

**DECLARACION RESPONSABLE TÉCNICOS TITULADOS COMPETENTES-PROYECTISTAS Y DIRECTORES DE OBRA**

Página 1 de 2

**1.- Datos del/de la técnico titulado/a competente-proyectista**

NIF/NIE/N.º Pasaporte:	Nombre y apellidos:
75438724N	Víctor Manuel Casado Galán

**2.- Datos a efectos de notificación**

Tipo de vía:	Nombre de la vía:	N.º:	Piso:	Puerta:	Otros:	Código postal:
Calle	Marie Curie	2				41092
Localidad:	Municipio:	Provincia:	Teléfono:	Dirección de correo electrónico:		
Sevilla	Sevilla	Sevilla	954467046	vmcasado@ayesa.com		

**3.- Datos de la titulación<sup>(1)</sup>**

Titulación:	Especialidad:
Ingeniero Técnico Industrial	Electricidad
Colegio Profesional (si procede):	Número de colegiado/a (si procede):
Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Sevilla COGITISE	8904

**4.- Declaración responsable del/de la técnico titulado/a competente (marque lo que proceda)**

Declaro bajo mi responsabilidad que:

- Poseo la titulación indicada en el apartado anterior
  - De acuerdo con las atribuciones profesionales de dicha titulación, tengo competencia para la redacción y firma
    - ☒ del proyecto técnico
    - ☐ del certificado de fin de obra
- denominado<sup>(2)</sup>: Parque Eólico Campo Alto 27 MW ....., en el siguiente ámbito reglamentario:

<input type="checkbox"/> Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión	<input type="checkbox"/> Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión
<input type="checkbox"/> Instalaciones de Suministro de Agua	<input type="checkbox"/> Instalaciones Térmicas de Edificios
<input type="checkbox"/> Instalaciones de Productos Petrolíferos Líquidos	<input type="checkbox"/> Instalaciones Frigoríficas
<input type="checkbox"/> Instalaciones de Gas	<input type="checkbox"/> Instalaciones de Equipos a Presión
<input type="checkbox"/> Instalaciones de Aparatos Elevadores	<input type="checkbox"/> Instalaciones de Almacenamiento de Productos Químicos
<input type="checkbox"/> Instalaciones de Protección Contra Incendios	<input checked="" type="checkbox"/> Otro: Instalaciones de Generación de Energía Renovable

- Cumpló con los requisitos legales establecidos para el ejercicio y firma de dicho proyecto
- No estoy inhabilitado, ni administrativamente ni judicialmente,
  - ☒ para la redacción y firma de dicho proyecto.
  - ☐ para la redacción y firma del certificado de dirección de la ejecución de las citadas obras.
- Poseo un seguro de Responsabilidad Civil Profesional que cubre las actuaciones realizadas, cuyos datos son los siguientes:

Entidad Aseguradora	Nº de Póliza	Cantidad asegurada (euros)
MAPFRE ESPAÑA COMPAÑÍA DE SEGUROS Y REASEGUROS, S.A.	0962299701215	15.000.000,00

**DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS**

C/ Albert Einstein, 2 (PCTCAN) - 39011 Santander - Teléf. 942 200 033 – <https://dgicc.cantabria.es> – [dgiem@cantabria.es](mailto:dgiem@cantabria.es)

Para información básica sobre protección de datos de carácter personal consultar el reverso de este formulario.

Para cualquier consulta relacionada con el procedimiento puede dirigirse al teléfono indicado más arriba en horario de 9:00 a 14:00 horas de lunes a viernes no festivos, o al número de información administrativa 012 (942 395 563 si llama desde fuera de la Comunidad Autónoma), en horario de 9:00 a 21:00 horas de lunes a viernes no festivos y de 9:00 a 14:00 horas sábados no festivos.

Cód. Dir3: 000006459 - A06027837

## 5.- Fecha y firma:

Antes de firmar, se recomienda que lea atentamente la información sobre protección de datos personales incluida en este mismo documento en el recuadro "Información básica sobre Protección de Datos Personales".

En Sevilla....., a 17 de Mayo de 2023

Fdo: Victor Manuel Casado Galán.....

11/04/2022

### INFORMACION Y/O INSTRUCCIONES:

(1) Tanto los datos de Titulación como de Especialidad de este apartado deberán venir debidamente cumplimentados, si no fuera así se considerará no válida la Declaración Responsable

(2) Se debe indicar con el detalle adecuado el tipo y características del establecimiento y/o instalación proyectada objeto de la presente declaración

Cuando el/la técnico proyectista y el/la directora/a de la ejecución de trabajos/obras no sean la misma persona deberá presentarse un documento separado por cada uno de ellos.

La documentación que se aporte se digitalizará, devolviéndose los originales a la persona interesada, salvo en aquellos supuestos en que una norma determine la aportación de originales, la custodia por la Administración de los documentos presentados de manera presencial o resulte obligatoria la presentación de objetos o de documentos en un soporte específico no susceptible de digitalización. En estos casos, se aportará una copia de la documentación para que la Administración, previa comprobación de la identidad de contenidos, devuelva los originales.

Para acreditar la presentación de la solicitud, la persona interesada podrá exigir el sellado de la fotocopia que aporte junto con la solicitud, o bien la emisión de un recibo justificativo de registro por la oficina de asistencia en materia de registros.

Las solicitudes podrán presentarse en cualquier oficina de asistencia en materia de registros del Gobierno de Cantabria o mediante cualquiera de los medios previstos en el artículo 16 de la Ley 39/2015.

### INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE PROTECCIÓN DE DATOS DE CARÁCTER PERSONAL

En cumplimiento del Reglamento General de Protección de Datos (Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016), y de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se informa:

Tratamiento	Registro de Establecimientos Industriales de Cantabria
Responsable del tratamiento	Director General de Industria, Energía y Minas, con domicilio en Calle Albert Einstein, 2 - 39011 Santander (Cantabria)
Finalidad	Gestión y tramitación, a solicitud de los/las interesados/as, de las solicitudes que se reciban de los distintos tipos de empresas e industrias con el fin de que se proceda a la inscripción, baja o modificación de las mismas en el registro de establecimientos industriales de la Comunidad Autónoma de Cantabria
Legitimación	El tratamiento es necesario para el cumplimiento de una misión realizada en interés público o en el ejercicio de poderes públicos conferidos al responsable de tratamiento
Destinatarios	Los datos podrán comunicarse a los siguientes Encargados del Tratamiento, exclusivamente para operaciones relacionadas con la finalidad antes indicada: <ul style="list-style-type: none"><li>• Ministerio de Industria, Comercio y Turismo</li><li>• Agencia Estatal de Administración Tributaria</li><li>• Agencia Cántabra de Administración Tributaria</li><li>• Tesorería General de la Seguridad Social</li><li>• Dirección General de la Policía</li><li>• Dirección General del Catastro</li></ul>
Derechos	Acceso, rectificación, supresión y el resto de derechos que se explican en la información adicional.
Información adicional	Puede consultar la información adicional y detallada sobre Protección de Datos en la siguiente página web: <a href="https://dgicc.cantabria.es/proteccion-de-datos">https://dgicc.cantabria.es/proteccion-de-datos</a>

Proyecto Administrativo Constructivo

---

# PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

---



PROVINCIA DE CANTABRIA

---

Iniciativas  
Eólicas de  
Cantabria

ayesa

## PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

### DOCUMENTO 1. MEMORIA



## ÍNDICE

1.	OBJETO DEL PROYECTO	8
2.	LEYENDA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	9
3.	ANTECEDENTES	10
4.	TITULAR	12
5.	FICHA RESUMEN DEL PROYECTO DE PARQUE EÓLICO	12
6.	NORMATIVA TÉCNICA DE APLICACIÓN	12
6.1	OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS	12
6.2	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	13
6.3	AUTONÓMICA, PROVINCIAL Y LOCAL	14
7.	EMPLAZAMIENTO	14
7.1	CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO	14
8.	DESCRIPCIÓN DEL RECURSO	15
9.	UBICACIÓN DE LOS AEROGENERADORES	15
10.	UBICACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ST CAMPO ALTO 30/220 KV	15
11.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PARQUE EÓLICO	16
11.1	OBRA CIVIL	16
11.1.1	<b>ENTRONQUE DE LA CARRETERA DE ORIGEN CON EL CAMINO DE ACCESO</b>	<b>16</b>
11.1.2	<b>CAMINOS</b>	<b>17</b>
11.1.3	<b>DRENAJE</b>	<b>20</b>
11.1.4	<b>PLATAFORMAS DE MONTAJE</b>	<b>21</b>
11.1.5	<b>CIMENTACIÓN DE AEROGENERADORES</b>	<b>22</b>
11.1.6	<b>ZANJAS</b>	<b>23</b>
11.2	AEROGENERADOR	24
11.3	RED DE MEDIA TENSIÓN	24
11.4	RED DE TIERRAS	27
11.5	SISTEMA DE CONTROL	27
12.	SERVICIOS EXISTENTES Y AFECCIONES	28
12.1	AFECCIONES EN CARRETERA CA-171	28
12.2	AFECCIONES CON LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS	29

12.3	AFECCIONES CON CONFEDERACIONES HIDROGRÁFICAS	30
12.3.1	<b>CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO</b>	<b>30</b>
12.3.2	<b>CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO</b>	<b>31</b>
12.4	AFECCIONES AL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. VÉRTICE GEODÉSICO	31
12.5	AFECCIONES A LA CONSEJERÍA DE UNIVERSIDADES, IGUALDAD, CULTURA Y DEPORTE DEL GOBIERNO DE CANTÁBRIA	32
12.6	AFECCIONES A LA CONSEJERÍA DE DESARROLLO RURAL, GANADERÍA, PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE CANTÁBRIA	32
12.7	AFECCIONES A TÉRMINOS MUNICIPALES.	32
12.7.1	<b>TÉRMINO MUNICIPAL DE CAMPOO DE YUSO.</b>	<b>32</b>
12.8	RESUMEN INSTALACIONES	33
13.	ADECUACIÓN DEL PROYECTO AL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO	33
13.1	TÉRMINO MUNICIPAL DE CAMPOO DE YUSO	33
14.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN	34
15.	CRONOGRAMA	36
16.	PRESUPUESTO	37
	ÍNDICE DE PLANOS	52

## **FIGURAS**

FIGURA 1	PLATAFORMA GENERAL VESTAS V136-4.5-HH82M	22
FIGURA 2	PLATAFORMA V136-4,5 HH82M JUST-IN TIME. CALC3-02, CALC3-04	22
FIGURA 3	LOCALIZACIÓN DEL ENTRONQUE PARA EL PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO	29
FIGURA 4	TRAZADO DE LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN LAAT 220 KV SET CAMPO ALTO – SET HOYO DE LOS VALLADOS	34

## **TABLAS**

TABLA 1	DATOS PRINCIPALES DEL PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO	12
TABLA 2	COORDENADAS DE POSICIONES EN PE CAMPO ALTO	15
TABLA 3	COORDENADAS ST CAMPO ALTO 30/220 KV	16
TABLA 4	LONGITUDES CAMINOS PE CAMPO ALTO	18
TABLA 5	VALORES DE PENDIENTES MÁXIMAS	18
TABLA 6	VALORES DE PENDIENTES MÁXIMAS CIRCULANDO MARCHA ATRÁS	19
TABLA 7	IDENTIFICACIÓN DE TRAMOS HORMIGONADOS EN PE CAMPO ALTO	19
TABLA 8	MEDICIONES DE CIRCUITOS	25
TABLA 9	CÁLCULOS CIRCUITOS MT	26
TABLA 10	ACTUACIONES CARRETERA CA-171	28
TABLA 11	CRUZAMIENTOS CON LÍNEAS ELÉCTRICAS	30
TABLA 12	CRUCES CON CAUCES DE AGUA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO	30
TABLA 13	CRUCES CON CAUCES DE AGUA DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO	31
TABLA 14	COORDENADAS VÉRTICE GEODÉSICO	31
TABLA 15	MEDICIONES PRINCIPALES	33
TABLA 16	TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS POR LA LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN	35
TABLA 17	COORDENADAS DE LOS APOYOS DE LA LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN	35
TABLA 18	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN	36
TABLA 19	PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS	36
TABLA 20	PRESUPUESTO TOTAL PARQUE EÓLICO	37
TABLA 21	PRESUPUESTO TOTAL	38

## **DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO**

### **DOCUMENTO Nº1 MEMORIA**

ANEXO Nº1 ESTUDIO DE VIENTO

ANEXO Nº2 CARACTERÍSTICAS AEROGENERADORES

ANEXO Nº3 OBRA CIVIL

ANEXO Nº4 ESTUDIO GEOLÓGICO PRELIMINAR

ANEXO Nº5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ANEXO Nº6 SISTEMAS GENERADOR Y CONTROL

ANEXO Nº7 CALENDARIO DE EJECUCIÓN

ANEXO Nº8 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEXO Nº9 REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEXO Nº10 ESTUDIO HIDROLÓGICO

ANEXO Nº11 DOCUMENTO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL

ANEXO Nº12 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEXO Nº13 PROYECTO DE SUBESTACIÓN CAMPO ALTO 30/220 kV

ANEXO Nº14 PROYECTO LAAT 220 kV (SET Campo Alto – SET Hoyo de los Vallados)

### **DOCUMENTO Nº2 PLANOS**

IIES-TPY-CAA1030-0001 Topografía

IIES-TPY-CAA1010-0001 Situación geográfica

IIES-TPY-CAA1045-0001 Implantación general del parque

IIES-TPY-CAA5000-0001 Plano detalle del aerogenerador

IIES-TPY-CAA5090-0001 Grúa de Montaje

IIES-TPY-CAA0430-0002 Servicios Afectados. Confederación Hidrográfica Ebro

IIES-TPY-CAA0430-0003 Servicios Afectados. Confederación Hidrográfica Cantábrico

IIES-TPY-CAA0460-0001 Servicios Afectados. Carretera CA-171

IIES-TPY-CAA0410-0001 Servicios Afectados Líneas Eléctricas y Telefónicas

IIES-TPY-CAA0425-0001 Servicios Afectados. Elementos Arqueológicos

IIES-TPY-CAA0400-0001 Servicios Afectados. Montes de Utilidad Pública

IIES-TPY-CAA0415-0001 Servicios Afectados. Vértice Geodésico.

IIES-TPY-CAA0160-0001 Clasificación del suelo

IIES-TPY-CAA1050-0001 Distribución de Cámaras de detección de aves

IIES-TPY-CAA6035-0001 Plano Caminos y plataformas. Planta y perfil Longitudinal

IIES-TPY-CAA6080-0001 Perfiles transversales

IIES-TPY-CAA6036-0001 Sección tipo de caminos

IIES-TPY-CAA6005-0001 Plano detalle entronque CA-171

IIES-TPY-CAA3080-0001 Plataforma de montaje tipo

IIES-TPY-CAA6010-0001 Cimentación

IIES-TPY-CAA0430-0001 Planta general de cuencas

IIES-TPY-CAA6091-0001 Planta general de obra de drenaje

IIES-TPY-CAA6091-0002 Detalle de infraestructuras de drenaje

IIES-TPY-CAA6020-0001 Planta zanjas eléctricas

IIES-TPY-CAA6025-0001 Sección tipo zanjas eléctricas

IIES-TPY-CAA6030-0001 Barreras de Seguridad y Pretiles

IIES-TPY-CAA2000-0001 Esquema general de comunicaciones

IIES-TPY-CAA0600-0001 Layout de media tensión, fibra óptica y tierras

IIES-TPY-CAA0200-0001 Esquema unifilar del parque

IIES-TPY-CAA5015-0001 Detalle de puesta a tierra de los aerogeneradores

## **DOCUMENTO Nº3 PLIEGO DE CONDICIONES**

## **DOCUMENTO Nº4. PRESUPUESTO**

---

## **SEPARATAS PARQUE EÓLICO, SUBESTACIÓN Y LAAT**

Separata Ayuntamiento Campoo de Yuso

Separata Ayuntamiento San Miguel de Aguayo

Separata Ayuntamiento Molledo

Separata Confederación Hidrográfica del Ebro

Separata Confederación Hidrográfica del Cantábrico

Separata Elementos Arqueológicos. Dirección General de Patrimonio Cultural y Memoria Histórica. Consejería de Universidades, Igualdad, Cultura y Deporte. Gobierno de Cantabria

Separata. Carretera CA-171. Dirección General de Obras Públicas. Consejería de Obras Públicas, Ordenación del Territorio y Urbanismo. Gobierno de Cantabria.

Separata Viesgo

Separata Vértice Geodésico Fuente del Moro. Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana. Instituto Geográfico Nacional.

Separata Monte de Utilidad Pública. Dirección General de Biodiversidad, Medio Ambiente y Cambio Climático. Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de Cantabria

Separata Junta Vecinal La Costana

Separata Junta Vecinal Vilasuso

Separata Junta Vecinal Quintana

Separata Junta Vecinal Monegro

Separata Junta Vecinal Orzales

Separata Junta Vecinal Santa María

Separata Junta Vecinal Santa Olalla

Separata Junta Vecinal San Miguel

Separata Junta Vecinal San Martín de Quevedo

Separata AESA

Separata ACUAES. Aguas de las Cuencas de España

Separata Repsol. Embalse del Alsa

Separata Biocantaber



## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto administrativo constructivo es describir todas las infraestructuras para la construcción del Parque Eólico denominado “Campo Alto”, de 27 MW de potencia instalada, ubicado en el término municipal de Campoo de Yuso, provincia de Cantabria, al efecto de obtener la Tramitación Administrativa (Declaración de Impacto Ambiental, Autorización Administrativa, Aprobación de Proyecto, Declaración de Utilidad Pública y Autorización de Organismos y Entidades afectadas), para instalar dicha planta de generación eléctrica, según 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.

El Parque Eólico “Campo Alto” consta de 6 aerogeneradores Vestas V136-4.5 HH82m, de 4,5 MW de potencia unitaria con una altura de buje de 82 metros resultando una potencia total de 27 MW.

Son objeto del presente proyecto los siguientes elementos correspondientes al Parque Eólico “Campo Alto”:

- Infraestructura Eólica:
  - Aerogeneradores
- Obra Civil:
  - Entronque de acceso con la carretera.
  - Viales de acceso al parque.
  - Vial de acceso a la subestación
  - Viales interiores para acceso a los aerogeneradores.
  - Plataformas para montaje y acopio de los aerogeneradores.
  - Cimentación de los aerogeneradores.
  - Zanjas para líneas eléctricas, red de tierras y comunicaciones.
  - Campas de acopio y zonas de giro.
- Infraestructura Eléctrica:
  - Centro de transformación 0,72/30 kV en el interior de los aerogeneradores.
  - Líneas eléctricas subterráneas de 30 kV.
  - Red de comunicaciones.
  - Red de tierras.
  - Subestación ST Campo Alto 30/220 kV, que se adjunta como anexo nº 13.
  - Línea Aérea de Alta Tensión 220 kv SET Campo Alto – SET Hoyo de los Vallados, que se adjunta como anexo nº14

## **2. LEYENDA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

TM: Término municipal

PE: Parque eólico

SE/SET/ST: Subestación

CP: Código postal

LAT: Línea de alta tensión

UD: Unidad

BT: Baja tensión

AT: Alta tensión

WTG: Wind turbine generator

RBDA: Relación de bienes y derechos afectados

PWM: Pulse width modulation

SMP: Sistema de mantenimiento predictivo

PLC: Programmable logic controller

CT: Centro de transformación

SCADA: Supervisory control and data acquisition

FO: Fibra óptica

SC: Square connector

REE: Red eléctrica de España

GVE: Grúa de vía estrecha

CHD: Confederación Hidrográfica del Duero

UTM: Universal Transversal de Mercator

ODT: Obra de Drenaje Transversal

OTDL: Obra Transversal de Drenaje Longitudinal

P.K.: Punto Kilométrico

### 3. ANTECEDENTES

En fecha 25 de noviembre de 2020, Iniciativas Eólicas de Cantabria solicitó la autorización administrativa previa para el Parque Eólico Campo Alto, el Parque Eólico La Costana y sus infraestructuras comunes de evacuación.

En fecha 6 de Septiembre de 2021, la Dirección General de Industria, Energía y Minas publicó en el Boletín Oficial de Cantabria nº 172, la Información Pública de solicitud de Autorización Administrativa Previa y Declaración de Impacto Ambiental del Anteproyecto del parque eólico Campo Alto de 32 MW y su infraestructura de evacuación, situado en los términos municipales de Campoo de Yuso, San Miguel de Aguayo y Molledo. **Expediente EOL-34-2020.**

En el mencionado boletín se resumían las características generales de la instalación, indicándose que el Parque Eólico Campo Alto estaba formado por 8 aerogeneradores, de 81,5 m de altura, 137 m de diámetro de rotor y con una potencia total instalada de 32 MW. Así mismo, se describía textualmente:

*“Para la evacuación de la energía eléctrica generada en el parque eólico Campo Alto hasta la subestación de la red de transporte de energía eléctrica existente (subestación eléctrica de Aguayo, perteneciente a REE), se prevé un conjunto de infraestructuras energéticas que serán compartidas con otros parques eólicos proyectados en la misma zona, en concreto:*

- La citada subestación eléctrica 220/30kV denominada "ST Campo Alto", que recogerá la energía generada en los parques eólicos Campo Alto y La Costana.
- Línea aérea de alta tensión a 220 kV de simple circuito dúplex, que discurre por los términos municipales de Campoo de Yuso y San Miguel de Aguayo, con origen en la subestación "ST Campo Alto" y final en el pórtico de la subestación denominada "ST Hoyo de los Vallados".
- Subestación eléctrica 220/30 kV "ST Hoyo de los Vallados", situada en la parcela 1.477 del polígono 4 del término municipal de Molledo, y que concentrará toda la energía de los parques eólicos de la zona.
- Línea aérea de alta tensión a 220 kV "ST Hoyo de los Vallados – ST AGUAYO (REE)", con origen en pórtico de salida de la subestación "ST Hoyo de los Vallados" y final en el pórtico de la subestación de la red de transporte de energía eléctrica de Aguayo (REE)."

