso" de 3.6m, en doble componente, totalmente terminado	21,19 €	42,38 €
2.5.6	15,00	m	Marca vial continua reflexiva con pintura termoplástica de aplicación en caliente y microesferas de vidrio,de 40 cm. de ancho, incluso premarcaje. Realmente pintada.	4,95 €	74,25 €
2.5.7	40,00	m	Marca vial discontinua reflexiva con pintura termoplástica de aplicación en caliente y microesferas de vidrio de 40 cm. de ancho, incluso premarcaje. Realmente pintada.	3,91 €	156,40 €
2.5.8	40,00	m	Marca vial reflexiva con pintura termoplástica de aplicación en caliente y microesferas de vidrio, de 10 cm. de ancho, en bordes de calzada, líneas continuas , incluso premarcaje.	0,40 €	16,00 €
2.5.9	240,50	m	Marca vial reflexiva con pintura termoplástica de aplicación en caliente y microesferas de vidrio, de 10 cm. de ancho, en bordes de calzada, líneas discontinuas, incluso premarcaje.	0,37 €	88,99 €

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

2.5.10	17,06	m^2	Cebreado de isletas, incluso premarcaje, ejecutado con pintura plástica en frío de dos componentes y microesferas de vidrio, realmente pintado, totalmente terminado.	1,08 €	18,42 €
2.6			**Varios**		**4.200,00 €**
2.6.1	1	P.A.	Trabajos de topografía para definir posición y caminos, incluso trabajos de gabinete.	1.000,00 €	1.000,00 €
2.6.2	1	P.A.	Control de calidad de cimentaciones de aerogeneradores, incluyendo la toma del número de probetas necesario según la norma EHE de hormigón estructural, así como los ensayos y pruebas necesarios de las mismas. Se incluirán además los ensayos necesarios.	1.600,00 €	1.600,00 €
2.6.3	1	P.A.	Control de calidad de pistas de acceso y de interconexión de aerogeneradores, así como de las plataformas de montaje.	1.600,00 €	1.600,00 €
2.7			**Plataforma SET**		**148.873,64 €**
2.7.1			**Movimiento de Tierras y Firmes**		**22.586,17 €**
2.7.1.1	2.000,00	m^2	Despeje y desbroce de la explanada y taludes existentes con arbolado, incluso extracción y retirada de tocones, maleza, escombros, etc., incluso transporte de productos sobrantes a vertedero, obtención de permisos para los mismos, así como los gastos derivados	0,43 €	860,00 €
2.7.1.2	1.553,49	m^3	Excavación sin clasificar en todo tipo de terrenos, incluso roca, carga y transporte a lugar de empleo de los productos de la excavación o al lugar de acopio de excedentes de tierras y formación del mismo incluido canon de vertido, agotamiento, etc.	4,21 €	6.540,19 €
2.7.1.3	8.932,93	m^3	Terraplén, o pedraplén con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación, incluso perfilado de taludes y preparación de la superficie de asiento del terraplén, totalmente terminado.	1,70 €	15.185,98 €
2.7.2			**Cimentación de la Plataforma**		**74.472,32 €**
2.7.2.1	37,39	m^3	Suministro y puesta en obra de hormigón de limpieza HM-20 en presolera, vibrado y curado.	69,30 €	2.591,04 €
2.7.2.2	512,70	m^3	Suministro y puesta en obra de hormigón de HA-30 en cimientos y alzados, vibrado y curado. Incluido hormigonado de tubos hasta la zanja eléctrica.	79,45 €	40.736,35 €
2.7.2.3	51.183,15	kg	Suministro de acero B-500S elaborado y colocado	0,61 €	31.144,93 €
2.7.3			**Vallado**		**3.780,80 €**
2.7.3.1	160,00	m	Suministro de la valla perimetral de la plataforma	17,78 €	2.844,80 €
2.7.3.2	160,00	m	Instalación de la valla perimetral sobre la plataforma sobre perforaciones hormigonadas	5,85 €	936,00 €
2.7.4			**Edificaciones**		**48.034,35 €**

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

2.7.4.1	1,00	Ud	Ejecución de edificio de control según especificaciones de proyecto	38.427,48 €	38.427,48 €
2.7.4.2	1,00	Ud	Ejecución de edificio de almacén y punto limpio	9.606,87 €	9.606,87 €