En la misma fecha y mismo boletín, 6 de septiembre de 2021 boletín nº 172, la Dirección General de Industria, Energía y Minas publicó la Información Pública de solicitud de Autorización Administrativa Previa y Declaración de Impacto Ambiental del Anteproyecto del parque eólico La Costana de 15,32 MW y su infraestructura de evacuación, situado en los términos municipales de Campoo de Yuso, San Miguel de Aguayo y Molledo. **Expediente EOL-35-2020.**

En el mencionado boletín se resumían las características generales de la infraestructura de evacuación, en el que se indicaba textualmente:

*“Para la evacuación de la energía eléctrica generada en el parque eólico La Costana hasta la subestación de la red de transporte de energía eléctrica existente (subestación eléctrica de*

*Aguayo, perteneciente a REE), se prevé un conjunto de infraestructuras energéticas que serán compartidas con otros parques eólicos proyectados en la misma zona, en concreto:*

- *La citada subestación eléctrica 220/30kV denominada "ST Campo Alto", que recogerá la energía generada en los parques eólicos Campo Alto y La Costana.*
- *Línea aérea de alta tensión a 220 kV de simple circuito dúplex, que discurre por los términos municipales de Campoo de Yuso y San Miguel de Aguayo, con origen en la subestación "ST Campo Alto" y final en el pórtico de la subestación denominada "ST Hoyo de los Vallados".*
- *Subestación eléctrica 220/30 kV "ST Hoyo de los Vallados", situada en la parcela 1.477 del polígono 4 del término municipal de Molledo, y que concentrará toda la energía de los parques eólicos de la zona.*
- *Línea aérea de alta tensión a 220 kV "ST Hoyo de los Vallados – ST AGUAYO (REE)", con origen en pórtico de salida de la subestación "ST Hoyo de los Vallados" y final en el pórtico de la subestación de la red de transporte de energía eléctrica de Aguayo (REE)."*

En fecha 8 de Agosto de 2022, y una vez había finalizado el proceso de información pública, IEC recibió sendos informes para Campo Alto y La Costana de la Subdirección General de Medio Natural del Gobierno de Cantabria.

En fecha 20 de Septiembre de 2022, y a pesar de que el plazo de información pública ya había finalizado, IEC envió contestación pormenorizada a todas las cuestiones planteadas por la Subdirección General de Medio Natural.

En fecha 2 de Diciembre de 2022, Iniciativas Eólicas de Cantabria presentó una adenda al Estudio de Impacto Ambiental en la que proponía modificaciones de diseño y del trazado de la Línea de Alta Tensión. Esta adenda daba respuesta a los informes de la Subdirección de Medio Natural minimizando considerablemente los impactos asociados a esta infraestructura.

La Dirección General de Biodiversidad, Medio Ambiente y Cambio Climático, publicó en el Boletín Oficial de Cantabria nº 8 de fecha 12 de enero de 2023, Resolución por la que se formula declaración de Impacto Ambiental del Proyecto Parque Eólico Campo Alto - La Costana de 47,6 MW, en los términos municipales de Campoo de Yuso, San Miguel de Aguayo y Molledo (Cantabria).

Esta Declaración de Impacto Ambiental aprobaba la instalación de 6 aerogeneradores en el Parque Eólico Campo Alto, 3 aerogeneradores en el Parque Eólico La Costana y aprobaba también el trazado y características técnicas generales de la Línea de Evacuación.

En este Proyecto Constructivo se han diseñado las diferentes infraestructuras atendiendo estrictamente a la mencionada Declaración de Impacto Ambiental y sus condicionantes. Se han seleccionado aerogeneradores con menos impacto ambiental que los planteados en el Anteproyecto, se ha respetado la potencia máxima autorizada en el permiso de Acceso y Conexión otorgado por Red Eléctrica, se han modificado levemente la posiciones de los aerogeneradores para no interferir en los sistemas de telecomunicaciones, se ha diseñado la planta de Obra Civil más óptima medioambientalmente, se ha diseñado el camino de acceso aprobado y se ha modificado la posición de la subestación Campo Alto.

Se presenta junto a este Proyecto Constructivo, un Documento de Acreditación de los Condicionantes de la Declaración de Impacto Ambiental, además de diferentes documentos

medioambientales que describen y garantizan de forma pormenorizada todos los requisitos del Estudio de Impacto Ambiental y la posterior Declaración de Impacto Ambiental.

En fecha 13 de Marzo de 2023, la Dirección General de Industria, Energía y Minas del Gobierno de Cantabria otorgó a Iniciativas Eólicas de Cantabria la Autorización Administrativa Previa para el Parque Eólico Campo Alto y sus infraestructuras de Evacuación de Energía. Posteriormente, en fecha 14 de Marzo de 2023, otorgó la Autorización Administrativa Previa para el Parque Eólico La Costana y sus infraestructuras de Evacuación de Energía

#### **4. TITULAR**

El titular o promotor del proyecto es Iniciativas Eólicas de Cantabria, S.L., con domicilio fiscal en Barrio Rubó S/N, CP 39470, Boo de Piélagos, Cantabria, con CIF B-39457965.

#### **5. FICHA RESUMEN DEL PROYECTO DE PARQUE EÓLICO**

CARACTERÍSTICAS PARQUE EÓLICO	Valor	Unidad
Nombre del Parque	Parque Eólico Campo Alto	-
Titular	INICIATIVAS EÓLICAS DE CANTABRIA S.L.	-
Potencia instalada	27	MW
Aerogenerador	Vestas V136-4.5 MW HH82m	-
Número aerogeneradores	6	Ud
Potencia aerogenerador	4,5	MW
Altura de buje	82	m
Tensión generación	30	kV
Tensión evacuación	220	kV
Subestación de planta	ST Campo Alto 30/220 kV	
Línea de evacuación	LAAT 220 kV SET Campo Alto – SET Hoyo de los Vallados	
Punto de conexión	SET Aguayo (REE)	-
Acceso a Parque	CA-171	-

**Tabla 1 Datos principales del Parque Eólico Campo Alto**

#### **6. NORMATIVA TÉCNICA DE APLICACIÓN**

##### **6.1 OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS**

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- NCSE-02 Norma de Construcción Sismorresistente.
- PG-3 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes.
- RC-16 Instrucción para la recepción de cementos.

- Normas UNE
- Eurocódigos
- NTP 278: Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## **6.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero
- Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- 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.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores
- Real Decreto-ley 1/2019, de 11 de enero, de medidas urgentes para adecuar las competencias de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia a las exigencias derivadas del derecho comunitario en relación a las Directivas 2009/72/CE y 2009/73/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y del gas natural.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- 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 10 de marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- 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.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002), ver las Instrucciones Complementarias ITC 40 y la Nota de Interpretación Técnica de la equivalencia de la separación Galvánica de la Conexión de Instalaciones generadoras en Baja Tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Punto de Medida.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, del ministerio de Industria, Energía y turismo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.



- 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 de 03 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

### **6.3 AUTONÓMICA, PROVINCIAL Y LOCAL**

- Ley 2/2001, de 25 de junio, de Ordenación Territorial y Régimen Urbanístico del Suelo de Cantabria.
- Ley 5/1996, de 17 de diciembre, de Carreteras de Cantabria
- Ley 7/2013, de 25 de noviembre, por la que se regula el aprovechamiento eólico en la Comunidad Autónoma de Cantabria.
- Decreto 65/2010, de 30 de septiembre, por el que se aprueban las Normas Urbanísticas Regionales de Cantabria
- Normas Autonómicas y Provinciales para este tipo de instalaciones.
- Normas subsidiarias de planeamiento municipal de Campoo de Yuso

## **7. EMPLAZAMIENTO**

El emplazamiento del parque eólico se encuentra en el término municipal de Campoo de Yuso, en la parte sur de la provincia de Cantabria.

El acceso al parque se realiza desde la carretera CA-171, a la altura del PK 9+700, en las localidades de Monegro y La Costana, pertenecientes ambas al municipio cántabro de Campoo de Yuso. Se llevarán a cabo todas las actuaciones necesarias en el nudo que permitan la entrada al parque eólico de los vehículos de transporte de los componentes de los aerogeneradores desde la carretera CA-171.

El parque eólico cuenta con un total de 6 aerogeneradores y una capacidad total de 27 MW. Éstos y los caminos interiores del parque eólico se sitúan en el término municipal de Campoo de Yuso. La evacuación interior del parque eólico mediante una red subterránea de media tensión discurre por este término municipal hasta llegar a la subestación ST Campo Alto 30/220 kV, situada en el mismo término municipal.

El núcleo de población más cercano al parque eólico es Quintana, situado a 1 kilómetro del emplazamiento en dirección noroeste.

### **7.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO**

Los criterios de selección del emplazamiento han sido criterios técnico-energéticos y medioambientales.

- Recurso eólico: La zona seleccionada para la instalación del parque eólico corresponde a una zona donde el viento se presenta con elevada frecuencia y con una velocidad media alta, dos requisitos para desarrollar un parque eólico.
- Evacuación eléctrica: El emplazamiento seleccionado está próximo a infraestructuras eléctricas que permiten evacuar la energía producida por la planta.

- Características geomorfológicas del terreno: El emplazamiento elegido dispone de unas características geomorfológicas aceptables. El terreno seleccionado tiene unas características geotécnicas adecuadas para asegurar la cimentación, y está exento de riesgos de inundaciones y riesgos de movimientos sísmicos, como se explica en el Anexo N°4. Estudio Geológico Preliminar. La zona de estudio se encuentra caracterizada por un relieve montañoso con pendientes elevadas. La altitud de la zona varía entre las cotas topográficas de 1056 m y 1241 m.
- Infraestructuras de acceso: La existencia de infraestructuras de accesos al emplazamiento facilitarán el transporte de componentes.
- Criterios medioambientales: La ubicación de la planta se ha realizado para evitar la afección a los espacios protegidos, tanto por la legislación comunitaria, estatal o autonómica.

## **8. DESCRIPCIÓN DEL RECURSO**

Todo lo relativo a la descripción del recurso eólico y al estudio de viento se detalla en el anexo N°1.

## **9. UBICACIÓN DE LOS AEROGENERADORES**

Basándose en los cálculos del estudio eólico, se ha diseñado una disposición óptima de aerogeneradores, teniendo además en cuenta restricciones de tipo técnico y ambiental.

Las coordenadas UTM de los aerogeneradores se muestran en la siguiente tabla:

Implantación PE Campo Alto				
POSICIONES (Modelo Vestas V136-4.5) sistema UTM ETRS 89 HUSO 30				
Posición	Modelo	UTM-X	UTM-Y	Altura de buje
CALC3-02	V136-4.5	415.008	4.764.684	82 m
CALC3-04	V136-4.5	415.802	4.764.723	82 m
CALC3-05	V136-4.5	416.170	4.764.702	82 m
CALC3-06	V136-4.5	416.637	4.764.784	82 m
CALC3-07	V136-4.5	416.867	4.765.060	82 m
CALC3-08	V136-4.5	417.117	4.765.264	82 m

**Tabla 2**Coordenadas de posiciones en PE Campo Alto

## **10. UBICACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ST CAMPO ALTO 30/220 KV**

Las coordenadas UTM de la subestación ST Campo Alto 30/220 kV se muestran en la siguiente tabla:

Implantación ST Campo Alto 30/220 kV		
POSICIÓN sistema UTM ETRS 89 HUSO 30		
PUNTOS	UTM-X	UTM-Y
PUNTO 1	417.186	4.765.821
PUNTO 2	417.152	4.765.840

Implantación ST Campo Alto 30/220 kV		
POSICIÓN sistema UTM ETRS 89 HUSO 30		
PUNTOS	UTM-X	UTM-Y
PUNTO 3	417.192	4.765.911
PUNTO 4	417.226	4.765.892

**Tabla 3**Coordenadas ST Campo Alto 30/220 kV

## **11. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PARQUE EÓLICO**

La infraestructura del Parque Eólico “Campo Alto” consta de seis (6) aerogeneradores de 4.500 kW de potencia unitaria ubicados en la parte sur de la provincia de Cantabria, lo que supone una potencia instalada total de 27 MW. El acceso se realiza a través de la carretera CA-171, en el PK. 9+700, dentro del término municipal de Campoo de Yuso.

La ubicación de cada uno de los servicios y afecciones del parque se detalla en el plano IIES-TPY-CAA1045-0001 Implantación general del parque

### **11.1 OBRA CIVIL**

Las obras necesarias para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos que constituyen el parque, consisten en:

- Entronque de carretera de origen con camino de acceso
- Camino o caminos de acceso al parque. (Accesos principales desde entronque hasta el primer aerogenerador o ramal de la agrupación o cordel de aerogeneradores).
- Viales interiores. (Accesos entre aerogeneradores).
- Cimentaciones de aerogeneradores.
- Plataforma junto a la cimentación del aerogenerador, necesaria para el montaje de aerogeneradores mediante grúa y acopio de componentes.
- Canalizaciones para cableado eléctrico y red de tierras.
- Plataformas de acopio y casetas de obra.
- Zonas de giro.

Para mayor detalle y cálculos justificativos ver Anexo nº3 Obra Civil

#### **11.1.1 ENTRONQUE DE LA CARRETERA DE ORIGEN CON EL CAMINO DE ACCESO**

El entronque de la carretera de origen con el camino de acceso al Parque Eólico Campo Alto se realiza en la carretera CA-171, en el P.K. 9+700. En este punto se adecuará un entronque de existente hacia el camino “Los Barrancales”. El entronque se encuentra en buen estado, siendo únicamente necesario la ejecución de sobreanchos y despejes que permitan el paso de los vehículos de transporte de los componentes de los aerogeneradores y la retirada temporal de señales.

### **11.1.2 CAMINOS**

Los caminos del Parque Eólico se conciben como una red de viales que permiten el acceso a todas y cada uno de los aerogeneradores, al tiempo que conectan la planta con las carreteras del entorno.

Los emplazamientos de aerogeneradores se sitúan en zonas elevadas en su mayor parte, siendo preciso la construcción de viales que permitan dar acceso a los medios de transporte de equipos y maquinaria de montaje en una primera fase, y de explotación y mantenimiento durante la vida útil de la planta, que se establece en 40 años.

Los caminos tienen una utilidad específica, concretada en un importante tráfico pesado durante la fase de construcción y montaje, reduciéndose drásticamente durante la fase de explotación a vehículos ligeros de conservación y mantenimiento y, ocasionalmente alguna grúa o vehículo de transporte pesado. Asimismo, es habitual que la red de caminos creada sea utilizada por los lugareños para acceder a las distintas zonas.

El trazado de los caminos, su sección tipo y el concepto general van encaminados a obtener la menor incidencia posible con el entorno, reduciéndose en lo posible la longitud y los movimientos de tierras, tanto por razones económicas como de integración en el medio ambiente. De hecho, se ha aprovechado en lo posible los caminos ya existentes, modificándolos según las restricciones geométricas impuestas por el paso de los transportes que llevarán las piezas de los aerogeneradores para su construcción.

El acceso al parque se realiza desde la carretera CA-171, a la altura del PK 9+700, entre los núcleos de Monegro y La Costana, dentro del término municipal de Campoo de Yuso. Desde este punto, se aprovecha el camino denominado "Camino de Servilleja a Doñayo" adaptando sus características a las requeridas para la conducción y maniobras de las máquinas necesarias para el transporte de los equipos y ejecución de las obras.

La red de caminos proyectados tiene una longitud total de 7.998,61 metros, divididos en 9 ejes. El camino de acceso al parque, denominado Camino de acceso, cuenta con 5,5 m de ancho y 3.509 m de longitud, hasta llegar a los caminos interiores a los aerogeneradores. Por otro lado, el camino denominado Acceso a ST es el vial que permite la entrada a la subestación, con una longitud de 35,53 m.

El resto de los caminos del parque, con un total de 6 ejes, serán interiores. En estos caminos interiores, teniendo una longitud total de 4.489,34 m, se proyecta un ancho de 5,5 m, debido a que las altas pendientes no permitirán la circulación de la grúa montada.

Por otra parte, se diseñan cuatro áreas de giro, las cuatro como parte de las plataformas de montaje de los aerogeneradores.

También se han proyectado una campa de acopio para su uso durante la obra. Está situada al final del camino de acceso, con una superficie de 9.000 m<sup>2</sup>.

Nombre	Longitud (m)	Tipo	Ancho (m)
<b>Camino de acceso</b>	3.509,27	Acceso	5,5
<b>Eje 1</b>	2.850,95	Interior	5,5
<b>Eje 1.8</b>	321,38	Interior	5,5

Nombre	Longitud (m)	Tipo	Ancho (m)
Eje 1.6	349,61	Interior	5,5
Eje 1.5	300,11	Interior	5,5
Eje 1.4	306,58	Interior	5,5
Eje 2	307,09	Interior	5,5
Acceso campa de acopio	18,09	Interior	5,5
Acceso ST	35,53	Interior	5,5
<b>LONGITUD TOTAL</b>	7.998,61 m		

**Tabla 4 Longitudes caminos PE Campo Alto**

En el trazado de los caminos del parque se ha intentado aprovechar al máximo los caminos existentes en la zona. Los caminos de nueva ejecución suman un total de 5.918,61 m, el resto de los caminos se han proyectado sobre caminos existentes en la zona.

Estos caminos existentes deberán someterse a obras de mejora y acondicionamiento para el paso de vehículos especiales.

Geométricamente se han adoptado los siguientes parámetros:

- Trazados: sucesión de alineaciones rectas y curvas circulares con radios mínimos superiores a 38,20 metros.
- Perfil longitudinal adaptado al terreno natural en su mayor parte, con el menor movimiento de tierras posible.
- Pendiente longitudinal máxima del 18,80%.
- Pendiente mínima longitudinal de 0.5%.
- Pendiente transversal del 2%.
- Ancho vial de acceso e interior: 5,5m
- Sobreanchos en curvas según documento "0054-6051 - Wind Farm Roads Requirements\_V11".
- Valor de Kv mínimo de 750.
- El eje de los viales se ha definido en el centro de la calzada.
- Se han tratado de aprovechar, en la medida de lo posible, los viales existentes.

El firme de los caminos estará constituido por treinta centímetros de zahorra artificial, que servirá de rodadura. Apoyará sobre el terreno natural, después de retirar la capa superficial de tierra vegetal, o bien sobre terraplén.

Será necesario el hormigonado del camino en los casos en los que la pendiente en éstos supere los siguientes valores:

Pendientes longitudinales	
Tramo recto	Tramo curvo
<=10% sin hormigonar	<=7% sin hormigonar
>10% y <=14% hormigonado	>7% y <14% hormigonado. Consulta a Vestas
>14%, Consulta a Vestas. Remolcado	>14%, Consulta a Vestas. Remolcado

**Tabla 5 Valores de pendientes máximas**

Pendientes longitudinales	
Tramo recto	Tramo curvo
≤ 3 sin hormigonar	≤ 2 sin hormigonar

**Tabla 6 Valores de pendientes máximas circulando marcha atrás**

Debido a la orografía de la zona, para la ejecución algunos viales interiores son necesarias pendientes superiores al 10 %, por lo que es necesario disponer de un paquete de firme rígido en hormigón para esta casuística.

EJE	PENDIENTE	TIPO	PK INICIAL	PK FINAL	LONGITUD (M)
ACCESO	7,50%	CURVA	2+181,00	2+217,00	36,00
ACCESO	15,65%	CURVA	2+341,00	2+534,02	193,02
ACCESO	18,80%	CURVA	2+534,02	2+757,17	223,15
ACCESO	15,50%	CURVA	2+757,17	2+826,94	69,77
ACCESO	12,00%	CURVA	2+826,94	2+869,18	42,24
ACCESO	16,75%	CURVA	2+869,18	2+927,62	58,44
ACCESO	10,25%	CURVA	2+927,62	2+991,57	63,95
ACCESO	12,30%	CURVA	2+991,57	3+072,77	81,20
ACCESO	15,00%	CURVA	3+072,77	3+131,50	58,73
ACCESO	15,00%	RECTA	3+131,50	3+142,00	10,50
EJE 1	10,00%	CURVA	0+233,00	0+340,00	107,00
EJE 1	18,00%	CURVA	0+657,00	0+829,00	172,00
EJE 1	10,00%	RECTA	1+079,00	1+112,31	33,31
EJE 1	14,00%	RECTA	1+112,31	1+214,61	102,30
EJE 1	9,50%	RECTA	1+214,61	1+228,00	13,39
EJE 1	10,00%	CURVA	1+351,00	1+389,74	38,74
EJE 1	10,00%	RECTA	1+389,74	1+432,00	42,26
EJE 1	15,00%	RECTA	1+766,00	1+770,38	4,38
EJE 1	15,00%	CURVA	1+770,38	2+070,00	299,62
EJE 1	18,00%	CURVA	2+447,00	2+661,00	214,00
EJE 1.08	10,00%	CURVA	0+063,00	0+145,00	82,00
EJE 1.06	18,00%	CURVA	0+037,00	0+200,00	163,00
EJE 1.05	7,15%	CURVA	0+000,00	0+022,00	22,00
EJE 2	8,00%	CURVA	0+101,00	0+150,00	49,00
<b>TOTAL</b>					<b>2.180</b>

**Tabla 7 Identificación de tramos hormigonados en PE Campo Alto**



### 11.1.3 DRENAJE

En este apartado se definen todas las actuaciones que comprenden el drenaje del parque eólico Campo Alto, según su estudio hidrológico completo, en base a la Normativa vigente (Norma 5.2.-IC “Drenaje superficial” del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana) de las distintas cuencas hidrográficas interceptadas por la construcción de los viales y plataformas del parque eólico y la definición del drenaje transversal y el drenaje longitudinal para la correcta evacuación de las plataformas y márgenes de los caminos.

La Norma establece como método de cálculo el Método Racional Modificado.

De acuerdo con dicha metodología, se establece que el máximo caudal anual  $QT$ , correspondiente a un período de retorno  $T$  para una cuenca homogénea, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) * C * A * K_t}{3,6}$$

donde:

- $QT$  (m<sup>3</sup>/s) Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno  $T$ , en el punto de desagüe de la cuenca
- $A$  (km<sup>2</sup>) es la superficie (medida horizontalmente) que recibe la lluvia.
- $I(T, t_c)$  (mm/h) es la intensidad de lluvia correspondiente a la máxima tormenta para un periodo de retorno dado y con una duración igual al tiempo de concentración ( $T_c$ ).
- $C$  adimensional, es el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca.
- $K_t$  adimensional, es el coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

El proceso de cálculo de los caudales de las diferentes cuencas interceptadas se detalla en el anexo nº10. Estudio Hidrológico.

En este proyecto se han dispuesto tres tipos de cunetas (cuneta de desmonte tipo 1, cuneta de desmonte tipo 2 y cuneta de desmonte tipo 3 según planos IIES-TPY-CAA6091-0001 Planta general de obras de drenaje y IIES-TPY-CAA6091-0002 Detalle de infraestructuras de drenaje), las dos primeras triangulares de 1 metro de ancho y 0,5 metros de altura, siendo la de tipo 1 acabada en tierra y la de tipo 2 revestida en hormigón con pendiente lateral ambas de 1H:1V, mientras que la tercera será un canal rectangular también revestido de hormigón de 1m de base x 1 metro de altura.

Debido a que los viales de proyecto se tratan de caminos en tierra, se considera que queda fuera del ámbito de aplicación los criterios de revestimientos y velocidad exigidos por la Norma de drenaje de carreteras 5.2.-IC, empleando únicamente esta Norma como referencia para el cálculo hidrológico de caudales.

Para el cálculo de las cunetas se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Cuneta de hormigón con pendiente máxima: se comprobará la limitación por velocidad en el caso más desfavorable para cunetas de hormigón. La limitación de velocidad máxima es de 6 m/s. El coeficiente de Manning utilizado es  $n=0,013$ .

- Cuneta de hormigón con pendientes mínimas: se analizará la capacidad de desagüe de la cuneta. A menor pendiente y mayor caudal recibido, menor capacidad tiene ésta de desaguar el caudal recibido.
- Cuneta de tierras con pendiente máxima: se comprobará la limitación por velocidad en el caso más desfavorable para cunetas de tierras. La limitación de velocidad máxima se fija en 1,5 m/s. El coeficiente de Manning utilizado es  $n=0,025$ .
- Cuneta de tierras con pendiente mínima: se analizará la capacidad de desagüe de la cuneta. A menor inclinación/pendiente y mayor caudal recibido, menor capacidad tiene ésta de desaguar el caudal recibido.

Para el drenaje transversal se han dispuesto cuatro ODT (1 tubo de hormigón de 1500 mm de diámetro, 1 tubo de hormigón de 1000 mm de diámetro y 2 tubos de hormigón de 600 mm de diámetro), diez OTDLs (1 tubo de hormigón de 1000 mm de diámetro, 2 tubos de hormigón de 800 mm de diámetro y 7 tubos de hormigón de 600 mm) y 10 pasa-cunetas (1 tubo de hormigón 1000 mm de diámetro y 9 tubos de hormigón de 400 mm de diámetro)

Como criterios de diseño en las ODT y OTDL, se ha considerado:

- Pendientes: entre el 0,5% y 10%
- Diámetros mínimos: se establece un diámetro mínimo de colectores  $D_{min} = 500$  mm.
- Material: se diseñarán colectores transversales de hormigón.
- Limitaciones de velocidad: la velocidad máxima se establece entre 4,5 y 6 m/s.

La posición de las cunetas, ODTs y las OTDLs y sus detalles se pueden ver en los planos IIES-TPY-CAA6091-0001 Planta general de obras de drenaje y IIES-TPY--CAA6091-0002 Detalle de infraestructuras de drenaje.

El diseño de los elementos de drenaje se detalla en el anexo nº3. Obra Civil

#### **11.1.4 PLATAFORMAS DE MONTAJE**

En el emplazamiento correspondiente a cada aerogenerador se acondicionará una plataforma estable, que permita las maniobras de camiones y grúas de gran tonelaje necesarios para realizar las labores de montaje de las máquinas.

Todas las plataformas de montaje a excepción de las plataformas de las posiciones CALC3-02 y CALC3-04 se han previsto en base a la plataforma genérica de la especificación técnica "0050-8073 - Crane Pads Requirements\_V11", pero sin acopio para los sectores 1 y 2 de la torre. Esta plataforma cuenta con las dimensiones y distribución que a continuación se describen:

- Zona de trabajo grúas.
- Zona de acopio de componentes.
- Zona de montaje pluma.

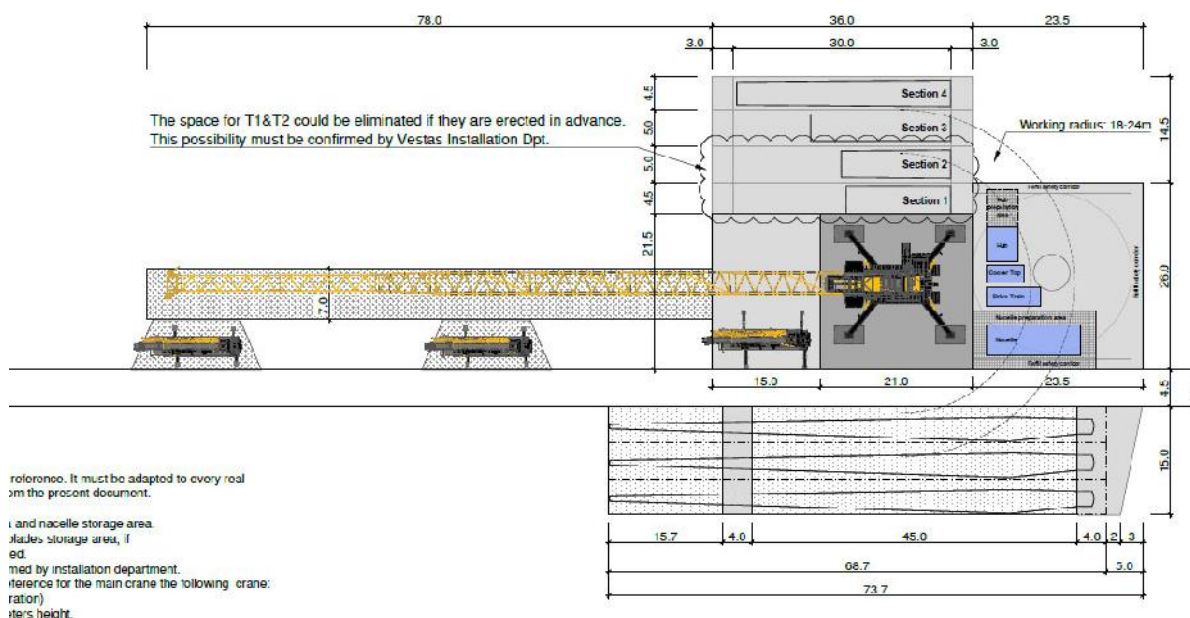


Figura 1 Plataforma General Vestas V136-4.5-HH82m

En el caso de las plataformas de las posiciones CALC3-02 y CALC3-04, en base a la orografía complicada de la zona, se ha dispuesto una plataforma Just-in-Time, en la que no se acopiarán los tramos de torre, y se acopiarán las palas de una en una.

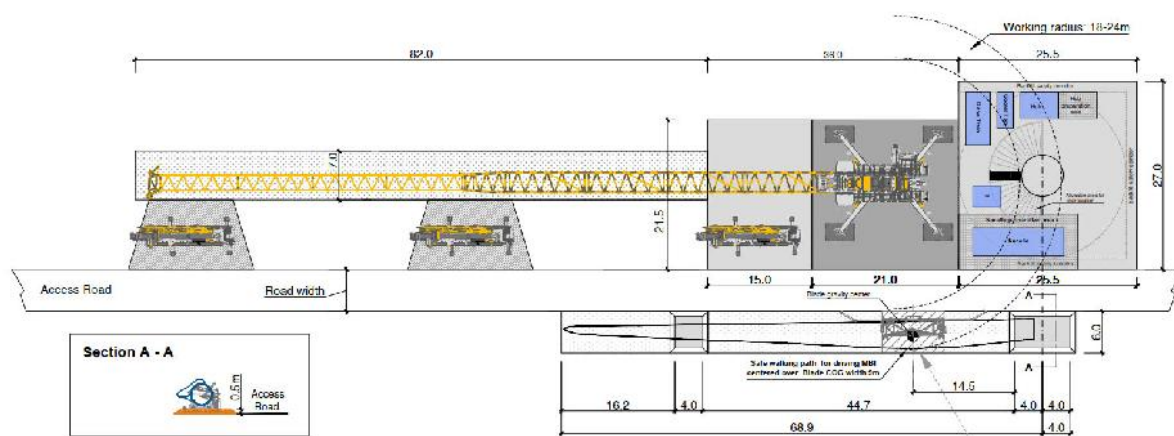


Figura 2 Plataforma V136-4,5 HH82m Just-in Time. CALC3-02, CALC3-04

En las plataformas se ha diseñado un firme consistente en 30 cm de zahorra artificial tanto en la zona de trabajo de la grúa, como en las áreas de acopio y zona de montaje de la pluma con el fin de asegurar una capacidad portante del terreno mínima de 3,0 kg/cm<sup>2</sup>.

### 11.1.5 CIMENTACIÓN DE AEROGENERADORES

Los aerogeneradores estarán cimentados en una zapata tronco-cónica de planta circular con diámetro máximo de 19 m, y 3 m de altura total: 0,7 m de canto en su radio máximo, 1,80 m

de altura de cono y 0,5 m de altura en su cilindro superior, el cual quedará 0,10 m por encima del terreno en el pedestal. Ver la geometría completa en el plano IIES-TPY-CAA6010-0001 Cimentación.

En la zapata se incluirá el acceso de la red de media tensión a la torre con tubos que irán embebidos en el propio hormigón de la cimentación.

El hueco de la cimentación se rellenará con material procedente de la excavación hasta 10 cm por debajo del nivel superior del pedestal. El terraplenado se realizará de forma que se obtenga una rasante con pendiente hacia el exterior del aerogenerador.

Simultáneamente a la ejecución de la cimentación, embebidos en el pedestal se colocarán los anclajes de la torre, consistente en una virola de acero a la que posteriormente se atornillará la base de la torre de sustentación del aerogenerador.

La geometría de la zapata se calculará de manera que se garantice entre otros aspectos la estabilidad de la misma (vuelco, deslizamiento, despegue, efectos del nivel freático), y los condicionantes geotécnicos, de manera que la tensión transmitida al suelo sea menor que la máxima capacidad portante del terreno.

Para realizar el prediseño de la cimentación se ha considerado lo expuesto en el documento 0082-5408\_V00 - Combine Foundation Loads V136-4.0\_4.2 MW HH82 IEC2B, además de los siguientes parámetros del terreno:

- Rigidez Rotacional dinámica límite = 50 GNm/rad
- Coeficiente Poisson = 0,35
- Ángulo Fricción Interno = 18°
- Densidad Relleno = 18 kN/m<sup>3</sup>
- Nivel Freático por debajo de la capa de apoyo.
- Máximos asentamientos diferenciales = 3 mm/m
- Máximo asiento = 50mm

#### 11.1.6 ZANJAS

Para el tendido de la red de potencia, comunicaciones y tierras del parque se ha previsto una red de zanjas que conecta los aerogeneradores del parque con la subestación ST Campo Alto 30/220 kV que se incluye como anexo nº13 del presente proyecto.

Las zanjas discurrirán por terreno natural o bajo cultivo, paralelas a los caminos del parque o caminos catastrales en la medida de lo posible y fuera de la huella de las cunetas. Ver las secciones tipo de zanjas en el plano IIES-TPY-CAA6025-0001 Sección tipo de zanjas y arquetas.

Para las comunicaciones se ha previsto un tritubo de HDPE de 40 mm de diámetro exterior.

Para la red de tierras se ha previsto un cable de cobre desnudo directamente enterrado de 70 mm<sup>2</sup>.

Para la red de potencia se han previsto circuitos de aluminio unipolares instalados en trébol directamente enterrado.

Se ha previsto la instalación de una cinta señalizadora a lo largo de la zanja para la identificación de cables eléctricos.

Para la protección de los cables se ha proyectado una placa de polietileno unos 30 cm por encima de los cables de potencia.

Los cruces de zanjas con caminos o arroyos se realizarán perpendiculares al eje de la afección y se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cada terna de cables de potencia irá entubada en tubos PEAD de 250 mm de diámetro exterior.
- El tritubo de fibra óptica y el cable de puesta a tierra irán entubados en tubo PEAD de 250 mm de diámetro exterior.
- Se dispondrá de un tubo de reserva de 250 mm de diámetro de PEAD
- La cama y el relleno de arena se sustituirá por hormigón en masa HM-20, para fortalecer la canalización.

Las zanjas se excavarán con taludes verticales, segregando los productos de excavación que se obtengan en los primeros 50-60 cm, en los que se encontrarán la tierra vegetal y los materiales tipo suelo o roca más meteorizada, de los que salgan de la zona inferior, de carácter más rocoso. Los primeros se emplearán en el posterior relleno de la zanja y los segundos serán llevados a zonas de terraplén, recuperación de franjas de terreno en tramos de caminos anulados o vertedero autorizado. El aspecto final del trazado de las zanjas debe ser lo más parecido posible al original previo, por lo que se deben extremar las medidas de refino y limpieza finales, eliminando todos los fragmentos rocosos y extendiendo tierra vegetal en las zonas que lo requieran.

El relleno de las zanjas, una vez tendidas las conducciones, se realizará con arena de río o cantera hasta 30 cm de altura, rellenándose el resto con el material extraído en la zona superficial de la excavación.

## **11.2 AEROGENERADOR**

Las características de los aerogeneradores Vestas V136-4.5 HH 82m, de 4,5 MW de potencia unitaria con una altura de buje de 82 metros se encuentran recogidas en el anexo nº2.

## **11.3 RED DE MEDIA TENSIÓN**

Se dispone para la evacuación de la energía una red de media tensión subterránea en 30 kV que conecta los aerogeneradores con la subestación ST Campo Alto 30/220 kV.

El diseño eléctrico para este parque está compuesto por dos circuitos:

- El circuito 1 conecta los aerogeneradores CALC-02, CALC-04, CALC-05 con la ST
- El circuito 2 conecta los aerogeneradores CALC-06, CALC-07, CALC-08 con la ST

Los circuitos de media tensión serán de aluminio, tipo HEPRZ1 con aislamiento 18/30 kV unipolares de las siguientes características:

- Conductor: Aluminio, Clase 2. Secciones homologadas: 150, 240, 300, 400, 500 y 630 mm<sup>2</sup>
- Capa semiconductor interna.

- Aislamiento: Etileno propileno de alto módulo (HEPR)
- Capa semiconductora externa.
- Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con sección total 16 mm<sup>2</sup>
- Separador, capa semiconductora
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica tipo Z1
- Los conductores de los circuitos de media tensión que llegan a la subestación serán no propagadores de incendio: HEPRZ1 (AS).

Respecto al diseño de los circuitos eléctricos:

- Los circuitos eléctricos se han dimensionado teniendo en cuenta los coeficientes de corrección por temperatura y resistividad del terreno, profundidad y agrupamiento.
- El porcentaje máximo de carga considerado para los circuitos será del 95%.
- Los circuitos se han dimensionado para un factor de potencia de 0,90.
- Se ha considerado como criterio de diseño una pérdida de potencia máxima en el cableado de MT del 1,0% de la potencia instalada.
- La caída de tensión máxima por cada circuito se ha limitado a un 3%.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de mediciones de los circuitos:

Tipo de cable	Total (m)
AI HEPRZ1 18/30 kV 3x1x150 mm <sup>2</sup>	3.122
AI HEPRZ1 18/30 kV 3x1x400 mm <sup>2</sup>	3.121

**Tabla 8 Mediciones de circuitos**



TRAMO	POTENCIA	LONGITUD	L x 5 %	COCAS	LONGITUD TOTAL	INTENSIDAD TOTAL CIRCUITO	INTENSIDAD TERNA	AGRUPAMIENTO			N° CABLES POR FASE	LONGITUD TOTAL x N° CABLES	INTENSIDAD MAX ADMISIBLE				CABLE SELECCIONADO	CARGA CABLE	TEMPERATURA CARGA	RESISTENCIA A T° cable	RESISTENCIA A T max adm cable	INDUCTANCIA	CAIDA TENSION T° max adm	CAIDA TENSION	CAIDA TENSION TOTAL	PERDIDA DE POTENCIA	PERDIDA POTENCIA TOTAL
	(kW)	(m)	(m)	(m)	(m)	(A)	(A)	N° Ternas	Distancia (mm)	Factor (adm)	-	(m)	sin corregir (A)	Corregida (A)	Cumple	Iscr (kA)	(mm <sup>2</sup> )	(%)	(°)	(ohm/km)	(ohm/km)	(ohm/km)	(V)	(%)	(%)	(kW)	(kW)
Circuito 1: CALC3-02 → CALC3-04	4500	989	1038,5	40	1078	96,23	96,23	2	En contacto	0,76	1,00	1078,45	275,00	209,00	SI	14,10	HEPR21 Al 18/30kV 1x150mm <sup>2</sup>	46,04	41,96	0,2242	0,2770	0,1180	54,055	0,180	0,1802	8,298	8,2981
Circuito 1: CALC3-04 → CALC3-05	9000	480	504,0	40	544	192,45	192,45	2	En contacto	0,76	1,00	544,00	275,00	209,00	SI	14,10	HEPR21 Al 18/30kV 1x150mm <sup>2</sup>	92,08	92,83	0,2665	0,2770	0,1180	54,533	0,182	0,3620	16,743	25,0412
Circuito 1: CALC3-05 → SET	13500	2030	2131,5	50	2182	288,68	288,68	3	En contacto	0,65	1,00	2181,50	470,00	305,50	SI	37,60	HEPR21 Al 18/30kV 1x400mm <sup>2</sup>	94,49	96,43	0,1020	0,1050	0,1020	151,571	0,505	0,8672	57,264	82,3056
Circuito 2: CALC3-06 → CALC3-07	4500	467	490,4	40	530	96,23	96,23	2	En contacto	0,76	1,00	530,35	275,00	209,00	SI	14,10	HEPR21 Al 18/30kV 1x150mm <sup>2</sup>	46,04	41,96	0,2242	0,2770	0,1180	26,582	0,089	0,0896	4,081	4,0807
Circuito 2: CALC3-07 → CALC3-08	9000	886	930,3	40	970	192,45	192,45	2	En contacto	0,76	1,00	970,30	275,00	209,00	SI	14,10	HEPR21 Al 18/30kV 1x150mm <sup>2</sup>	92,08	92,83	0,2665	0,2770	0,1180	97,268	0,324	0,4128	29,964	33,9444
Circuito 2: CALC3-08 → SET	13500	847	889,4	50	939	288,68	288,68	3	En contacto	0,65	1,00	939,35	470,00	305,50	SI	37,60	HEPR21 Al 18/30kV 1x400mm <sup>2</sup>	94,49	96,43	0,1020	0,1050	0,1020	65,266	0,218	0,6304	24,658	58,6024

Tabla 9 Cálculos circuitos MT

La pérdida de potencia de la instalación alcanza el valor de 0,52%, inferior al 1% definido como criterio de diseño.

La caída de tensión en el circuito 1 de la instalación alcanza el valor del 0,87%, inferior al 3% definido como criterio de diseño.

La caída de tensión en el circuito 2 de la instalación alcanza el valor del 0,63 inferior al 3% definido como criterio de diseño.

Para elevar la tensión del aerogenerador de 720 V a la tensión de la red de distribución en 30 kV, se proyecta un centro de transformación en la base de cada aerogenerador equipado con un transformador de 5.000 kVA 30/0,72 kV y las cabinas de protección y seccionamiento necesarias. Por último, para elevar la tensión de 30 kV, extraída del aerogenerador, se utiliza una subestación equipada con un transformador de 55.000 kVA 220/30 kV.

La información del sistema eléctrico del parque se detalla en el plano IIES-TPY-CAA0200-0001 Esquema Unifilar Parque.

#### **11.4 RED DE TIERRAS**

El sistema de puesta a tierra de cada aerogenerador está formado por una serie de anillos de cobre desnudo entorno a la cimentación, los cuales se conectarán con el armado de la cimentación y entre los distintos aerogeneradores y la subestación.

Para conectar toda la instalación, se ha previsto un sistema de red de tierras compuesto por conductor de cobre desnudo de 70 mm<sup>2</sup> enterrado en la zanja eléctrica, que conectará todos los aerogeneradores y la subestación. Con esto se consigue que toda la instalación esté conectada a la misma red equipotencial, para la protección del personal y equipos contra potenciales peligrosos.

El diseño de la puesta a tierra de cada aerogenerador tendrá en cuenta las recomendaciones del fabricante, el cual indica que la impedancia global será acorde a las indicaciones de la norma IEC 62305. En cuanto a las tensiones de paso y contacto se cumplirá lo establecido en las normas IEC 60478-1 e IEC 61936-1.

Los CT de cada aerogenerador cumplirán con la normativa de puesta tierra en instalaciones de media tensión, RD 337/2014, la ITC-RAT-13, por lo que estarán equipados con una tierra de protección y una tierra de servicio.