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

1.3 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

3			CAPÍTULO 3 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA		3.194.000,91 €
3.1			**Cableado de Potencia, Señal y Red de Tierras entre Aerogeneradores, Torre de medición y Subestación**		**1.490.062,41 €**
3.1.1			**Cableado de Potencia**		**1.414.812,98 €**
3.1.1.1	1.451,45	m	Suministro y tendido en zanja de cable (1x150) mm2 Al, 18/30 kV tipo XLPE con aislamiento de goma polietileno.	29,47 €	42.774,35 €
3.1.1.2	1.157,75	m	Suministro y tendido en zanja de cable (1x240) mm2 Al, 18/30 kV tipo XLPE con aislamiento de goma polietileno.	42,32 €	48.995,90 €
3.1.1.3	21.436,94	m	Suministro y tendido en zanja de cable (1x400) mm2 Al, 18/30 kV tipo XLPE con aislamiento de goma polietileno.	61,41 €	1.316.442,73 €
3.1.1.4	-	m	Suministro y tendido en zanja de cable (1x630) mm2 Al, 76/132 kV tipo XLPE con aislamiento de goma polietileno.	72,07 €	0,00 €
3.1.1.5	-	m	Suministro y tendido en zanja de cable 4x(1x6) mm2 Cu, del tipo EPR 0,6/1 kV con aislamiento de goma etileno propileno.	5,30 €	0,00 €
3.1.1.6	15	Ud	Suministro, formación y montaje de Conjunto trifásico terminal interior MT enchufable, apantallado y atornillable completamente instalado y conectado, incluso pequeño material de fijación y conexionado.	440,00 €	6.600,00 €
3.1.2			**Fibra Óptica control de Aerogeneradores y Torre de Medición**		**51.386,44 €**
3.1.2.1	7.697,74	m	Suministro y tendido en zanja de cable de fibra óptica para telemando y control, del tipo multimodo de 24 fibras.	6,00 €	46.186,44 €
3.1.2.2	4,00	m	Suministro y montaje de cajas de empalme de fibra óptica en aerogenerador, torres y edificio de control. Tipo Quante o similar.	300,00 €	1.200,00 €
3.1.2.3	4	Ud	Conexionado y realización de empalmes de fibra óptica en las cajas de empalme anteriores. El precio incluirá materiales necesarios para la realización del trabajo, medidas reflectométricas e informe de fin de obra.	1.000,00 €	4.000,00 €
3.1.3			**Red de Tierras entre Aerogeneradores**		**23.862,99 €**
3.1.3.1	7.697,74	m	Suministro y tendido en zanja de cable de Cu desnudo y 50 mm2 para unir entre sí las tierras de los aerogeneradores y torre de medición.	3,10 €	23.862,99 €
3.2			**MT en Aerogeneradores**		**89.500,00 €**
3.2.1			**Celda de Media Tensión**		**70.000,00 €**
3.2.1.1	2	Ud	Unidad de suministro y montaje de celda MT (30 kV) Configuración 0L+1L+1A, según especificación.	25.000,00 €	50.000,00 €
3.2.1.2	1	Ud	Unidad de suministro y montaje de celda MT (30 kV) Configuración 0L+1A, según especificación.	20.000,00 €	20.000,00 €