#### **11.5 SISTEMA DE CONTROL**

El control y maniobra del parque eólico se realizará desde la Subestación Elevadora, que se conecta el parque eólico, en donde se instalará un SCADA, que permitirá el control de la instalación y la obtención de datos.

Se ha proyectado la interconexión de todos los aerogeneradores entre sí con el armario de comunicaciones de la Subestación a través de una red de Fibra Óptica en forma de anillo de 16 fibras de tipo monomodo 9/125 con conectores tipo SC.

El circuito de fibra óptica se instalará en las zanjas eléctricas, por encima de la cama de los cables de media tensión. El detalle del cableado de fibra óptica se detalla en el plano IIES-TPY-CAA6025-0001 Sección tipo de zanjas y arquetas

## **12. SERVICIOS EXISTENTES Y AFECCIONES**

### **12.1 AFECCIONES EN CARRETERA CA-171**

Se produce el acceso al Parque Eólico Campo Alto en el P.K. 9+700 de la carretera CA-171, perteneciente a la Dirección General de Obras Públicas de la Consejería de Obras Públicas, Ordenación del Territorio y Urbanismo del Gobierno de Cantabria.

Sobre esta carretera se producen las siguientes afecciones:

Punto	UTM ETRS89 HUSO 30	Carretera	Recorrido	Actuaciones
Entronque con camino de acceso a Parque Eólico	X= 416.913,00 Y= 4.762.953,00	CA-171	Entronque entre CA-171 y vial de acceso a parque eólico Campo Alto	Adecuación de entronque existente para el paso de los vehículos de transporte de los componentes de los aerogeneradores

**Tabla 10 Actuaciones Carretera CA-171**

Las actuaciones descritas quedan recogidas en el plano IIES-TPY-CAA0460-0001 Servicios afectados. Carretera CA-171

El acceso al Parque Eólico se realiza desde un entronque existente con el camino "Los Barrancales" Este acceso se sitúa en las inmediaciones del punto kilométrico 9+700, con coordenadas UTM ETRS89 HUSO 30 X: 416.913 Y: 4.762.953, en el término municipal de Campoo de Yuso.

Se llevarán a cabo todas las actuaciones necesarias en el acceso que permita la entrada al parque eólico de los vehículos de transporte de los componentes de los aerogeneradores desde la carretera CA-171.



**Figura 3 Localización del entronque para el Parque Eólico Campo Alto**

Considerando las buenas condiciones tanto de trazado como de firme de la carretera, se prevén actuaciones superficiales consistentes en retirada de vegetación y señales en la zona, así como la disposición de una playa de zahorra que permita la maniobra de los vehículos. Los transportes accederán al nuevo camino de acceso al parque eólico mediante un giro.

La solución de firme del nuevo entronque se corresponderá con una actuación de 25 metros de longitud con un firme de 35 cm de zahorra artificial y 5 cm de mezcla bituminosa, mientras que en las bocinas, utilizadas para el transporte de los componentes, se proyectará una capa de 30 cm de zahorra artificial.

El diseño final contemplará la correspondiente solución de drenajes, así como las interferencias que pueda provocar la obra sobre la carretera, y la solución de señalización horizontal y vertical en fase de obras y definitiva.

## **12.2 AFECCIONES CON LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS**

En los caminos proyectados como caminos del parque eólico, se producen un cruzamiento con una línea eléctrica aérea propiedad de Viesgo Distribución Eléctrica S.L.

Localización	UTM ETRS 89 HUSO 30	Tensión (kV)	Propietario
Eje 2	X = 417.135 Y = 4.765.638	12/20 TORNIA - PESQUERA	Viesgo Distribución Eléctrica S.L.

**Tabla 11 Cruzamientos con líneas eléctricas**

Las actuaciones descritas quedan recogidas en el plano IIES-TPY-CAA0410-0001 Servicios afectados. Líneas eléctricas

### **12.3 AFECCIONES CON CONFEDERACIONES HIDROGRÁFICAS**

El Parque Eólico Campo Alto se localiza en la divisoria entre los terrenos adscritos a la cuenca hidrográfica del Ebro y la del Besaya. Desde el punto de vista administrativo y natural, la cuenca hidrográfica del Ebro pertenece a la Demarcación Hidrográfica del Ebro, mientras que la del Besaya pertenece a la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico, encontrándose ambas gestionadas por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

#### **12.3.1 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

En la vertiente a la cuenca del Ebro, el arroyo más cercano al proyecto es el Arroyo del Rebañal, cruzándose en dos puntos con el camino de acceso al parque eólico. Este arroyo tributa directamente al Embalse del Ebro.

Cruces con Dominio Público Hidráulico Demarcación Hidrográfica del Ebro Coordenadas UTM HUSO 30 ETRS89		X	Y
Cruce de camino de acceso	Arroyo del Rebañal	416.567	4.763.682
Cruce de camino de acceso	Arroyo del Rebañal	417.158	4.764.356

**Tabla 12 Cruces con cauces de agua de la Demarcación Hidrográfica del Ebro**

Actualmente, en ambos puntos el arroyo se cruza con un camino existente, como las actuaciones en este punto para garantizar el paso de los vehículos de transporte de los componentes de los aerogeneradores consisten en una ampliación de ancho del camino y la restitución de la capa de firme, esta situación hace necesario la disposición de dos nuevas obras de drenaje en la zona reponiendo las ya existentes.

Se proyectan reposiciones de las obras de drenaje existentes. El cálculo del caudal de aportación queda reflejado en el anexo nº10 Estudio Hidrológico, mientras que el cálculo hidráulico del tubo queda recogido en el Anexo nº3. Obra Civil del presente proyecto.



Los detalles de las nuevas ODTs se presentan en el plano IIES-TPY-CAA0430-0002 Servicios Afectados. Confederación Hidrográfica del Ebro.

### **12.3.2 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO**

En la vertiente a la cuenca del Besaya, el curso de agua más cercano al proyecto es el Río Irbienza, río que se cruza en su cabecera con la implantación del parque eólico. Este Río tributa directamente al Río Besaya.

Cruces con Dominio Público Hidráulico Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Coordenadas UTM HUSO 30 ETRS89		X	Y
Cruce del Eje 1	Río Irbienza	416.024	4.764.740

**Tabla 13 Cruces con cauces de agua de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico**

Dado que el camino que se cruza es un camino de nueva implantación, será necesario disponer de una obra de drenaje que permita el paso del agua proveniente de dicho río

Se proyecta una obra de drenaje nueva. El cálculo del caudal de aportación queda reflejado en el anexo nº10 Estudio Hidrológico, mientras que el cálculo hidráulico del tubo queda recogido en el Anexo nº3. Obra Civil del presente proyecto.

Los detalles de la nuevas ODT se presentan en el plano IIES-TPY-CAA0430-0003 Servicios Afectados. Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

### **12.4 AFECCIONES AL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. VÉRTICE GEODÉSICO**

En las inmediaciones de la posición del aerogenerador CALC3-02 se ubica el pilar correspondiente al vértice geodésico "Fuente del Moro" perteneciente a la red geodésica ROI con número de identificación 8341. Se encuentra a una distancia aproximada de 183 m de esta posición, no viéndose afectado por la implantación del parque eólico. La red de Vértices Geodésicos pertenece al Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Coordenadas Vértice Geodésico Coordenadas UTM HUSO 30 ETRS89		X	Y
Vértice Fuente del Moro Nº 8341		415.152	4.764.797

**Tabla 14 Coordenadas vértice geodésico**

Ver plano IIES-TPY-CAA0415-0001 Servicios Afectados. Vértice geodésico

### 12.5 AFECCIONES A LA CONSEJERÍA DE UNIVERSIDADES, IGUALDAD, CULTURA Y DEPORTE DEL GOBIERNO DE CANTÁBRIA

En la zona de implantación del parque eólico se identifican varios yacimientos arqueológicos, pertenecientes a la Dirección General de Patrimonio Cultural y Memoria Histórica de la Consejería de Universidades, Igualdad, Cultura y Deporte del Gobierno de Cantabria. Estos yacimientos son:

- Túmulo de Fuente del Moro. Situado en las inmediaciones de la posición CALC3-02, a una distancia de 115,78 m
- Fuente. Situado en las inmediaciones de la campa de acopio del parque, y a una distancia de 375,47 m de la posición más cercana CALC3-08
- Bebedero. Situado en las inmediaciones de la campa de acopio del parque

Ninguno de los yacimientos se verá afectado por las obras del parque eólico

Para más información ver plano IIES-TPY-CAA0425-0001 Servicios Afectados. Elementos arqueológicos

### 12.6 AFECCIONES A LA CONSEJERÍA DE DESARROLLO RURAL, GANADERÍA, PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE CANTÁBRIA

El Parque Eólico Campo Alto se sitúa sobre terrenos catalogados como Monte de Utilidad Pública, pertenecientes a la Dirección General de Biodiversidad, Medio Ambiente y Cambio Climático de la Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria.

Los Montes de Utilidad pública afectados son los siguientes:

- MUP N°183 Tiliado
- MUP N° 184 El Acebal de Doonayo
- MUP N°173 Ontanillas y Dehesa
- MUP N°174 Breñas y Peña

### 12.7 AFECCIONES A TÉRMINOS MUNICIPALES.

La implantación del parque eólico Campo Alto genera afecciones a servicios del término municipal en donde se sitúa el parque.

#### 12.7.1 TÉRMINO MUNICIPAL DE CAMPOO DE YUSO.

La implantación del parque eólico genera las siguientes afecciones sobre caminos rurales del municipio de Campoo de Yuso.

En el caso de caminos rurales existentes que sean adecuados para ser utilizados como caminos interiores o de acceso del parque eólico se asegurará siempre el mantenimiento de la integridad superficial, la idoneidad de los itinerarios y de los trazados, junto con la continuidad del tránsito y usos preventivos.



## **12.8 RESUMEN INSTALACIONES**

Las instalaciones diseñadas en el Parque Eólico afectan al término municipal de Campoo de Yuso. La afección total quedaría reflejada en la siguiente tabla:

Instalaciones	Total	Campoo de Yuso
<b>Puntos de actuación sobre carreteras</b>	1	1
<b>ml camino acceso (5,5 m)</b>	3.513,09	3.513,09
<b>ml caminos interiores (5,5 m)</b>	4.489,34	4.489,34
<b>ml zanja</b>	4.046,73	4.046,73
<b>ud Cimentaciones AG</b>	6	6
<b>ud plataformas</b>	6	6

**Tabla 15 Mediciones principales**

## **13. ADECUACIÓN DEL PROYECTO AL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO**

### **13.1 TÉRMINO MUNICIPAL DE CAMPOO DE YUSO**

El término municipal de Campoo de Yuso no dispone de Normas Urbanísticas de planeamiento Municipal, pero si existen unas Normas Subsidiarias del Ámbito Comarcal de la Cabecera del Ebro, CRU/04/1983).

Dentro de este término municipal todas las actuaciones se desarrollan en suelo rústico, La Ley 2/2001, de 25 de junio, de Ordenación Territorial y Régimen Urbanístico del Suelo de Cantabria establece la siguiente clasificación del suelo:

- Suelo Rústico
  - Suelo Rústico de Protección Ordinaria
  - Suelo Rústico de Especial Protección

Las actuaciones consideradas en el presente proyecto se sitúan en suelo rústico de Protección Ordinaria y en Suelo Rústico de Especial Protección.

En los terrenos que el planeamiento urbanístico delimita como suelo rústico de Especial Protección se aplica el régimen de especial protección según el artículo 112 de la Ley 2/2001, de 25 de junio, de Ordenación Territorial y Régimen Urbanístico del Suelo de Cantabria. Si no hay una protección singular, se permitirán los usos citados en el artículo 112 de la misma Ley. En estos usos se incluye las letras c) Las que estén vinculadas a la ejecución, entretenimiento y servicio de obras públicas e infraestructuras y d) Las que sean consideradas de interés público o social por la Administración sectorial correspondiente.

Las actuaciones a realizar en el término municipal de Campoo de Yuso consisten en la de la obra asociada al parque eólico Campo Alto, incluyendo caminos de acceso e internos, plataformas de montaje, aerogeneradores y zanja de media tensión.

Ver plano IIES-TPY-CAA1045-0001 Implantación General del Parque

#### 14. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN

La infraestructura de evacuación de la energía generada en el Parque Eólico “Campo Alto” consta de la subestación elevadora ST Campo Alto 30/220 kV y la Línea Aérea de Alta Tensión 220 kV que conectará la citada subestación con la SET Hoyo de Los Vallados, en el término municipal de Molledo en la provincia de Cantabria.

La energía que se generará en el citado parque será conducida a la subestación elevadora a través de líneas de media tensión de 30 kV, conectándose a las barras de media tensión de la subestación de planta, y elevándose a través de un Transformador de Potencia 30/220 kV 50 MVA para poder así evacuar la energía a través de la línea aérea de alta tensión de 220 kV.

La evacuación de la energía desde la Subestación ST Campo Alto 30/220 kV es objeto de este proyecto y se presenta en el anexo nº14. Se realizará mediante una línea de evacuación a 220 kV, que unirá la ST Campo Alto 30/220 kV con la ST Hoyo de los Vallados. Presenta una longitud de 8.071,43 m de simple circuito dúplex, íntegramente aéreos. La línea tiene su origen en la ST Campo Alto, desde donde parte en aéreo durante 8.071,43 m hasta la ST Hoyo de los Vallados.

En los apoyos 3 y 14 se instalarán estructuras tipo 22E150 para acoger, si es necesario en el futuro, la evacuación de los parques Cuesta Mayor y Alsa.

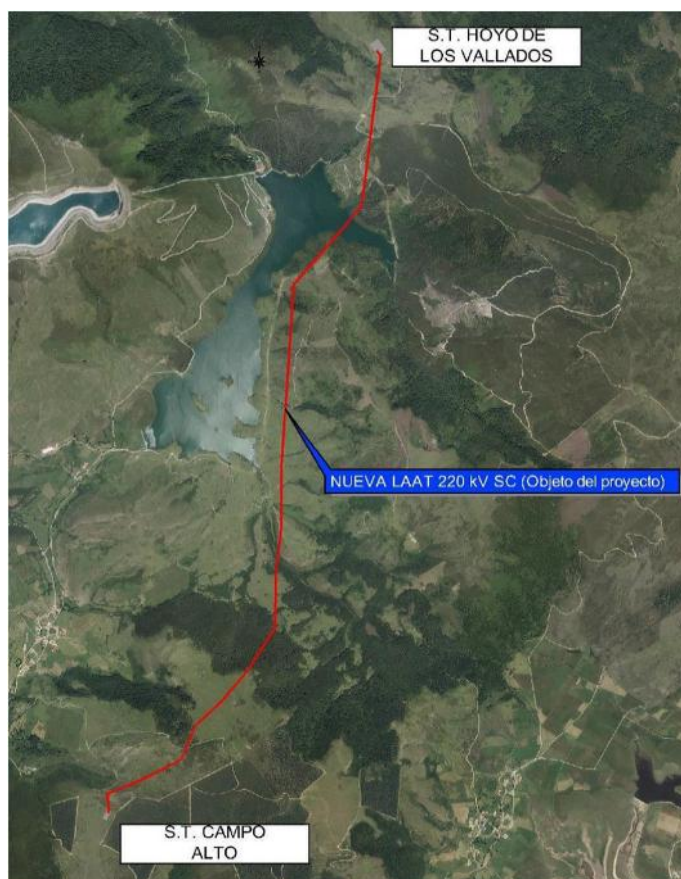


Figura 4 Trazado de la línea de alta tensión LAAT 220 kV SET Campo Alto – SET Hoyo de los Vallados

La provincia y términos municipales afectados por la línea son los siguientes:

<b>TÉRMINO MUNICIPAL</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>LONGITUD AFECTADA (m)</b>
TÉRMINO MUNICIPAL DE CAMPOO DE YUSO	CANTABRIA	209,36
TÉRMINO MUNICIPAL DE SAN MIGUEL DE AGUAYO	CANTABRIA	7242,86
TÉRMINO MUNICIPAL DE MOLLEDO	CANTABRIA	619,21

**Tabla 16 Términos municipales afectados por la línea aérea de alta tensión**

Las coordenadas de los apoyos son las siguientes:

<b>Nº</b>	<b>TIPO</b>	<b>COORDENADAS (ETRS89 HUSO 30)</b>		
		<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
ST CAMPO ALTO	PORTICO	417199.75	4765885.29	1062.61
1	GCO-40000-T1224	417211.32	4765926.26	1067.24
2	GCO-40000-S1224	417193.08	4766065.64	1074.64
3	22E150/B22	417524.22	4766204.18	1099.60
4	COI-27000-S1887	417873.07	4766387.80	1159.02
5	COI-27000-S1887	417997.13	4766695.06	1144.45
6	COI-9000-S1557	418248.66	4766938.75	1138.25
7	COI-27000-S1887	418476.36	4767215.81	1088.81
8	COI-27000-S1887	418720.25	4767609.54	947.59
9	COI-7000-S1775	418724.29	4767834.38	940.38
10	COI-9000-S1557	418729.06	4768100.03	899.82
11	COI-9000-S1557	418785.00	4768553.00	885.23
12	COI-9000-S1557	418779.87	4769062.11	857.12
13	COI-9000-S1557	418809.96	4769529.53	878.90
14	22E150/B30	418838.39	4769971.16	900.19
15	COI-7000-S1775	418858.01	4770275.94	905.78
16	COI-7000-S1775	418874.81	4770536.92	922.49
17	COI-27000-S1887	418892.00	4770804.00	907.54
18	COI-15000-S1557	419138.71	4771094.60	907.58
19	COI-27000-S1887	419516.00	4771539.00	878.33
20	COI-7000-S1775	419569.43	4771972.39	934.46
21	COI-15000-S1557	419624.44	4772418.64	966.21
22	COI-15000-S1557	419652.23	4772644.12	910.11
23	GCO-40000-T1224	419687.63	4772931.27	900.00
ST HOYO VALLADOS	PORTICO	419650.68	4772982.52	894.73

**Tabla 17 Coordenadas de los apoyos de la línea aérea de alta tensión**

Las características generales de la línea son:

<b>GENERALES</b>	
Sistema	Corriente Alterna Trifásica a 50Hz
Tensión nominal (kV)	220
Potencia a transportar (MVA)	55
Categoría de la línea	ESPECIAL
Longitud total (m)	8.071,43
Nº de circuitos	1
Origen	ST CAMPO ALTO
Final	ST HOYO DE LOS VALLADOS
Tipología de la línea	AÉREA

<b>LÍNEA AÉREA</b>	
Capacidad Transporte máxima (MVA × circuito)	548,33
Tipo de conductor	LA-380 (GULL) 337-AL1/44-ST1A
Nº de conductores por fase	2
Configuración	TREBOLILLO
Tipo de cable de comunicaciones / tierra	OPGW AS/A92/67 AL 4x12F 25kA/0,3s-48FO (CABELTE INCASA)
Zona de aplicación	B/C

**Tabla 18** Características generales de la línea aérea de alta tensión

## 15. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA											
	MES											
	1	2	3	4	5	6						
INICIO CONSTRUCCIÓN												
ACCESOS Y VIALES												
CIMENTACIÓN AEROGENERADORES												
CANALIZACIÓN CABLE												
MONTAJE AEROGENERADORES												
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN												
RED DE MEDIA TENSIÓN												
PUESTA EN MARCHA AEROGENERADORES												
PRUEBAS AEROGENERADORES												
RECEPCIÓN PROVISIONAL AEROGENERADORES												
RECEPCIÓN PROVISIONAL RESTO DEL PARQUE												

**Tabla 19** Planificación de los trabajos

## 16. PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución material (PEM) del proyecto correspondiente al PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW asciende a la cantidad de **VEINTIDÓS MILLONES QUINIENTOS VEINTISIETE MIL SEISCIENTOS VEINTE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS (22.527.620,92€)**

RESUMEN PRESUPUESTO	
CAPÍTULO	IMPORTE (€)
<b>1.- SUMINISTROS</b>	<b>127.923,13</b>
1,01 SUMINISTROS MEDIA TENSIÓN	127.923,13
<b>2.- OBRA CIVIL</b>	<b>2.775.641,62</b>
2,01 CAMINOS DE ACCESO, ENTRONQUES Y GRAL	370.902,06
2,02, CAMINOS INTERNOS Y PLATAFORMAS	1.270.121,34
2,03 CIMENTACIONES DE AEROGENERADORES Y TORRE	909.129,70
2,04 CANALIZACION LINEA M.T.	225.488,52
<b>3.- AEROGENERADOR</b>	<b>18.809.901,00</b>
3,01 AEROGENERADOR	18.809.901,00
<b>4.- MEDIA TENSIÓN</b>	<b>142.228,36</b>
4,01 RED MT	46.245,34
4,02 RED PaT	36.594,92
4,03 RED COMUNICACIONES	11.838,09
4,04 ENSAYOS RED MT	45.900,00
4,05 PUESTA EN MARCHA RED MT	1.650,00
<b>5.- SEGURIDAD Y SALUD/CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>119.475,50</b>
<b>6.- GESTIÓN DE RESIDUOS</b>	<b>104.151,31</b>
<b>7.- MEDIO AMBIENTE</b>	<b>448.300,00</b>
7,01 MEDIDAS DE MEJORA AMBIENTAL	333.900,00
7,02 PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	114.400,00
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>22.527.620,92 €</b>

**Tabla 20 Presupuesto total Parque Eólico**

Además del propio parque eólico, el proyecto técnico administrativo del parque eólico incluye la SET Campo Alto y la línea de evacuación de esta subestación a la SET Hoyo de los

Vallados. Dado que estas dos infraestructuras son comunes al presente parque eólico y al Parque Eólico La Costana, el presupuesto asociado a las mismas se dividirá entre ambos proyectos asignando un 67% al presente parque eólico.

<b>RESUMEN PRESUPUESTO</b>	
<b>CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1.- Parque Eólico Campo Alto	22.527.620,92
2.- Subestación SET Campo Alto	1.976.151,99
3.- LAAT SET Campo Alto – SET Hoyo de los Vallados	894.312,21
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL TOTAL</b>	<b>25.398.085,12 €</b>

**Tabla 21      Presupuesto total**

Asciende el presupuesto de ejecución material del proyecto completo a la expresada cantidad de **VEINTICINCO MILLONES TRESCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL OCHENTA Y CINCO EUROS CON DOCE CÉNTIMOS (25.398.085,12 €)**

Sevilla, Mayo de 2023

Víctor Manuel Casado Galán

Colegiado nº 8904

Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Sevilla



## ANEXO 1. ESTUDIO DE VIENTO

Rev.	Fecha	Descripción	Emitido	Revisado	Aprobado
V0	13/03/2023	Primera Edición	HGL	HGL	BRJ
V1	16/03/2023	Actualización nº Anexo	HGL	HGL	BRJ



## **ÍNDICE**

1.	DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO	3
2.	IMPLANTACIÓN DE AEROGENERADORES	3
3.	CAMPAÑA DE MEDIDA DE VIENTO	3
3.1	DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE MEDIDA	3
3.2	ANÁLISIS DE DATOS METEOROLÓGICOS	4
4.	REPRESENTATIVIDAD A LARGO PLAZO	6
5.	PERFIL VERTICAL DEL VIENTO	6
6.	DENSIDAD DEL AIRE	6
7.	MODELIZACIÓN DEL CAMPO DE VIENTO	6
8.	RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN ENERGÉTICA	7

## 1. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

El parque eólico Campo Alto está situado a 50 km al Sur de la ciudad de Santander. El emplazamiento presenta una alta complejidad orográfica y la altitud de las posiciones de aerogenerador propuestas varía entre 1,056 y 1,241 metros sobre el nivel del mar.



Figura 1. Disposición del parque eólico

## 2. IMPLANTACIÓN DE AEROGENERADORES

Se ha diseñado una implantación de aerogeneradores para el modelo Vestas V136-4.5MW a 82 metros de altura de buje, teniendo en cuenta la modelización del campo de vientos del emplazamiento y respetando las siguientes condicionantes y restricciones:

A continuación, se muestra la tabla de coordenadas de los aerogeneradores:

Id	Modelo de aerogenerador	UTM Z30 - ETRS89		Altura de buje [m]
		UTM-X [m]	UTM-Y [m]	
CALC3-02	Vestas V136-4.5	415,008	4,764,684	82
CALC3-04	Vestas V136-4.5	415,802	4,764,723	82
CALC3-05	Vestas V136-4.5	416,170	4,764,702	82
CALC3-06	Vestas V136-4.5	416,637	4,764,784	82
CALC3-07	Vestas V136-4.5	416,867	4,765,060	82
CALC3-08	Vestas V136-4.5	417,117	4,765,264	82

Tabla 1. Coordenadas de los aerogeneradores del PE Campo Alto

## 3. CAMPAÑA DE MEDIDA DE VIENTO

### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN DE MEDIDA

Los datos de viento considerados corresponden a dos estaciones instaladas en el emplazamiento. Las coordenadas de estas estaciones, los niveles de medida y el periodo de datos disponibles se detallan en la siguiente tabla:

Estación	UTM Z30- ETRS89		Alturas de medida [m]	Periodo de medida	
	UTM-X [m]	UTM-Y [m]		Inicio	Fin
C114	417,256	4,765,908	31/29/20	30/10/2020	30/04/2022
C103	416,127	4,764,624	39/37/20	29/10/2020	30/04/2022

Tabla 2. Coordenadas, niveles de medida y periodo de datos para la estación de medida.

### 3.2 ANÁLISIS DE DATOS METEOROLÓGICOS

Los datos disponibles para la estación de medida han sido debidamente tratados para eliminar registros afectados por la presencia de hielo, fallos de funcionamiento y/o cualquier otro error de registro.

Se ha seleccionado el intervalo de **Enero 2021 – Diciembre 2021** como Periodo de Referencia

La siguiente tabla muestra un resumen de las condiciones de viento durante el periodo de referencia para las estaciones de medida.

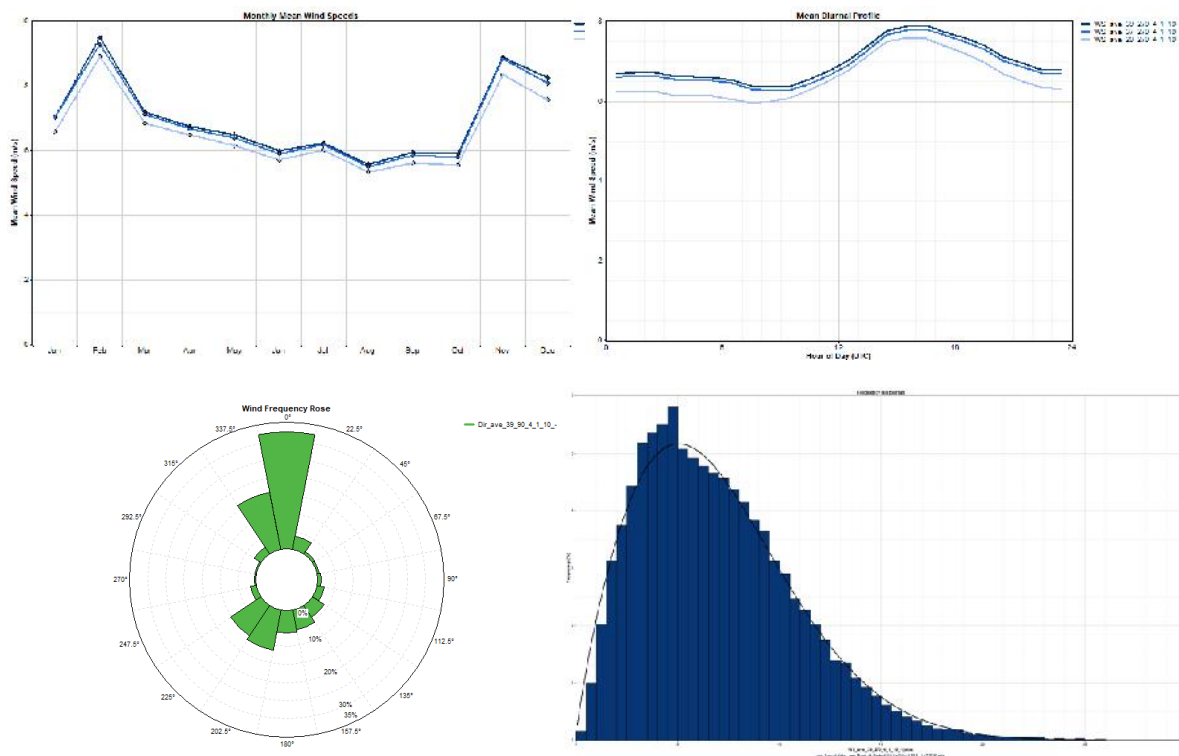
Estación	C114		C103	
	Inicio	Fin	Inicio	Fin
Periodo de referencia	01/2021	12/2021	01/2021	12/2021
Altura de medida (m)	31		39	
Velocidad media (m/s)	5.74		6.98	
Weibull k	1.92		1.82	
Weibull A (m/s)	6.42		7.83	
Disponibilidad (%)	99.98%		100.00%	

Tabla 3. Parámetros de viento correspondientes a las estaciones de medida durante el periodo de referencia.

Las siguientes figuras muestran la evolución de la velocidad media, el perfil diario, la rosa direccional de frecuencias y la distribución de velocidad de viento de las estaciones de medida (datos de viento correspondientes a la serie del nivel superior de medida, durante el periodo de referencia).

Estación

C103



Estación

C114

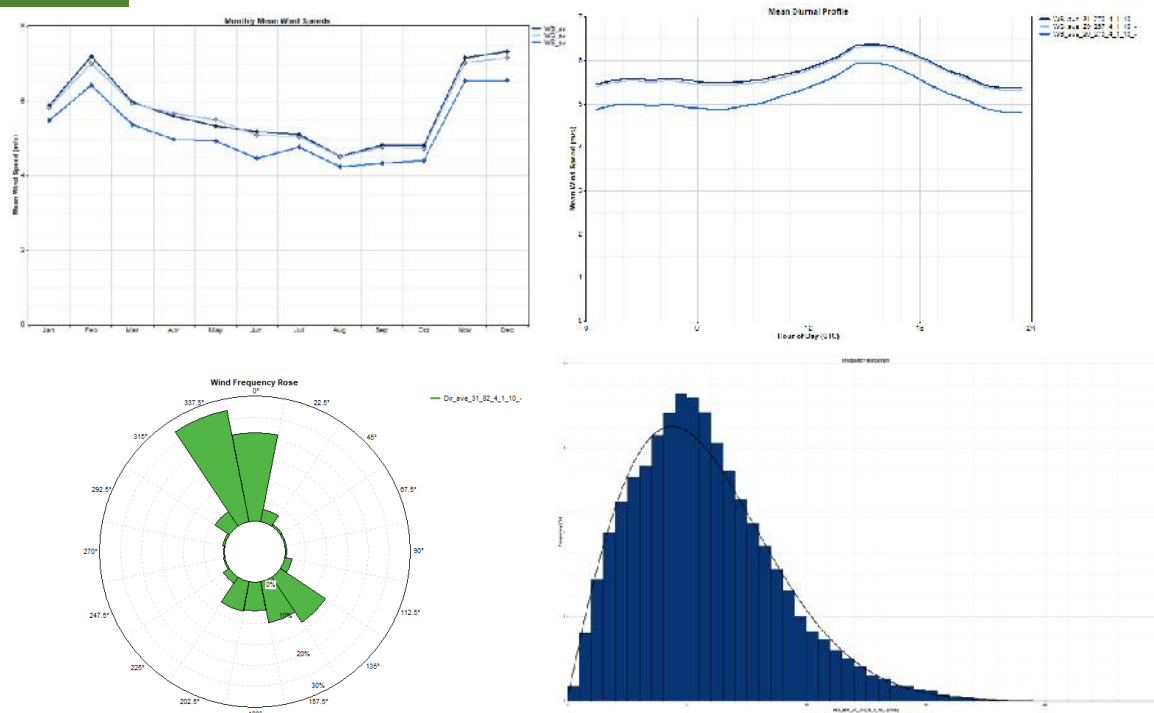


Figura 2. Velocidad media mensual, perfil diario de velocidad, rosa de direcciones y distribución de frecuencias para las estaciones de medida durante el periodo de referencia.

#### 4. REPRESENTATIVIDAD A LARGO PLAZO

Con el fin de comprobar la representatividad temporal del periodo de referencia seleccionado, se han comparado los datos de la estación con la mejor fuente de referencia de largo plazo disponible, en este caso una serie de largo plazo de reanálisis, analizando así la representatividad del periodo de referencia de la estación seleccionada para este emplazamiento.

Los resultados de la correlación lineal semanal realizada entre las estaciones C103 y C114 y la estación de referencia de largo plazo considerada se muestran en la tabla siguiente:

Estación	Fuente LP	Correlación	Offset	Slope	R2	V <sub>LP</sub> Fuente LP [m/s]	V <sub>LP</sub> Estación [m/s]	V <sub>PER</sub> Estación	V <sub>LP</sub> / V <sub>PER</sub> (%)
C114	Vortex CFSR	semanal	1.58	0.641	0.835	6.48	5.74	5.74	0.06%
C114	Vortex ERA5	semanal	1.73	0.591	0.861	6.89	5.80	5.74	1.11%
C114	Vortex MERRA2	semanal	1.40	0.671	0.851	6.46	5.74	5.74	0.08%
							5.76		0.42%
Estación	Fuente LP	Correlación	Offset	Slope	R2	V <sub>LP</sub> Fuente LP [m/s]	V <sub>LP</sub> Estación [m/s]	V <sub>PER</sub> Estación	V <sub>LP</sub> / V <sub>PER</sub> (%)
C103	Vortex ERA5	semanal	1.34	0.816	0.842	6.99	7.04	6.98	0.93%
C103	Vortex MERRA2	semanal	0.71	0.943	0.808	6.59	6.93	6.98	-0.74%
							6.98		0.09%

Tabla 4. Correlación entre la estación meteorológica y la estación de referencia de largo plazo.

#### 5. PERFIL VERTICAL DEL VIENTO

Se ha analizado el perfil vertical del viento entre los distintos niveles de las estaciones de referencia para el emplazamiento.

El valor de perfil que se ha obtenido en la estación del emplazamiento junto con la velocidad extrapolada a la altura de buje (82m) se pueden observar en la siguiente tabla:

Estación	Altura de medida [m]	V media [m/s]	Perfil vertical	Altura de buje [m]	Vel HH [m/s]
C114	31	5.74	0.216	82	7.15
C103	39	6.98	0.081	82	7.44

Tabla 5. Resumen de la velocidad media en la estación de medida, perfil vertical y velocidad media a altura de buje.

#### 6. DENSIDAD DEL AIRE

El valor de la densidad del aire representativo en el emplazamiento a la altura de buje, 1.10 Kg/m<sup>3</sup>, ha sido obtenido a partir del promedio de los de los valores en cada posición de aerogenerador, que han sido calculados utilizando los datos de presión y temperatura del modelo de meso-micro escala de AWS Truepower utilizado para la modelización del campo de vientos del emplazamiento.

#### 7. MODELIZACIÓN DEL CAMPO DE VIENTO

Para la modelización del campo de vientos del emplazamiento ha sido empleado el modelo de AWS Truepower que combina mesoescala (MASS) con una resolución espacial de 400

metros y microescala (SiteWind) con una resolución espacial de 50 metros. Adicionalmente, el modelo bruto resultante ha sido ajustado a partir de las series de datos de viento diezminutales corregidas a largo plazo disponibles para las estaciones de medida de referencia para en el emplazamiento, mediante la función “Adjust to masts” del software Openwind Enterprise.

## 8. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN ENERGÉTICA

El cálculo de la producción bruta y las pérdidas por estelas ha sido obtenido mediante el software OpenWind Enterprise (versión 01.08.01.2886k), de acuerdo al campo de viento descrito en el apartado 7. Las pérdidas por estelas han sido estimadas mediante el modelo *Eddy-viscosity / Deep-Array Wake Model (DAWM)*.

A continuación, se muestra la curva de potencia y coeficiente de empuje obtenida del fabricante, interpolada a la densidad del aire a la altura de buje calculada para el emplazamiento ( $1.10 \text{ kg/m}^3$ ).

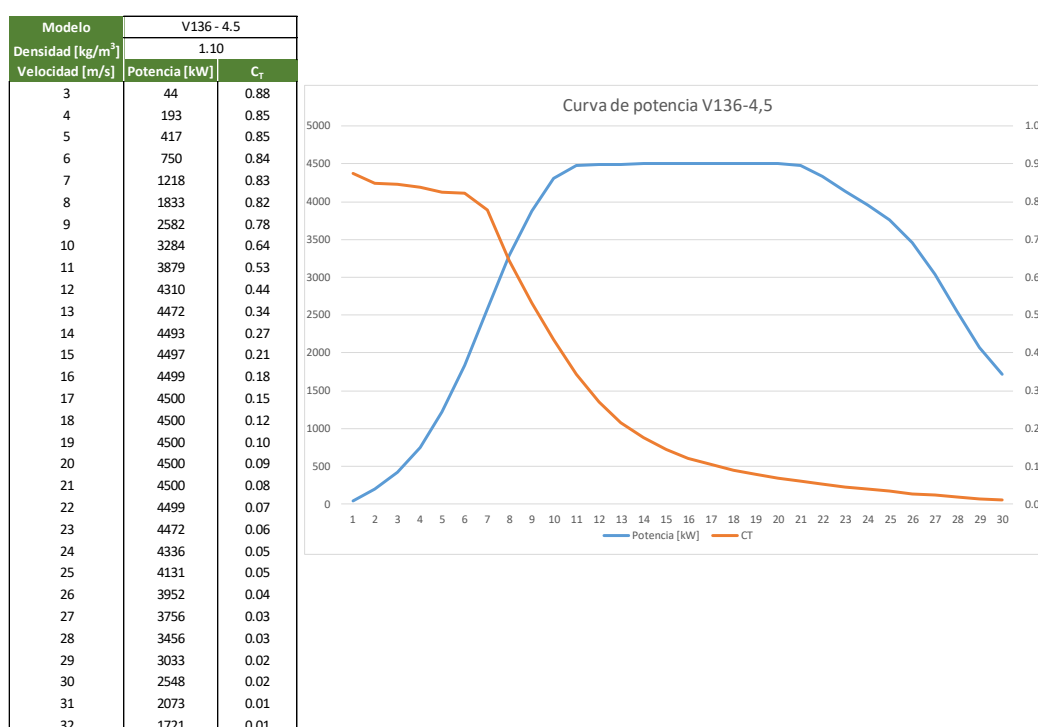


Tabla 6. Curva de Potencia del aerogenerador V136-4.5MW

En la tabla siguiente se muestran las coordenadas, velocidades medias, producciones brutas, eficiencias y producciones netas de las 6 posiciones de aerogenerador definidas para este emplazamiento, considerando la instalación del modelo de aerogenerador Vestas V136-4.5MW a 82 metros de altura de buje.

La velocidad del viento promedio en las turbinas es de 7.2 m/s, y la producción media bruta de las turbinas de 14,105 MWh/año. La eficiencia media de los aerogeneradores en el parque, donde se ven afectados por las estelas originadas por las turbinas aledañas, es del 97.7%.

Para el conjunto de todos los aerogeneradores, la producción total bruta del parque es de 84,632 MWh/año.



A este valor hay que descontar las pérdidas debidas a estelas, indisponibilidad de aerogeneradores y red, estimadas en un 5%, así como también las debidas a transformación y transporte de electricidad, que se estiman en un 3%. Además, se han considerado unas pérdidas debidas al posible incumplimiento de la curva de potencia del 2.5%. Con estas hipótesis, la producción neta del parque se estima en 73,976 MWh/año, lo que supone 2,740 horas equivalentes/año (P50).

ID	Modelo	UTM Z30-ETRS89			Altura de buje [m]	Vmed [m/s]	Prod. Bruta [MWh/año]	Rendimiento (%)	Prod. Neta [MWh/año]	Horas equivalentes
		UTM-X [m]	UTM-Y [m]	UTM-Z [m]						
CALC3-02	Vestas V136-4.5	415008	4764684	1,228	82	7.1	13,445	99.5	11,963	2,658
CALC3-04	Vestas V136-4.5	415802	4764723	1,153	82	7.5	15,220	99.5	13,547	3,011
CALC3-05	Vestas V136-4.5	416170	4764702	1,148	82	7.4	14,990	99.5	13,339	2,964
CALC3-06	Vestas V136-4.5	416637	4764784	1,099	82	7.1	13,936	98.8	12,308	2,735
CALC3-07	Vestas V136-4.5	416867	4765060	1,065	82	7.0	13,884	94.0	11,671	2,594
CALC3-08	Vestas V136-4.5	417117	4765264	1,056	82	6.9	13,157	94.8	11,147	2,477
PROMEDIO						7.2	14,105	97.7	12,329	2,740
VALORES TOTALES							84,632		73,976	

**Tabla 7. Coordenadas, altitud, velocidad media, producción bruta, eficiencia y producción neta del parque eólico.**

## ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS AEROGENERADORES

Rev.	Fecha	Descripción	Emitido	Revisado	Aprobado
V0	13/03/2023	Primera Edición	HGL	HGL	BRJ
V1	16/03/2023	Comentarios Iberdrola	HGL	HGL	BRJ

---

## **ÍNDICE**

1.	AEROGENERADOR	3
1.1	DESCRIPCIÓN DE LA GÓNDOLA	3
1.2	ROTOR	5
1.3	TORRE	6
1.4	ARMARIOS ELÉCTRICOS	6
1.5	SITEMA DE CONTROL	7
1.6	PROTECCIÓN CONTRA RAYOS	7

## 1. AEROGENERADOR

Los aerogeneradores Vestas V136-4,5 disponen de un rotor tripala a barlovento y su producción de potencia nominal es de 4,5 MW.

El diámetro del rotor es de 136 m, y la altura del buje de 82 m.

Los aerogeneradores Vestas V136 4.5 están regulados por un sistema de cambio de paso independiente para cada pala y equipados con un sistema de orientación activo. El sistema de control permite utilizar el aerogenerador a velocidad variable maximizando la potencia producida en todos los regímenes de funcionamiento y con cualquier velocidad del viento, y minimizando las cargas y el ruido.

### 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA GÓNDOLA

La góndola ha sido diseñada para facilitar un acceso seguro a todos los puntos de servicio durante las labores de mantenimiento programado. Además, su diseño también garantiza que los técnicos de servicio estén presentes en la góndola con total seguridad durante las pruebas de servicio con el aerogenerador en pleno funcionamiento. Esto permite llevar a cabo un servicio de gran calidad y facilita unas condiciones óptimas para la resolución de problemas.

Componentes principales de la góndola

#### Cubierta

La cubierta protege los componentes del aerogenerador situados en el interior de la góndola frente a agentes meteorológicos y condiciones ambientales del exterior. Está fabricada con compuesto de resina reforzado con fibra de vidrio y se acopla a la estructura del sistema de izada de la carga mediante soportes metálicos.

La cubierta está diseñada para soportar su propio peso, el de la carga debida a agentes externos (tiempo atmosférico) y el del personal de servicio. El tejado dispone de varios puntos de anclaje destinados a garantizar la seguridad del personal de mantenimiento.