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.2.2			**Red de Tierras de Aerogeneradores**		**18.450,00 €**
3.2.2.1	3	Ud	Suministro y montaje de Puesta a Tierra de cada aerogenerador constituido por 6 picas de tierras de 12 metros de profundidad. Conexionado entre ellas y anillos de tierras según esquema de fabricante de aerogenerador.	6.000,00 €	18.000,00 €
3.2.2.2	3	Ud	Mediciones de Tensiones de Paso y Contacto, así como de Resistencias de Puestas a Tierra de Centros de Transformación de aerogeneradores. Incluye todos los informes necesarios.	150,00 €	450,00 €
3.2.3			**Material de Seguridad necesario para los Centros de Transformación**		**1.050,00 €**
3.2.3.1	3	Ud	Suministro de todo el material de seguridad necesario según Normativa aplicable, incluyendo banqueta aislante, extintores, señales de peligro y cinco reglas de oro, etc.	350,00 €	1.050,00 €
3.3			**Edificio de Control 30 kV de la SET**		**189.290,00 €**
3.3.1	1	Ud	Suministro y montaje de Celda de llegada de línea simple barra en edificio de control (30 kV).	7.500,00 €	7.500,00 €
3.3.2	1	Ud	Suministro y montaje de Celda de protección con fusible para SS.AA. en edificio de control (30 kV).	3.800,00 €	3.800,00 €
3.3.3	1	Ud	Suministro y montaje de Celda de protección con fusible para banco de condensadores en edificio de control (30 kV).	3.800,00 €	3.800,00 €
3.3.4	1	Ud	Suministro y montaje de Celda de medida, incluidos transformadores de medida en edificio de control (30 kV).	2.500,00 €	2.500,00 €
3.3.5	1	Ud	Suministro y montaje de Celda de interruptor automático para transformador de potencia en edificio de control (30 kV).	15.600,00 €	15.600,00 €
3.3.6	1	Ud	Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 50 kVA de potencia, 30/0,4 KV	6.500,00 €	6.500,00 €
3.3.7	1	Ud	Batería de condensadores	7.000,00 €	7.000,00 €
3.3.8	1	Ud	Suministro e instalación de cuadro de control, protección y comunicaciones, con cableado.	63.000,00 €	63.000,00 €
3.3.9	1	Ud	Suministro, montaje y fijación de panel metálico de dimensiones 2.000x800x600 mm, de puerta transparente. Tipo OLN-208/60/KT de HIMEL o similar. Según plano de la instalación.	8.000,00 €	8.000,00 €
3.3.10	1	Ud	Suministro e instalación de equipo de medida formado por dos contadores electrónicos combinados tipo 1 (principal y redundante), Cl.0,2S para la energía activa y 0,5 para la reactiva, modem GPRS.	6.000,00 €	6.000,00 €
3.3.11	1	Ud	Suministro e instalación de cuadro general de baja tensión de SSAA	14.600,00 €	14.600,00 €
3.3.12	1	Ud	Suministro e instalación de equipo rectificador-cargador de baterías de 125 V c.c.	7.100,00 €	7.100,00 €

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.3.13	1	Ud	Suministro e instalación de grupo electrógeno auxiliar 50 kVA.	14.400,00 €	14.400,00 €
3.3.14	1	Ud	Construcción y suministro del electrodo de puesta a tierra del edificio de control, y piezas de conexión	19.800,00 €	19.800,00 €
3.3.15	1	Ud	Suministro e instalación de pararrayos de radio de acción de 50 m	1.150,00 €	1.150,00 €
3.3.16	1	Ud	P.A. Instalación contra incendios. Sistema automático de detección y alarma. Extintores de polvo polivalente de CO2 convenientemente distribuidos.	5.500,00 €	5.500,00 €
3.3.17	1	Ud	P.A. Instalación de sistemas de seguridad electrónica para la detección de intrusos	2.600,00 €	2.600,00 €
3.3.18	1	Ud	Suministro, formación y montaje de Conjunto trifásico terminal interior MT enchufable, apantallado y atornillable completamente instalado y conectado, incluso pequeño material de fijación y conexionado.	440,00 €	440,00 €
3.4			**Parque de intemperie 132 kV**		**1.160.315,00 €**
3.4.1	1	Ud	Reactancia de puesta a tierra limitadora 500 A	21.000,00 €	21.000,00 €
3.4.2	1	Ud	Transformador de Potencia 132/30kV 35 MVA	550.000,00 €	550.000,00 €
3.4.3	3	Ud	Pararrayos 30 kV	450,00 €	1.350,00 €
3.4.4	1	Ud	Equipo PASS 145 kV posición de transformador	243.750,00 €	243.750,00 €
3.4.5	1	Ud	Barras colectoras 132 KV	33.750,00 €	33.750,00 €
3.4.6	3	Ud	Transformadores de Tensión inductivos	6.750,00 €	20.250,00 €
3.4.7	1	Ud	Equipo de 132 kV constituido por una posición híbrida de línea PASS 145 kV	243.750,00 €	243.750,00 €
3.4.8	3	Ud	Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores bajo envolvente polimérica para instalación a intemperie en instalaciones de AT a 132 kV	875,00 €	2.625,00 €
3.4.9	1	Ud	Construcción y suministro del electrodo de puesta a tierra de la subestación, y piezas de conexión	25.750,00 €	25.750,00 €
3.4.10	1	Ud	Seccionador de barras	10.600,00 €	10.600,00 €
3.4.11	1	Ud	Seccionador tripolar 30 kV 630A para reactancia de PAT	1.640,00 €	1.640,00 €
3.4.12	3	Ud	Aisladores rígidos 132 kV	800,00 €	2.400,00 €
3.4.13	3	Ud	Suministro e instalación de pararrayos de radio de acción de 50 m	1.150,00 €	3.450,00 €
3.5			**Línea Alta Tensión (132 kV)**		**199.833,50 €**
3.5.1			**Línea Subterránea**		**67.124,50 €**
3.5.1.1	487,00	m	Suministro y tendido de cable unipolar subterráneo de alta tensión XLPE 76/132 KV con conductor de aluminio de 400 mm2 de sección y pantalla de cobre	86,00 €	41.882,00 €
3.5.1.2	487,00	m	Canalización subterránea para triple circuito directamente enterrado en lecho de arena, con protección mecánica, ejecutada según detalles del proyecto	40,00 €	19.480,00 €
3.5.1.3	1	Ud	Suministro y montaje de caja de empalme de cable OPGW con cable óptico subterráneo para el fusionado de fibra óptica en apoyo de conversión aéreo-subterráneo.	895,00 €	895,00 €