#### Bastidor

Los bastidores de los aerogeneradores Vestas V136-4.5 están diseñados conforme a los criterios de simplicidad mecánica y resistencia necesarios para soportar adecuadamente los componentes de la góndola y transmitir las cargas a la torre. Estas cargas se transmiten a través del rodamiento del sistema de orientación.

El bastidor se divide en 2 partes:

- Bastidor delantero: bancada de hierro fundido al que se sujetan los soportes del eje principal, donde reaccionan los brazos de par de la multiplicadora y el anillo.
- Bastidor trasero: estructura soldada mecánicamente compuesta por dos vigas unidas en la parte delantera y trasera. El bastidor trasero soporta el generador, el transformador, los armarios del convertidor y la grúa puente así como su estructura.

#### Eje principal

El par aerodinámico producido por el viento en el rotor es transmitido a la multiplicadora por el eje principal. El eje se acopla al buje mediante una brida emperrada y se sujeta sobre dos rodamientos de rodillos esféricos: el primer rodamiento, cercano al buje, no está restringido

axialmente, mientras que el segundo está fijo en el eje longitudinal. Los rodamientos están lubricados con grasa.

El eje está fabricado con acero forjado y tiene una apertura central longitudinal en la que se guardan las mangueras hidráulicas y los cables de control para el sistema de control de cambio de paso.

#### Multiplicadora

Transmite la potencia del eje principal al generador. La multiplicadora se compone de tres etapas combinadas, dos planetarios y un eje paralelo. La multiplicadora está situada en voladizo. El soporte planetario de la multiplicadora está montado en el eje principal por medio de una junta empernada con brida y sujeta la multiplicadora.

#### Sistema de orientación

El sistema de orientación permite a la góndola orientarse alrededor del eje de la torre. Un bastidor de la bancada de fundición conecta el tren de potencia con la torre. El rodamiento de orientación es una corona de engranaje externa con placa de deslizamiento y fricción. Siete motores de reductores planetarios accionan el sistema de orientación.

#### Freno mecánico

El sistema de frenado del aerogenerador abarca el acoplamiento de 2 sistemas de frenado:

Freno primario del aerogenerador es aerodinámico por puesta en bandera de las palas. El sistema de control de cambio de paso es independiente para cada pala y, por tanto, resulta seguro en caso de que falle alguno de ellos.

Freno mecánico es un freno de disco, hidráulicamente activado, que se monta en el eje de alta velocidad de la multiplicadora. Este freno mecánico solo se usa como freno de aparcamiento o en caso de que se active un pulsador de emergencia (en este caso, solo se aplica cuando las revoluciones disminuyen por debajo de un valor específico).

También hay un sistema de bloqueo del rotor. Para bloquear el rotor, una bomba manual inserta 2 pernos hidráulicos en el anillo de bloqueo del eje principal. Este bloqueo del rotor se usa siempre que se llevan a cabo labores de mantenimiento que afectan a piezas móviles de la góndola (eje baja velocidad, multiplicadora, tren de potencia, generador, etc.) o siempre que se accede al rotor.

#### Generador

El generador es del tipo asíncrono doblemente alimentado con rotor bobinado y anillos rozantes. Está refrigerado por líquido / aire, situado en la góndola, y unido mecánicamente con una multiplicadora. El bobinado del rotor es del tipo nervado estándar y está conectado por un variador de frecuencia PWM (modulación por ancho de pulso). El bobinado del estator es del tipo apilado clásico, conectado directamente a la red. El sistema de control permite funcionar a distintas velocidades utilizando el control de frecuencia de la intensidad del rotor. Las principales características y funciones introducidas por este generador son:

- Comportamiento síncrono hacia la red.
- Funcionamiento óptimo a cualquier velocidad del viento, maximizando la producción y minimizando cargas y ruido gracias al funcionamiento en velocidad variable.
- Control de potencia activa y reactiva por medio del control de la amplitud y la fase de corriente del rotor.

- Conexión y desconexión suaves de la red eléctrica

El generador está protegido frente a cortocircuitos y sobrecargas. Los sensores en los puntos del estator, los rodamientos y la carcasa del anillo rozante monitorizan constantemente la temperatura.

El PLC monitoriza el generador mediante el codificador magnético de medición de la velocidad. Esto detecta cualquier sobrevelocidad. El SMP (Sistema de Mantenimiento Predictivo) también recibe lecturas de acelerómetros y otros componentes situados en el generador para predecir fallos y errores de funcionamiento de este.

#### Transformador

El transformador trifásico, encapsulado en seco, tiene una tensión de salida de 30 kV, diversos rangos de potencia aparente, y ha sido diseñado específicamente para aplicaciones de energía eólica. Está firmemente anclado al bastidor posterior de la góndola en un compartimento separado por una pared metálica, que proporciona aislamiento térmico y eléctrico del resto de los componentes de la góndola.

La sala del transformador dispone de ventilación forzada. El aire fresco penetra por una entrada de aire situada bajo el transformador. El aire es expulsado por la salida de aire posterior principal tras pasar por el módulo de refrigeración situado sobre el transformador. La circulación de aire se lleva a cabo mediante ventiladores exclusivos situados encima y debajo del transformador.

Puesto que es una unidad tipo seco, el riesgo de incendio se minimiza. Además, el transformador incluye todas las protecciones necesarias contra posibles daños, incluidos detectores de arco y fusibles de protección.

La localización del transformador en la góndola impide pérdidas eléctricas debido a la reducida longitud de los cables de baja tensión al tiempo que reduce el impacto visual.

## **1.2 ROTOR**

El rotor convierte las fuerzas aerodinámicas generadas por el flujo de aire sobre la superficie de la pala en un par torsor alrededor del eje. El rotor del Vestas V136-4.5, montado a barlovento de la torre, está compuesto por 3 palas acopladas a un buje mediante rodamientos. La regulación de la demanda de par y cambio de paso controla la potencia de salida. La velocidad del rotor es variable, y está diseñada para maximizar la salida de potencia al tiempo que se mantienen el nivel de ruido y las cargas. La junta y los sistemas alojados en el buje están tapados por el cono. En las bridas de la junta de la pala, el buje presenta un ángulo cónico de 6 grados para separar las puntas de la pala de la torre.

El diámetro del rotor para estos aerogeneradores es de 136 m.

#### Palas

Las fuerzas aerodinámicas generadas sobre la pala se transmiten al resto de la góndola por medio del buje y el rodamiento de la pala. Las palas de los aerogeneradores de la plataforma Vestas V136-4.5 miden 67,5 m. Las palas del aerogenerador Vestas V136-4.5 se fabrican con compuesto de fibra de vidrio con inyección de resina de epoxi, que proporciona la rigidez



necesaria sin incrementar el peso de la pala. Las palas disponen de control de cambio de paso para toda la dimensión de la pala. El diseño aerodinámico de la pala está destinado a maximizar la producción de energía al tiempo que contiene las cargas y mitiga el ruido.

Las palas tienen una longitud de 67,5 m y un peso aproximado de 18 t. La distancia desde la raíz de la pala al centro del buje es de 1,3 m.

### Buje

El buje transmite el par torsor creado por las palas al eje principal. También aloja el sistema de control de cambio de paso y sujeta la estructura metálica del cono. El buje está fabricado con hierro fundido nodular. Une la guía exterior de los 3 rodamientos de la pala y el eje principal con juntas empernadas. Dispone de una apertura en la parte delantera que permite acceder al interior para llevar a cabo labores de inspección y mantenimiento del sistema hidráulico del sistema de control de cambio de paso y el par de apriete de los pernos de las palas.

### Cono

El cono protege los elementos internos del rotor contra condiciones atmosféricas y ambientales extremas. Para la fijación de los tercios del cono, algunos soportes están colocados en la parte trasera del buje y en una estructura en anillo en la parte delantera del buje.

### Sistema hidráulico de control de cambio de paso

Está compuesto por actuadores hidráulicos independientes para cada pala que proporcionan una capacidad de rotación de entre  $-5^{\circ}$  y  $90^{\circ}$ , y un sistema de acumuladores que garantiza el aerodinamismo en caso de emergencia.

El sistema de control de cambio de paso actúa de acuerdo con los siguientes ajustes:

- Por debajo de la velocidad de viento nominal, se fija un ángulo de paso óptimo con el fin de maximizar la potencia eléctrica obtenida para cada velocidad del viento.
- Por encima de la velocidad nominal del viento, el ángulo de paso fijado es el que proporciona la potencia nominal al aerogenerador.

Además, controla la activación del freno aerodinámico en caso de emergencia, situando el aerogenerador en modo seguro.

## **1.3 TORRE**

La plataforma Vestas V136-4.5 contempla una altura de torre 82 m. El aerogenerador se monta de serie en una torre de acero tubular cónica. Estarán disponibles otras tecnologías para la torre en caso de alturas del buje superiores. La torre tiene un acceso interior directo y ascendente al sistema de orientación y a la góndola. Está equipada con plataformas y con iluminación eléctrica interior.

## **1.4 ARMARIOS ELÉCTRICOS**

El cableado del sistema eléctrico se distribuye en 5 armarios

1. Armario TOP de la góndola: gestiona las tareas principales de manejo de la góndola, por ejemplo, monitorización del viento, controlador de ángulo de paso, orientación, monitorización de las temperaturas, etc.
2. Armario del convertidor: responsable del control de la potencia y la gestión de la conexión a la red del generador, así como de su desconexión.
3. Armario del estator: conecta el estator del generador al lado de baja tensión del transformador de potencia.
4. Armario de la base de la torre situado en la base de la torre. Desde la pantalla táctil del armario ground, los operarios pueden comprobar los diversos parámetros de funcionamiento, realizar pruebas de los diferentes subsistemas, parar y poner en marcha el aerogenerador, etc. También es posible conectar una pantalla portátil al armario de la góndola para llevar a cabo estas tareas.
5. Armario del cambio de paso situado en la parte rotativa del aerogenerador. Responsable principal de la activación de los cilindros del sistema de control de cambio de paso.

### **1.5 SITEMA DE CONTROL**

Un sistema basado en un PLC (controlador lógico programable) controla las funciones del aerogenerador en tiempo real. El sistema de control consiste en algoritmos de control y monitorización.

El sistema de control selecciona el par óptimo del eje, el ángulo de paso de la pala y las referencias de potencia y los modifica constantemente, dependiendo de la velocidad del viento que llegue al aerogenerador y garantizando de este modo un funcionamiento seguro y fiable con cualquier tipo de viento.

Las ventajas principales del sistema son:

- Maximización de la producción de energía.
- Limitación de cargas mecánicas.
- Reducción aerodinámica del ruido.
- Gran calidad de la energía.

Además, el sistema monitoriza continuamente el estado de los diferentes sensores, así como el de los parámetros internos:

- Condiciones ambientales: velocidad y dirección del viento o temperatura ambiente.
- Parámetros internos de los diversos componentes, p. ej. temperaturas, niveles y presiones de aceite, vibraciones, cableado de cables de media tensión, etc.
- Estado del rotor: velocidad de rotación y posición del control de cambio de paso.
- Situación de la red: generación de energía activa y reactiva, tensión, corrientes y

### **1.6 PROTECCIÓN CONTRA RAYOS**

Los aerogeneradores Vestas V136-4.5 están protegidos contra los rayos por un sistema de transmisión que abarca desde los receptores de la góndola y la pala hasta la cimentación, pasando por la cubierta, el bastidor y la torre. Este sistema impide el paso del rayo por componentes sensibles a este tipo de descargas. El sistema eléctrico también dispone de protección adicional contra sobretensiones.

---

Todos estos sistemas de protección están diseñados para proporcionar un nivel de protección máximo Clase I de acuerdo con la norma IEC 62305. Las normas IEC 61400 e IEC61024 se consideran normas de referencia

## ANEXO 3. OBRA CIVIL

Rev.	Fecha	Descripción	Emitido	Revisado	Aprobado
V0	13/03/2023	Primera Edición	HGL	HGL	BRJ
V1	16/03/2023	Comentarios Iberdrola	HGL	HGL	BRJ
V2	15/05/2023	Adenda Biodiversidad	MJBS	HGL	BRJ

## ÍNDICE

1.	OBJETO	4
2.	CRITERIOS DE DISEÑO	4
2.1	CAMINOS	4
2.2	FIRME	7
2.3	PLATAFORMA	8
2.4	CIMENTACIÓN	9
3.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	10
4.	CLASIFICACIÓN DEL TRÁFICO	12
4.1	METODOLOGÍA	12
4.2	DATOS DE PARTIDA	13
4.2.1	REPARTO POR CARRILES	13
4.2.2	VIDA ÚTIL Y PREVISIÓN DE CRECIMIENTO	13
4.3	ESTUDIO DE TRÁFICO VIALES DE HORMIGÓN Y MEZCLA BITUMINOSA	14
4.4	ESTUDIO DE TRÁFICO VIALES DE FIRME TERRIZO	14
5.	CÁLCULO DE FIRMES	18
5.1	FIRME DE MEZCLA BITUMINOSA	18
5.2	FIRME DE HORMIGÓN	20
5.3	FIRME TERRIZO	21
5.3.1	METODOLOGÍA	21
5.3.2	CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES	22
5.3.3	PÉRDIDA DE SERVICIALIDAD	23
5.3.4	AHUELLAMIENTO	24
5.3.5	ENVOLVENTE. DAÑO TOTAL.	25
5.3.6	ESPESOR DE PROYECTO	26
6.	CÁLCULO DE DRENAJES	26
6.1	CUNETAS	26
6.2	OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL	37

## **FIGURAS**

FIGURA 1	PLATAFORMA GENERAL VESTAS V136-4.5-HH82M	8
FIGURA 2	PLATAFORMA V136-4,5 HH82M JUST-IN TIME. CALC3-02, CALC3-04	9
FIGURA 3	DISTRIBUCIÓN ANUAL DE EJES EQUIVALENTES	18
FIGURA 4	DISTRIBUCIÓN ANUAL DE EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	18
FIGURA 5	SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICOS PESADO T3 Y T4. FIRME DE MEZCLA BITUMINOSA. FUENTE: FIGURA 2.2 DE LA NORMA 6.1 IC DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DEL MINISTERIO DE FOMENTO	19
FIGURA 6	SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICOS PESADO T3 Y T4. FUENTE: FIGURA 2.2 DE LA NORMA 6.1 IC DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DEL MINISTERIO DE FOMENTO	20
FIGURA 7	CORRELACIÓN ENTRE EL MÓDULO DE RESILIENCIA Y OTRAS PROPIEDADES DEL SUELO. FUENTE: HUANG (1993), VAN TIL (1972)	22
FIGURA 8	EJES ACUMULADOS MÁXIMOS POR PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD SEGÚN EL ESPESOR DE LA CAPA DE ZAHORRA. FUENTE: AASHTO 1993.	24
FIGURA 9	EJES ACUMULADOS MÁXIMOS POR AHUELLAMIENTO SEGÚN EL ESPESOR DE LA CAPA DE ZAHORRA. FUENTE: AASHTO 1993.	25
FIGURA 10	DAÑO TOTAL POR SERVICIABILIDAD Y HUELLA	25
FIGURA 11	SECCIÓN TRANSVERSAL CONDUCTO	37

## **TABLAS**

TABLA 1	LONGITUDES CAMINOS PE CAMPO ALTO	5
TABLA 2	VALORES DE PENDIENTES MÁXIMAS	6
TABLA 3	VALORES DE PENDIENTES MÁXIMAS CIRCULANDO MARCHA ATRÁS	6
TABLA 4	IDENTIFICACIÓN DE TRAMOS HORMIGONADOS EN PE CAMPO ALTO	7
TABLA 5	RESUMEN DE MATERIALES PARA LA CIMENTACIÓN DE LOS AEROGENERADORES	10
TABLA 6	MOVIMIENTO DE TIERRAS VIAL DE ACCESO	11
TABLA 7	MOVIMIENTO DE TIERRAS VIALES INTERIORES	11
TABLA 8	MOVIMIENTO DE TIERRAS AUXILIARES	12
TABLA 9	MOVIMIENTO DE TIERRAS PLATAFORMAS	12
TABLA 10	MOVIMIENTO DE TIERRAS CIMENTACIONES	12
TABLA 11	BALANCE TOTAL DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	12
TABLA 12	VIDA ÚTIL Y FACTOR DE CRECIMIENTO	14
TABLA 13	CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO. FUENTE: TABLAS 1.A Y 1.B DE LA NORMA 6.1 IC DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DEL MINISTERIO DE FOMENTO	14



---

TABLA 14	ESTIMACIÓN DE TRÁFICO POR UNIDAD DE AEROGENERADOR CONSTRUIDO	15
TABLA 15	ESPECTRO DE CARGAS DE VEHÍCULOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE	15
TABLA 16	ESPECTRO DE CARGAS DE VEHÍCULOS ASOCIADOS AL MOVIMIENTO DE TIERRAS DE LOS PARQUES CAMPO ALTO Y LA COSTANA	16
TABLA 17	ESPECTRO DE CARGAS DE OTROS VEHÍCULOS AJENOS A LA CONSTRUCCIÓN	16
TABLA 18	ESALS PREVISTOS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN	17
TABLA 19	ESALS PREVISTOS DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN. MOVIMIENTOS DE TIERRA	17
TABLA 20	ESALS PREVISTOS DURANTE LA FASE DE SERVICIO	18
TABLA 21	CATEGORÍAS DE EXPLANADAS. FUENTE: TABLA 2 DE LA NORMA 6.1 IC DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DEL MINISTERIO DE FOMENTO	19
TABLA 22	CATEGORÍAS DE EXPLANADAS. FUENTE: TABLA 2 DE LA NORMA 6.1 IC DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS DEL MINISTERIO DE FOMENTO	20
TABLA 23	ESPESOR DE DIMENSIONAMIENTO DE FIRME	21
TABLA 24	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD	23
TABLA 25	DAÑO POR SERVICIABILIDAD Y POR HUELLA	25
TABLA 26	ESPESORES MÍNIMOS REQUERIDOS	25
TABLA 27	PÉRDIDAS DE MATERIAL	26
TABLA 28	DEFINICIÓN DE CUNETAS	27
TABLA 29	DIMENSIONAMIENTO DE CUNETAS	36
TABLA 30	COMPROBACIÓN DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL	38

## 1. OBJETO

Se proyecta la instalación de un Parque Eólico de 27 MW situado en el término municipal de Campoo de Yuso, en la provincia de Cantabria.

Se denominará PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO y estará constituido por seis (6) aerogeneradores Vestas V136-4,5 HH 82 mm de 4,50 MW de potencia unitaria, con una altura de buje de 82 metros, resultando una potencia total de 27 MW.

Las obras necesarias para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos que constituyen el parque, consisten en:

- Entronque de acceso en carretera
- Camino de acceso al parque (acceso principal).
- Viales interiores (accesos entre aerogeneradores).
- Cimentaciones de aerogeneradores.
- Plataformas junto a la cimentación de los aerogeneradores, necesaria para el montaje de aerogeneradores mediante grúa.
- Canalizaciones para cables y red de tierras.

El presente Anexo incluye la documentación necesaria para definir detalladamente las obras que han de efectuarse y la forma de realizarlas así como los cálculos justificativos, precisando las características de los materiales a emplear y las especificaciones de las distintas unidades de obra a ejecutar, con el fin de conseguir los resultados óptimos, conjugando los puntos de vista técnico, medioambiental y económico, tanto en la fase de construcción de las obras, como en la de conservación y explotación.

## 2. CRITERIOS DE DISEÑO

### 2.1 CAMINOS

Los caminos del Parque Eólico se conciben como una red de viales que permiten el acceso a todas y cada uno de los aerogeneradores, al tiempo que conectan la planta con las carreteras del entorno.

Los emplazamientos de aerogeneradores se sitúan en zonas elevadas en su mayor parte, siendo preciso la construcción de viales que permitan dar acceso a los medios de transporte de equipos y maquinaria de montaje en una primera fase, y de explotación y mantenimiento durante la vida útil de la planta, que se establece en 40 años.

Los caminos tienen una utilidad específica, concretada en un importante tráfico pesado durante la fase de construcción y montaje, reduciéndose drásticamente durante la fase de explotación a vehículos ligeros de conservación y mantenimiento y, ocasionalmente alguna grúa o vehículo de transporte pesado. Asimismo, es habitual que la red de caminos creada sea utilizada por los lugareños para acceder a las distintas zonas.

El trazado de los caminos, su sección tipo y el concepto general van encaminados a obtener la menor incidencia posible con el entorno, reduciéndose en lo posible la longitud y los movimientos de tierras, tanto por razones económicas como de integración en el medio ambiente. De hecho, se ha aprovechado en lo posible los caminos ya existentes,

modificándolos según las restricciones geométricas impuestas por el paso de los transportes que llevarán las piezas de los aerogeneradores para su construcción.

El acceso al parque se realiza desde la carretera CA-171, a la altura del PK 9+700, entre los núcleos de Monegro y La Costana, dentro del término municipal de Campoo de Yuso. Desde este punto, se aprovecha el camino denominado "Camino de Servilleja a Doñayo" adaptando sus características a las requeridas para la conducción y maniobras de las máquinas necesarias para el transporte de los equipos y ejecución de las obras.

La red de caminos proyectados tiene una longitud total de 7.998,61 metros, divididos en 9 ejes. El camino de acceso al parque, denominado Camino de acceso, cuenta con 5,5 m de ancho y 3.509 m de longitud, hasta llegar a los caminos interiores a los aerogeneradores. Por otro lado, el camino denominado Acceso a ST es el vial que permite la entrada a la subestación, con una longitud de 35,53 m.

El resto de los caminos del parque, con un total de 6 ejes, serán interiores. En estos caminos interiores, teniendo una longitud total de 4.489,34 m, se proyecta un ancho de 5,5 m, debido a que las altas pendientes no permitirán la circulación de la grúa montada.