VISADO ELECTRONICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

3.5.1.4	487,00	m	Suministro y tendido de cable óptico subterráneo de 48 fibras	2,50 €	1.217,50 €
3.5.1.5	1	P.A.	Conexión rígida a tierra de las pantallas del conductor subterráneo en ambos extremos del circuito.	3.650,00 €	3.650,00 €
3.5.2			**Conversión aéreo-subterránea**		**110.821,00 €**
3.5.2.1	1	Ud	Suministro y montaje de cerramiento de obra civil en apoyo de conversión aéreo-subterránea hasta una altura de 3 metros.	1.563,00 €	1.563,00 €
3.5.2.2	2	Ud	Suministro y montaje de protección mecánica de acero galvanizado hasta una altura de 4 metros sobre la cimentación, en apoyo de conversión aéreo-subterránea, incluyendo el montaje de la subida del cable subterráneo de alta tensión.	1.235,00 €	2.470,00 €
3.5.2.3	6	Ud	Suministro y montaje de terminal unipolar exterior premoldeado con aislador de composite 132 KV para cable subterráneo de alta tensión con conductor de aluminio	5.538,00 €	33.228,00 €
3.5.2.4	6	Ud	Confección y conexionado completo en su posición definitiva (sobre apoyo y/o soporte de subestación) de terminal unipolar de uso exterior para cable de aislamiento seco 76/132 (145) kV	5.500,00 €	33.000,00 €
3.5.2.5	6	Ud	Suministro y montaje de pararrayos autoválvulas de óxido de zinc para 132 kV con aislador polimérico	1.260,00 €	7.560,00 €
3.5.2.6	6	Ud	Confección y conexionado completo en su posición definitiva (sobre apoyo y/o soporte de subestación) de terminal unipolar de uso exterior para cable LA-180	5.500,00 €	33.000,00 €
3.5.3			**Línea Aérea**		**21.888,00 €**
3.5.3.1	228	m	Suministro y tendido de conductor aluminio-acero LA-180, incluyendo herrajes, aisladores y accesorios	89,20 €	20.337,60 €
3.5.3.2	228	m	Suministro y tendido de cable OPGW	6,80 €	1.550,40 €
3.6			**Control de Calidad, Pruebas y Puesta en Marcha**		**65.000,00 €**
3.6.1	1	Ud	Mediciones y pruebas preceptivas, según MIE-RAT 13, de la instalación de puesta a tierra de aerogeneradores.	25.000,00 €	25.000,00 €
3.6.2	1	Ud	Puesta en marcha de toda la instalación eléctrica objeto del presente proyecto, incluyendo todas la pruebas y ensayos marcados en MIE-RAT, así como elaboración de toda la documentación necesaria.	40.000,00 €	40.000,00 €