Por otra parte, se diseñan cuatro áreas de giro, las cuatro como parte de las plataformas de montaje de los aerogeneradores.

También se han proyectado una campa de acopio para su uso durante la obra. Está situada al final del camino de acceso, con una superficie de 9.000 m<sup>2</sup>.

Nombre	Longitud (m)	Tipo	Ancho (m)
<b>Camino de acceso</b>	3.509,27	Acceso	5,5
<b>Eje 1</b>	2.850,95	Interior	5,5
<b>Eje 1.8</b>	321,38	Interior	5,5
<b>Eje 1.6</b>	349,61	Interior	5,5
<b>Eje 1.5</b>	300,11	Interior	5,5
<b>Eje 1.4</b>	306,58	Interior	5,5
<b>Eje 2</b>	307,09	Interior	5,5
<b>Acceso campa de acopio</b>	18,09	Interior	5,5
<b>Acceso ST</b>	35,53	Interior	5,5
<b>LONGITUD TOTAL</b>	7.998,61 m		

**Tabla 1 Longitudes caminos PE Campo Alto**

En el trazado de los caminos del parque se ha intentado aprovechar al máximo los caminos existentes en la zona. Los caminos de nueva ejecución suman un total de 5.918,61 m, el resto de los caminos se han proyectado sobre caminos existentes en la zona.

Estos caminos existentes deberán someterse a obras de mejora y acondicionamiento para el paso de vehículos especiales.

Geométricamente se han adoptado los siguientes parámetros:

- Trazados: sucesión de alineaciones rectas y curvas circulares con radios mínimos superiores a 38,20 metros.
- Perfil longitudinal adaptado al terreno natural en su mayor parte, con el menor movimiento de tierras posible.

- Pendiente longitudinal máxima del 18,80%.
- Pendiente mínima longitudinal de 0.5%.
- Pendiente transversal del 2%.
- Ancho vial de acceso e interior: 5,5m
- Sobreanchos en curvas según documento "0054-6051 - Wind Farm Roads Requirements\_V11".
- Valor de Kv mínimo de 750.
- El eje de los viales se ha definido en el centro de la calzada.
- Se han tratado de aprovechar, en la medida de lo posible, los viales existentes.

El firme de los caminos estará constituido por treinta centímetros de zahorra artificial, que servirá de rodadura. Apoyará sobre el terreno natural, después de retirar la capa superficial de tierra vegetal, o bien sobre terraplén.

Será necesario el hormigonado del camino en los casos en los que la pendiente en éstos supere los siguientes valores:

Pendientes longitudinales	
Tramo recto	Tramo curvo
$\leq 10\%$ sin hormigonar	$\leq 7\%$ sin hormigonar
$> 10\%$ y $\leq 14\%$ hormigonado	$> 7\%$ y $< 14\%$ hormigonado. Consulta a Vestas
$> 14\%$ , Consulta a Vestas. Remolcado	$> 14\%$ , Consulta a Vestas. Remolcado

**Tabla 2 Valores de pendientes máximas**

Pendientes longitudinales	
Tramo recto	Tramo curvo
$\leq 3$ sin hormigonar	$\leq 2$ sin hormigonar

**Tabla 3 Valores de pendientes máximas circulando marcha atrás**

Debido a la orografía de la zona, para la ejecución algunos viales interiores son necesarias pendientes superiores al 10 %, por lo que es necesario disponer de un paquete de firme rígido en hormigón para esta casuística.

EJE	PENDIENTE	TIPO	PK INICIAL	PK FINAL	LONGITUD (M)
ACCESO	7,50%	CURVA	2+181,00	2+217,00	36,00
ACCESO	15,65%	CURVA	2+341,00	2+534,02	193,02
ACCESO	18,80%	CURVA	2+534,02	2+757,17	223,15
ACCESO	15,50%	CURVA	2+757,17	2+826,94	69,77
ACCESO	12,00%	CURVA	2+826,94	2+869,18	42,24
ACCESO	16,75%	CURVA	2+869,18	2+927,62	58,44
ACCESO	10,25%	CURVA	2+927,62	2+991,57	63,95
ACCESO	12,30%	CURVA	2+991,57	3+072,77	81,20
ACCESO	15,00%	CURVA	3+072,77	3+131,50	58,73
ACCESO	15,00%	RECTA	3+131,50	3+142,00	10,50
EJE 1	10,00%	CURVA	0+233,00	0+340,00	107,00

EJE 1	18,00%	CURVA	0+657,00	0+829,00	172,00
EJE 1	10,00%	RECTA	1+079,00	1+112,31	33,31
EJE 1	14,00%	RECTA	1+112,31	1+214,61	102,30
EJE 1	9,50%	RECTA	1+214,61	1+228,00	13,39
EJE 1	10,00%	CURVA	1+351,00	1+389,74	38,74
EJE 1	10,00%	RECTA	1+389,74	1+432,00	42,26
EJE 1	15,00%	RECTA	1+766,00	1+770,38	4,38
EJE 1	15,00%	CURVA	1+770,38	2+070,00	299,62
EJE 1	18,00%	CURVA	2+447,00	2+661,00	214,00
EJE 1.08	10,00%	CURVA	0+063,00	0+145,00	82,00
EJE 1.06	18,00%	CURVA	0+037,00	0+200,00	163,00
EJE 1.05	7,15%	CURVA	0+000,00	0+022,00	22,00
EJE 2	8,00%	CURVA	0+101,00	0+150,00	49,00
<b>TOTAL</b>					<b>2.180</b>

**Tabla 4 Identificación de tramos hormigonados en PE Campo Alto**

## **2.2 FIRME**

El firme de los caminos se ejecutará de forma general mediante el extendido de una capa de 30 cm de zahorra artificial compactada como mínimo al 98 % del ensayo Proctor Modificado (en adelante P.M.), que servirá como capa de rodadura. Esta, apoyará sobre el terreno natural subyacente previo acondicionamiento de este mediante retirada de la capa vegetal, nivelación y compactación del plano de fundación, en su caso.

El dimensionado del firme terrizo se ha efectuado siguiendo la metodología presentada por la AASTHO para esta tipología de estructuras. Este método tiene como finalidad determinar el espesor de la capa de firme para garantizar a lo largo de su vida útil el paso del número de un total acumulado de ejes equivalentes de carga 8,2Tn (denominados ESALS), que se han estimado previamente a partir de un volumen de tráfico previsto, sin que se produzca una disminución en el índice de servicio (PSI).

Se justificará el espesor de firme de zahorra necesario tomando como dato de partida un valor de CBR =6 para los suelos existentes en la implantación.

Por su parte, para el dimensionado del firme de hormigón y mezcla bituminosa se ha empleado como normativa de referencia la Norma 6.1. IC Secciones de firme de la Instrucción de carreteras del Ministerio de Fomento.

Además, los caminos deben de cumplir con los siguiente condicionantes de capacidad portante:

- 2 kg/cm<sup>2</sup> sin desplazamiento de la grúa montada.
- 2 kg/cm<sup>2</sup> con desplazamiento de grúa GVE montada.

### 2.3 PLATAFORMA

En el emplazamiento correspondiente a cada aerogenerador se acondicionará una plataforma estable, que permita las maniobras de camiones y grúas de gran tonelaje necesarios para realizar las labores de montaje de las máquinas.

Todas las plataformas de montaje a excepción de las plataformas de las posiciones CALC3-02 y CALC3-04 se han previsto en base a la plataforma genérica de la especificación técnica "0050-8073 - Crane Pads Requirements\_V11", pero sin acopio para los sectores 1 y 2 de la torre. Esta plataforma cuenta con las dimensiones y distribución que a continuación se describen:

- Zona de trabajo grúas.
- Zona de acopio de componentes.
- Zona de montaje pluma.

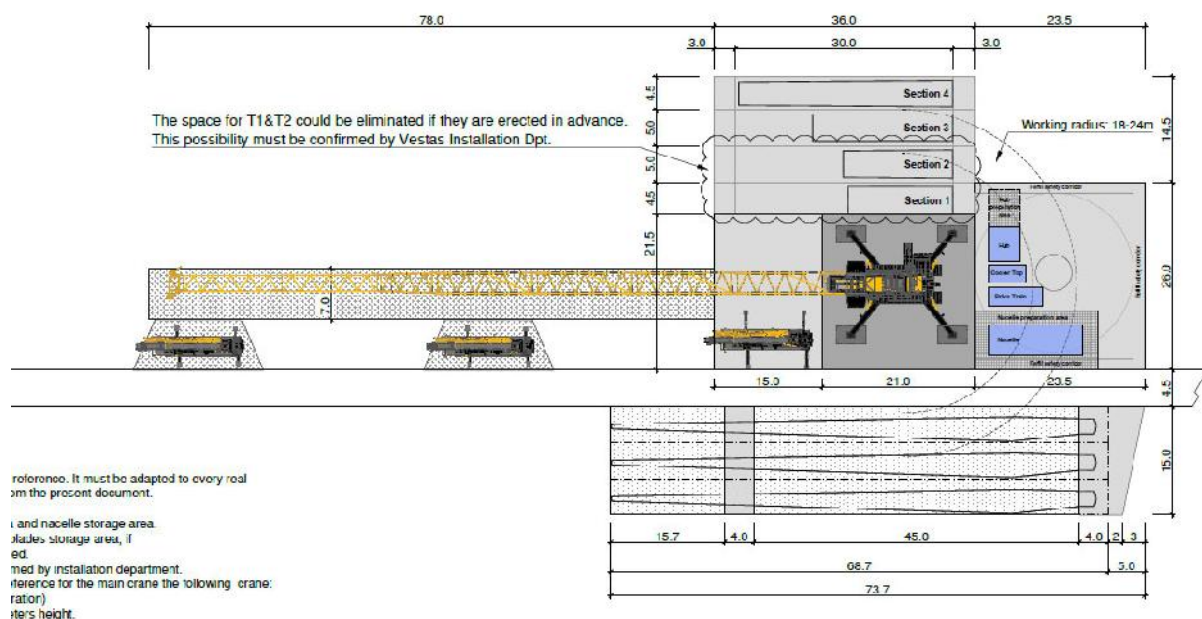
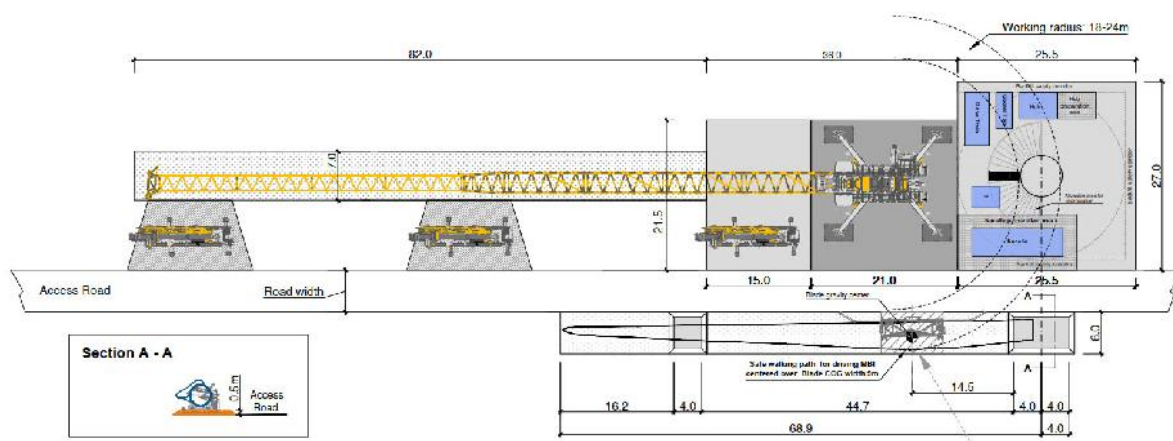


Figura 1 Plataforma General Vestas V136-4.5-HH82m

En el caso de las plataformas de las posiciones CALC3-02 y CALC3-04, en base a la orografía complicada de la zona, se ha dispuesto una plataforma Just-in-Time, en la que no se acopiarán los tramos de torre, y se acopiarán las palas de una en una.





**Figura 2** Plataforma V136-4,5 HH82m Just-in Time. CALC3-02, CALC3-04

Las dimensiones de las plataformas serán las que aparecen en la imagen anterior, obtenida del documento "Crane Pads Requirements" elaborado por Vestas.

Las plataformas se sitúan en tramos rectos y sin pendiente en la zona de trabajo de la grúa, y con una pendiente máxima del 2% en el resto de las áreas. Se realizará el diseño de pendientes de forma que se favorezca el drenaje.

En las plataformas se ha diseñado un firme consistente en 30 cm de zahorra artificial tanto en la zona de trabajo de la grúa, como en las áreas de acopio y zona de montaje de la pluma con el fin de asegurar una capacidad portante del terreno mínima de 3 kg/cm<sup>2</sup>.

## 2.4 CIMENTACIÓN

Los aerogeneradores estarán cimentados en una zapata tronco-cónica de planta circular con diámetro máximo de 19 m, y 3 m de altura total: 0,7 m de canto en su radio máximo, 1,80 m de altura de cono y 0,5 m de altura en su cilindro superior, el cual quedará 0,10 m por encima del terreno en el pedestal. Ver la geometría completa en el plano IIES-TPY-CAA6010-0001 Cimentación.

En la zapata se incluirá el acceso de la red de media tensión a la torre con tubos que irán embebidos en el propio hormigón de la cimentación.

El hueco de la cimentación se rellenará con material procedente de la excavación hasta 10 cm por debajo del nivel superior del pedestal. El terraplenado se realizará de forma que se obtenga una rasante con pendiente hacia el exterior del aerogenerador.

Simultáneamente a la ejecución de la cimentación, embebidos en el pedestal se colocarán los anclajes de la torre, consistente en una virola de acero a la que posteriormente se atornillará la base de la torre de sustentación del aerogenerador.

La geometría de la zapata se calculará de manera que se garantice entre otros aspectos la estabilidad de la misma (vuelco, deslizamiento, despegue, efectos del nivel freático), y los condicionantes geotécnicos, de manera que la tensión transmitida al suelo sea menor que la máxima capacidad portante del terreno.

Para realizar el prediseño de la cimentación se ha considerado lo expuesto en el documento 0082-5408\_V00 - Combine Foundation Loads V136-4.0\_4.2 MW HH82 IEC2B, además de los siguientes parámetros del terreno:

- Rigidez Rotacional dinámica límite = 60 GNm/rad
- Coeficiente Poisson = 0,35
- Ángulo Fricción Interno = 18°
- Densidad Relleno = 18 kN/m<sup>3</sup>
- Nivel Freático por debajo de la capa de apoyo.
- Máximos asentamientos diferenciales = 3 mm/m
- Máximo asiento = 50mm

Con las dimensiones adoptadas para la cimentación de proyecto, el resumen de materiales sería el siguiente:

CIMENTACIONES AEROGENERADORES			
MATERIAL	UD.	CANTIDAD	TOTAL
HORMIGÓN C12/15	6	31,42 m <sup>3</sup>	188,52 m <sup>3</sup>
HORMIGÓN C35/45	6	448,63 m <sup>3</sup>	2.691,78 m <sup>3</sup>
HORMIGÓN C45/55	6	14,14 m <sup>3</sup>	84,84 m <sup>3</sup>
ACERO B-500S	6	55.532,30 kg	333.193,8 kg

**Tabla 5 Resumen de materiales para la cimentación de los aerogeneradores**

### **3. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Para la definición del trazado se ha utilizado la herramienta de diseño ISPOL/ISTRAM, la cual permite, mediante la generación de un modelo tridimensional del terreno, la creación de los ejes de viales y plataformas necesarios para la definición en planta y alzado, y la cubicación del movimiento de tierras.

La distribución de viales es la siguiente:

- Vial de acceso, con un ancho de 5,5 m y una longitud total de 3.509,27 metros.
- Vial interno, con un ancho de 5,5 metros. Se compone de un total de 5 ejes que dan acceso a las diferentes plataformas, sumando una longitud total de 4.128,63 metros.
- Giros y auxiliares. Se compone del resto de conexiones auxiliares entre los distintos viales, así como volteaderos. En total son 360,71 metros de longitud.

Para el trazado se han seguido los criterios de diseño descritos en el apartado 2.1 CAMINOS.

De forma resumida el balance total de tierras que originarán los viales y las plataformas en el proyecto del parque será la mostrada en las siguientes tablas:

NOMBRE	TERRAPLÉN (m <sup>3</sup> )	DESMONTE (m <sup>3</sup> )	VEGETAL (m <sup>3</sup> )	ZAHORRA (m <sup>3</sup> )
Camino de Acceso	2.405,0	8.864,3	7.984,6	4.517,6
Total viales de acceso	2.405,0	8.864,3	7.984,6	4.517,6

**Tabla 6 Movimiento de tierras vial de acceso**

<b>NOMBRE</b>	<b>TERRAPLEN (m³)</b>	<b>DESMONTE (m³)</b>	<b>VEGETAL (m³)</b>	<b>ZAHORRA (m³)</b>
Eje 1	27.402,5	10.021,6	8.735,5	4.378,4
Eje 1.08	798,0	221,4	571,7	375,4
Eje 1.06	161,5	9.697,1	1.091,7	370,2
Eje 1.05	172,1	2.520,2	630,8	358,9
Eje 1.04	7.518,4	0,3	794,6	355,2
Eje 2	880,76	1.466,62	855,05	441,53
Viales interiores	36.933,26	23.927,22	11.909,35	6.279,63

**Tabla 7 Movimiento de tierras viales interiores**

NOMBRE	TERRAPLÉN (m³)	DESMONTE (m³)	VEGETAL (m³)	ZAHORRA (m³)
Acceso campa de acopio	20,5	30,3	41,7	28,9
Reposición de camino	1.352,8	20,8	244,0	80,8
Total auxiliares	1.373,3	51,1	285,7	109,7

**Tabla 8 Movimiento de tierras auxiliares**

NOMBRE	TERRAPLÉN (m³)	DESMONTE (m³)	VEGETAL (m³)	ZAHORRA (m³)
CALC3-02	5.568,39	9.584,57	1.775,51	1.086,07
CALC3-04	10.445,96	1.410,51	1.450,79	1.047,97
CALC3-05	214,88	4.289,05	1.460,60	1.360,31
CALC3-06	2.419,75	10.538,64	1.814,85	1.344,02
CALC3-07	15.557,56	524,30	1.831,74	1.317,15
CALC3-08	1.561,08	3.958,07	1.579,50	1.363,93
Campa	2.717,75	2.327,39	2.840,28	0,00
Total plataformas	38.485,37	32.632,53	12.753,27	7.519,45

**Tabla 9 Movimiento de tierras plataformas**

NOMBRE	TERRAPLÉN (m³)	DESMONTE (m³)	VEGETAL (m³)
CALC3-02	548,02	926,86	113,01
CALC3-04	548,02	926,86	113,01
CALC3-05	548,02	926,86	113,01
CALC3-06	548,02	926,86	113,01
CALC3-07	548,02	926,86	113,01
CALC3-08	548,02	926,86	113,01
Total cimentaciones	3.288,11	5.561,17	678,04

**Tabla 10 Movimiento de tierras cimentaciones**

El movimiento de tierras total generado es el siguiente:

TERRAPLÉN (m³)	DESMONTE (m³)	BALANCE (m³)	VEGETAL (m³)	ZAHORRA (m³)
<b>82.485,04</b>	<b>71.036,32</b>	<b>11.448,72</b>	<b>33.610,96</b>	<b>18.426,38</b>

**Tabla 11 Balance total de movimiento de tierras**

## **4. CLASIFICACIÓN DEL TRÁFICO**

### **4.1 METODOLOGÍA**

Se trata de caminos que se utilizan para la construcción del parque y que posteriormente funcionarán como acceso para trabajos de mantenimiento, por lo que se considera que el tránsito de este camino es bajo, con una tasa de crecimiento nula para los años subsecuentes.

El horizonte de proyecto considerado es de 40 años, de forma coincidente con la vida útil del parque.

El grueso del tráfico pesado se producirá durante el primer año, correspondiente a la construcción de parque, siendo muy reducido los siguientes 39 años, donde solo se realizan labores de mantenimiento.

Así pues, dadas las necesidades de los vehículos que van a hacer uso de los viales se disponen dos tipologías de firmes, condicionados a las pendientes de trazado de los viales:

- Firme de mezcla bituminosa en caliente: En los primeros metros de los entronques con la carretera CA-171, y en la ampliación del camino de acceso asfaltado. Esta tipología de firme se dimensiona empleando como normativa de referencia la Norma 6.1 IC Secciones de Firme de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento.
- Firme rígido. En los tramos donde las pendientes superen el 7% en curva y el 10% en recta. Esta tipología de firme se dimensiona empleando como normativa de referencia la Norma 6.1 IC Secciones de Firme de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento.
- Firme granular. En el resto del vial. Se compondrá de una capa de rodadura a base de zahorra artificial. Para el dimensionamiento de este firme, se emplea el método para viales con bajo volumen de tráfico de la *AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES 1993*, publicada por la American Association of State Highway and Transportation Officials (en adelante, AASHTO).

## 4.2 DATOS DE PARTIDA

### 4.2.1 REPARTO POR CARRILES

Dadas las dimensiones de los viales a disponer y de los vehículos tipo de características singulares que van a hacer uso de este se considera que no es posible diferenciar carriles en la calzada, haciendo uso de la totalidad de la plataforma para la circulación. Se asume, por tanto, que la totalidad de la plataforma absorbe el 100% del tráfico, equivalente a un carril único.

### 4.2.2 VIDA ÚTIL Y PREVISIÓN DE CRECIMIENTO

Los firmes se han dimensionado para una vida útil de 40 años, coincidente con la vida útil del parque a la que dan servicio. Dada la variabilidad del tráfico que circulará sobre el camino durante la fase de construcción frente a la que hará uso durante fase de servicio, se ha visto conveniente diferenciar entre ambos tramos.