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification

1.4 SEGURIDAD Y SALUD

PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO					
PRESUPUESTO					
REF.	**CANT.**	**UDS.**	**DESIGNACIÓN DE LAS OBRAS**	**PRECIO UNITARIO**	**IMPORTE**
4			**CAPÍTULO 4 SEGURIDAD Y SALUD**		**64.484,50 €**
4.1	1	Ud	Elaboración de Plan de Seguridad y Salud	1.500,00 €	1.500,00 €
4.2	1	Ud	Aplicación del Estudio de Seguridad y Salud según características expuestas en el Anexo correspondiente	62.984,50 €	62.984,50 €

1.5 MEDIDAS AMBIENTALES

PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO					
PRESUPUESTO					
REF.	**CANT.**	**UDS.**	**DESIGNACIÓN DE LAS OBRAS**	**PRECIO UNITARIO**	**IMPORTE**
5			**CAPÍTULO 5 MEDIDAS AMBIENTALES**		**324.639,91 €**
5.1			**Restauración**		**72.059,07 €**
5.1.1	1	Ud	Suavizado Terraplenes	11.328,68 €	11.328,68 €
5.1.2	1	Ud	Preparación del Terreno	17,93 €	17,93 €
5.1.3	1	Ud	Hidrosiembra	32.371,09 €	32.371,09 €
5.1.4	1	Ud	Plantación	15.181,38 €	15.181,38 €
5.1.5	1	Ud	Visitas de campo	7.000,00 €	7.000,00 €
5.1.6	1	Ud	Informes	6.160,00 €	6.160,00 €
5.2			**Desmantelamiento**		**94.300,83 €**
5.2.1	1	Ud	Suavizado Terraplenes	11.328,68 €	11.328,68 €
5.2.2	1	Ud	Preparación del Terreno	14,14 €	14,14 €
5.2.3	1	Ud	Hidrosiembra	38.654,01 €	38.654,01 €
5.2.4	1	Ud	Plantación	6.224,00 €	6.224,00 €
5.2.5	1	Ud	Visitas de campo	19.600,00 €	19.600,00 €
5.2.6	1	Ud	Informes	18.480,00 €	18.480,00 €
5.3			**PVA Obra**		**68.480,00 €**
5.3.1	1	Ud	Visitas de Campo	13.300,00 €	13.300,00 €
5.3.2	1	Ud	Estudios Específicos	47.780,00 €	47.780,00 €
5.3.3	1	Ud	Informes	7.400,00 €	7.400,00 €
5.4			**PVA Explotación**		**89.800,00 €**
5.4.1	1	Ud	Visitas de Campo	18.200,00 €	18.200,00 €
5.4.2	1	Ud	Estudios Específicos	61.800,00 €	61.800,00 €
5.4.3	1	Ud	Informes	9.800,00 €	9.800,00 €

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

PARQUE EÓLICO CARRUGUEIRO		
PRESUPUESTO		
PARTIDA	**IMPORTE**	**%**
CAPÍTULO 1 AEROGENERADORES Y TORRE DE MEDICIÓN	8.385.000,00 €	62,68%
CAPÍTULO 2 OBRA CIVIL	1.408.853,12 €	10,53%
CAPÍTULO 3 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA	3.194.000,91 €	23,88%
CAPÍTULO 4 SEGURIDAD Y SALUD	64.484,50 €	0,48%
CAPÍTULO 5 MEDIDAS AMBIENTALES	324.639,91 €	2,43%
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	**13.376.978,44 €**	**100,00%**
GASTOS GENERALES	1.739.007,20 €	13,00%
BENEFICIO INDUSTRIAL	802.618,71 €	6,00%
PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN	**15.918.604,34 €**	

El presente Presupuesto de Ejecución Material asciende a **13.376.978,44 €** siendo el presupuesto total de contratación de **15.918.604,34 €.**

Llanera, octubre de 2021
Sergio Robles Fernández

Ingeniero Industrial
Colegio de Ingenieros Superiores
Industriales de Asturias y León
Colegiado nº 1.879

VISADO ELECTRÓNICAMENTE
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales del Principado de Asturias
Nº Visado: 20211618V
Fecha: 13/12/2021
VISADO

EFQM Recognised for Excellence 4 Star - 2017
ISO 9001 ISO 14001 BUREAU VERITAS Certification