Por otra parte, se ha considerado que el factor de crecimiento del tráfico es nulo, manteniéndose constante durante la construcción y servicio del parque. A partir de la tasa de crecimiento, puede obtenerse el valor del tráfico anual acumulado mediante la expresión:

$$CT = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

donde:

- $CT$  (anual) factor de crecimiento acumulado para un periodo  $n$
- $r$  (tanto por uno) tasa de crecimiento anual
- $n$  (años) periodo de crecimiento

Crecimiento	Fase construcción	Fase servicio
Años (n)	1	39
Tasa de crecimiento (r)	0,00%	0,00%
Factor de crecimiento CT	1,00	39,00

Tabla 12 Vida útil y factor de crecimiento

#### 4.3 ESTUDIO DE TRÁFICO VIALES DE HORMIGÓN Y MEZCLA BITUMINOSA

Para estos viales se dimensiona la estructura del firme según la Norma 6.1-IC, la cual tiene en cuenta la intensidad media diaria de vehículos pesados en el carril de proyecto y en el año de puesta en servicio.

Acorde a la normativa de referencia, se definen ocho categorías de tráfico pesado, en función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDP), en el carril de proyecto y en el año de puesta en servicio.

Las categorías de tráfico pesado son:

CATEGORIA	IMDP
T00	$IMDP \geq 4.000$
T0	$4.000 > IMDP \geq 2.000$
T1	$2.000 > IMDP \geq 800$
T2	$800 > IMDP \geq 200$
T31	$200 > IMDP \geq 100$
T32	$100 > IMDP \geq 50$
T41	$50 > IMDP \geq 25$
T42	$IMDP < 25$

Tabla 13 Categorías de tráfico pesado. Fuente: Tablas 1.A y 1.B de la Norma 6.1 IC de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento

Para el diseño del firme rígido se estima que la media total de vehículos pesados diarios sea inferior a 25, correspondiente a una categoría de tráfico pesado T42, constante durante la fase de construcción y servicio.

#### 4.4 ESTUDIO DE TRÁFICO VIALES DE FIRME TERRIZO

Para el dimensionamiento de los firmes granulares, se utiliza el método para viales con bajo volumen de tráfico de la AASHTO 93. Este método tiene como finalidad determinar el espesor de la capa de firme de forma que se limite el daño recibido y se garantice la servicialidad del mismo durante toda la vida útil, caracterizado mediante el total acumulado de ejes equivalentes de 8,2Tn.

El tráfico se encuentra inducido por la propia ejecución de los parques eólicos y montaje de los aerogeneradores. Dado a que parte de los caminos de los parques son comunes, se ha calculado el firme de ambos parques (PE Campo Alto y PE La Costana) con los vehículos previstos durante la construcción de éstos, siendo en total nueve (9) posiciones de aerogeneradores, son los siguientes:



TRANSPORTE POR UD/AEROGENERADOR	UDS	EJES
Torre	4	1 simple +1 trídem + 1 cuádruple + 1 quíntuple
Nacelle	1	1 simple + 3 trídem + 1 quíntuple
Hub	1	1 simple + 3 trídem + 1 quíntuple
Palas	3	1 simple + 1 tándem + 1 cuádruple
Drive Train	1	1 simple + 1 trídem + 1 quíntuple
Hormigoneras	90	2 tándem
Transportes de material	50	1 simple + 1 tándem
Transportes grúa	15	2 trídem

**Tabla 14 Estimación de tráfico por unidad de aerogenerador construido**

Conocidas las especificaciones de los vehículos de transporte de los equipos proporcionadas por el fabricante, se ha elaborado el espectro de carga que solicitará el vial.

Elemento	Composición de cargas – P (Tn) – Vehículos construcción							
	Ejes simples		Ejes tándem		Ejes trídem		Ejes cuádruples	Ejes quíntuples
<b>Torre</b>	9,00	-	-	-	32,00	-	34,00	55,00
<b>Torre vacío</b>	2,94	-	-	-	11,56	-	18,45	28,73
<b>Nacelle</b>	9,00	-	-	-	32,00	33,00	-	42,50
<b>Nacelle vacío</b>	1,10	-	-	-	7,34	12,33	-	20,90
<b>Hub</b>	9,00	-	-	-	32,00	25,50	-	43,57
<b>Hub vacío</b>	1,10	-	-	-	7,34	12,33	-	20,90
<b>Palas</b>	9,00	-	17,84	-	-	-	35,68	-
<b>Palas vacío</b>	4,62	-	13,20	-	-	-	26,40	-
<b>Drive Train</b>	9,00	-	-	-	32,00	-	-	27,33
<b>Drive Train vacío</b>	0,91	-	-	-	7,72	-	-	20,90
<b>Hormigonera</b>	-	-	13,00	19,00	-	-	-	-
<b>Hormigonera vacío</b>	-	-	6,62	16,30	-	-	-	-
<b>Grúa</b>	-	-	-	-	26,00	24,00	-	-
<b>Grúa vacío</b>	-	-	-	-	26,00	12,00	-	-
<b>Material auxiliar</b>	9,00	-	18,00	-	-	-	-	-
<b>Material auxiliar vacío</b>	9,00	-	9,00	-	-	-	-	-

**Tabla 15 Espectro de cargas de vehículos para la construcción del parque**

Además, se ha tenido en cuenta el tráfico provocado por el movimiento de tierras esperado en ambos parques con los siguientes criterios:

- Transporte del 40% de la tierra vegetal de plataformas y cimentaciones a vertedero
- El 40% del valor mayor entre el excedente de tierras en caso de existir, y el 20% del material de desmonte que se considera no aprovechable. Se considera en ambos casos un valor del 40% debido a que una gran parte de los movimientos de tierra del

parque eólico no afectarán al firme de zahorra dado que por el simple desarrollo de la obra este trabajo se realiza antes de la disposición de la obra.

Movimiento de tierras	Total (m3)	Capacidad (m3)	Uds.	Eje simple (Tn)	Ejes tandem (Tn)
<b>Terraplén</b>	108.036,76	17,5	5.585	9,00	22,00
<b>Desmonte</b>	105.438,50	17,5	5.850	9,00	22,00
<b>Excedente</b>	21.087,70	17,5	1.170	9,00	22,00
<b>Tierra vegetal</b>	55.298,80	17,5	2.555	8,50	17,00
<b>Pesado 6x6 en vacío</b>	-	-	3.725	4,50	9,00

**Tabla 16 Espectro de cargas de vehículos asociados al movimiento de tierras de los parques Campo Alto y La Costana**

Se ha previsto un tráfico inducido por circunstancias ajenas a la construcción del parque, que se ha caracterizado mediante los siguientes vehículos tipo:

Vehículos	Composición de cargas – P (Tn) – Otros vehículos				
	IMD	Eje simple (Tn)		Ejes tandem (Tn)	
<b>Ligeros</b>	20	0,90	0,90	-	-
<b>Pesado 6x2</b>	-	7,00	11,00	-	-
<b>Pesado 6x3</b>	-	7,00	-	18,00	-
<b>Pesado 8x4</b>	-	-	-	13,00	19,00

**Tabla 17 Espectro de cargas de otros vehículos ajenos a la construcción**

Para el cálculo del número total ejes equivalentes de proyecto se debe considerar el coeficiente de equivalencia, que representa el daño relativo que un vehículo pesado medio produce sobre el firme con respecto a un eje tipo definido, que en el caso de la AASTHO se caracteriza con el eje de 8,2Tn. La equivalencia del total de ejes de un vehículo de carga cualquiera, a ejes equivalentes se obtiene mediante la fórmula:

$$CE = \sum n_i \left( K_i \frac{P_i}{Q} \right)^\alpha$$

donde:

- $CE$  (adimensional) total de ejes equivalentes por vehículo
- $n_i$  (ejes) número de ejes del tipo  $i$
- $P_i$  (Tn) carga del eje para el tipo  $i$
- $Q$  (Tn) carga del eje equivalente (8,2 Tn para este caso)
- $\alpha$  (adimensional) factor que depende el tipo de firme (4 para firmes flexibles)
- $K_i$  (adimensional) factor que depende el tipo de eje:
  - 1,00 para ejes simples
  - 0,60 para ejes tandem
  - 0,45 para ejes tridem
  - 0,40 para ejes cuádruples

- 0,35 para ejes quíntuples

A continuación, se muestra el cálculo de los ejes equivalentes para los años de vida útil del parque (40 años):

Nº ESAL's Fase de construcción						
Vehículo	Nº veh/año 1 sentido	Nº veh/año 2 sentidos	CE	ESAL carril de diseño	CT	ESAL diseño
Turismos	7300	14600	0,0003	4,24	1,00	4,24
Torre	36	36	48,90	1760,39	1,00	1.760,39
Torre vacío	36	36	3,10	111,45	1,00	111,45
Nacelle	9	9	43,30	389,72	1,00	389,72
Nacelle vacío	9	9	1,08	9,71	1,00	9,71
Hub	9	9	30,59	275,33	1,00	275,33
Hub vacío	9	9	1,08	9,71	1,00	9,71
Palas	27	27	13,54	365,48	1,00	365,48
Palas vacío	27	27	3,72	100,47	1,00	100,47
Drive Train	9	9	12,81	115,32	1,00	115,32
Drive Train vacío	9	9	0,67	5,99	1,00	5,99
Camión Hormigonera	810	810	4,55	3689,01	1,00	3.689,01
Camión Hormigonera vacío	810	810	2,08	1683,62	1,00	1.683,62
Transporte Grua	135	135	7,15	965,76	1,00	965,76
Transporte grúa vacío	135	135	4,33	584,92	1,00	584,92
Transporte material auxiliar obra	450	450	4,46	2007,13	1,00	2.007,13
Transporte material auxiliar obra vacío	450	450	1,64	737,65	1,00	737,65
					<b>TOTAL</b>	<b>12.815,88</b>

**Tabla 18**

**ESALs previstos durante la fase de construcción**

	Nº veh/año 1 sentido	Nº veh/año 2 sentidos	CE	ESAL carril de diseño	CT	ESAL diseño
Transporte movimiento de tierras excedente	<b>482</b>	482	8,17	3936,08	1,00	3.936,08
Transporte tierra vegetal	<b>1.264</b>	1264	3,55	4485,44	1,00	4.485,44
Pesado 6x6 en vacío	<b>1.746</b>	1746	0,28	486,72	1,00	486,72
					<b>TOTAL</b>	<b>8.908,25</b>

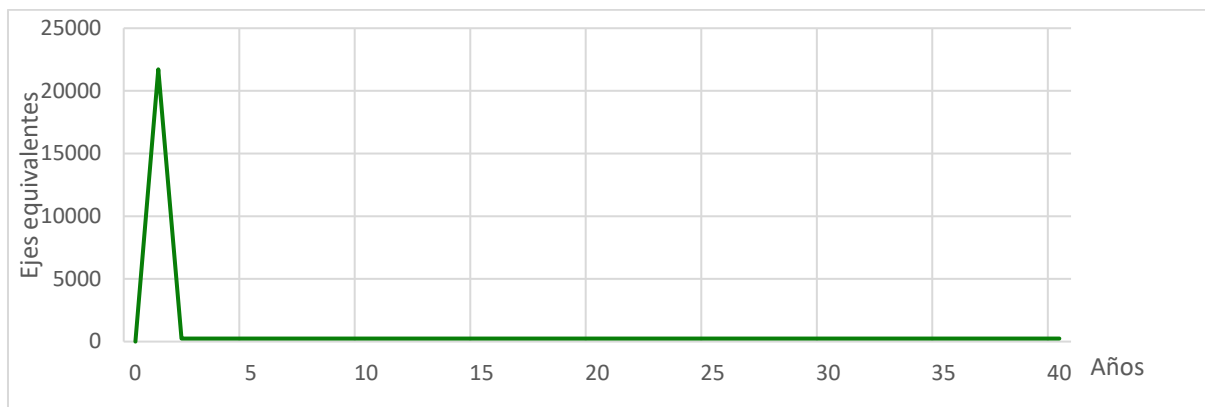
**Tabla 19**

**ESALs previstos durante la fase de construcción. Movimientos de tierra**

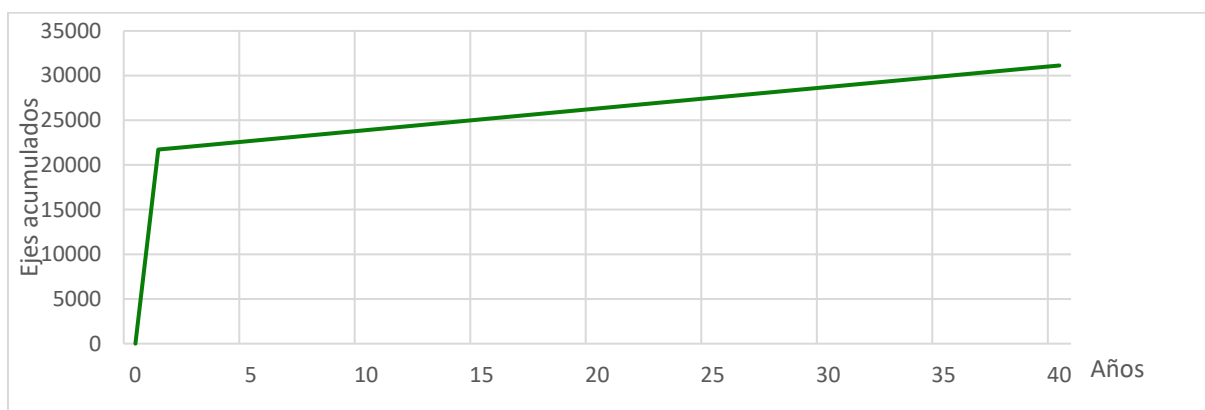
Nº ESAL's Fase de construcción						
Vehículo	Nº veh/año 1 sentido	Nº veh/año 2 sentidos	CE	ESAL carril de diseño	CT	ESAL diseño
Ligeros	7300	14600	0,0003	4,24	39,00	165,26
Pesado 6x2	10	20	3,7693	75,39	39,00	2.940,14
Pesado 6x3	10	20	3,5402	70,80	39,00	2.761,39
Pesado 8x4	10	20	4,5543	91,09	39,00	3.552,44
TOTAL						<b>9.419,23</b>

**Tabla 20 ESALs previstos durante la fase de servicio**

Por tanto, el total de ejes equivalentes acumulados de 8,2 Tn durante toda la vida útil es de **21.724,13** ESALS, con la siguiente distribución:



**Figura 3 Distribución anual de ejes equivalentes**



**Figura 4 Distribución anual de ejes equivalentes acumulados**

## **5. CÁLCULO DE FIRMES**

### **5.1 FIRME DE MEZCLA BITUMINOSA**

Como se ha adelantado en el apartado 4. Clasificación del Tráfico el dimensionamiento de los firmes de mezcla bituminosa se realiza empleando como referencia la Norma 6.1. IC Secciones de Firme de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento.

En todo caso, dadas las necesidades de capacidad portante exigidas por el tráfico, se asume la formación de una explanada con un módulo de deformabilidad en el segundo ciclo de carga de **60 MPa**, correspondiente a una explanada tipo **E1**, acorde a la clasificación efectuada por la propia norma:

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
<b>Ev2 (MPa)</b>	≥ 60	≥ 120	≥ 300

**Tabla 21 Categorías de explanadas. Fuente: Tabla 2 de la Norma 6.1 IC de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento**

Vista la clasificación efectuada en el apartado **4.3**, como categoría de tráfico **T42**, se dispone la sección de firme **4211**, compuesta de 35 cm de zahorra artificial como base y una capa de rodadura de 5 cm de mezcla bituminosa tipo AC 16 Surf 50/70 D, correspondiente al paquete seleccionado en la siguiente tabla:

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T31	T32	T41	T42
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1				
	E2				
	E3				

MB Mezclas bituminosas    HF Hormigón de firme    SC Suelocemento    ZA Zahorra artificial

Espesores mínimos en cm

(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

**Nota 1:** Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

**Nota 2:** En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

**Figura 5 Secciones de firme para las categorías de tráficos pesado T3 y T4. Firme de mezcla bituminosa. Fuente: Figura 2.2 de la Norma 6.1 IC de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento**

De esta manera el firme empleado en el entronque del parque eólico será:

- Capa de rodadura de 5 cm de mezcla bituminosa AC 16 Surf 70/70 D.
- Base de zahorra artificial ZA-20 de 35 cm de espesor.



## 5.2 FIRME DE HORMIGÓN

Como se ha adelantado en el apartado 4. Clasificación del Tráfico el dimensionamiento de los firmes rígidos se realiza empleando como referencia la Norma 6.1. IC Secciones de Firme de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento.

En todo caso, dadas las necesidades de capacidad portante exigidas por el tráfico, se asume la formación de una explanada con un módulo de deformabilidad en el segundo ciclo de carga de **60 MPa**, correspondiente a una explanada tipo **E1**, acorde a la clasificación efectuada por la propia norma:

CATEGORIA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E <sub>v2</sub> (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

**Tabla 22** Categorías de explanadas. Fuente: Tabla 2 de la Norma 6.1 IC de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento

Vista la clasificación efectuada en el apartado 4.3, como categoría de tráfico **T42**, se dispone la sección de firme **4214**, compuesta de 20 cm de zahorra artificial y 18 cm de hormigón de firme HF-4, correspondiente al paquete seleccionado en la siguiente tabla:

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T31	T32	T41	T42
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1				
	E2				
	E3				

MB Mezclas bituminosas HF Hormigón de firme SC Suelocemento ZA Zahorra artificial

Espesores mínimos en cm

(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

**Nota 1:** Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

**Nota 2:** En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

**Figura 6** Secciones de firme para las categorías de tráficos pesado T3 y T4. Fuente: Figura 2.2 de la Norma 6.1 IC de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento

Según indica a norma en su apartado de Pavimento de hormigón para la categoría de tráfico T42 el hormigón es de hormigón en masa, con juntas y sin pasadores. Además, para esta



categoría de tráfico se puede sustituir el empleo del hormigón HF-4 por un HF-3,5 incrementando en 2cm los espesores dados por el catálogo de secciones.

No obstante, para asegurar la durabilidad del firme y reducir el mantenimiento a lo largo de la vida útil de este, se reforzará mediante un mallazo de 15x15x10. Así pues, las juntas realizadas serán debidamente selladas para evitar infiltraciones de escorrentía.

De esta manera el firme empleado en los viales hormigonados será:

- Pavimento de 20cm de HA-25 (garantizando una resistencia equivalente a flexo tracción de 3,5 MPa) reforzado con mallazo de 15x15x10.
- Base de zahorra artificial ZA-20 de 20 cm de espesor.

### **5.3 FIRME TERRIZO**

#### **5.3.1 METODOLOGÍA**

Para el dimensionamiento del firme terrizo se emplea el método para vías de baja intensidad de tráfico de la *AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES*, publicada en el año 1993.

Este método tiene como finalidad determinar el espesor de la capa de firme de forma que se garantice el servicio de los viales para el paso de un número total de ejes equivalentes acumulados (ESAL's), que se han estimado previamente con un tráfico previsto.

La metodología consiste en estimar el daño total recibido en el firme para unos espesores dados a partir de los parámetros mecánicos para los que se caracteriza el firme y el material de asiento, efectuando las siguientes comprobaciones:

- Pérdida de serviciabilidad. Fijadas unas condiciones iniciales del estado del firme así como unas condicionales finales al término de su vida útil, se estima el total de ESAL's que cada espesor de firme fijado es capaz de recibir.
- Ahuellamiento. Fijado un ahuellamiento máximo asumible en la superficie del firme, se estima el total de ESAL's que cada espesor de firme fijado es capaz de recibir.

El espesor de firme mínimo necesario a disponer debe satisfacer ambas comprobaciones. Estas comprobaciones se efectúan mediante la ejecución de métodos gráficos en planillas definidas por la propia guía.

Por otra parte, dado que se trata de un método elaborado por una asociación norteamericana, las unidades en las que se desarrolla son las propias del sistema imperial: en pulgadas (in) medidas lineales; libras (lb) para unidades de masa; y libras por pulgada cuadrada para unidades de presión (Psi).

Se considera, que la solución óptima se encuentra entre los siguientes espesores de firme que serán los empleados para las comprobaciones:

ESPESTORES CONSIDERADOS				
6	8	10	12	in
15,24	20,32	25,40	30,48	cm

**Tabla 23** **Espesor de dimensionamiento de firme**

### 5.3.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES

La caracterización mecánica de los materiales se realiza mediante el módulo de resiliencia, obteniendo este valor para el terreno de asiento y para la capa de zahorra de forma correlacionada con el índice CBR:

- Terreno subyacente (TNS). Se ha estimado un índice CBR de 6.
- Capa de firme. Dado que el material a emplear para el firme consiste en una zahorra ZA-20, se ha estimado que el índice CBR de este material alcanza valores mínimos comprendidos entre 50-60.



**Figura 7** Correlación entre el módulo de resiliencia y otras propiedades del suelo.  
Fuente: Huang (1993), Van Til (1972)

Los parámetros mecánicos de los materiales son:

- TNS: CBR = 6; Módulo de resiliencia de 6.800 Psi.
- ZA-20: CBR=60; Módulo de resiliencia de 32.000 Psi.

### 5.3.3 PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD

La pérdida de serviciabilidad es el parámetro para el cuál se efectúa la primera comprobación de la capa de firme. Se define como la diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial en el momento de la puesta en servicio respecto al índice de serviciabilidad al término de su vida útil.

El índice de serviciabilidad (PSI) varía de 0 a 5 en función de la calidad de la vía y se encuentra fijado por la guía AASHTO, tal y como se recoge en la siguiente tabla:

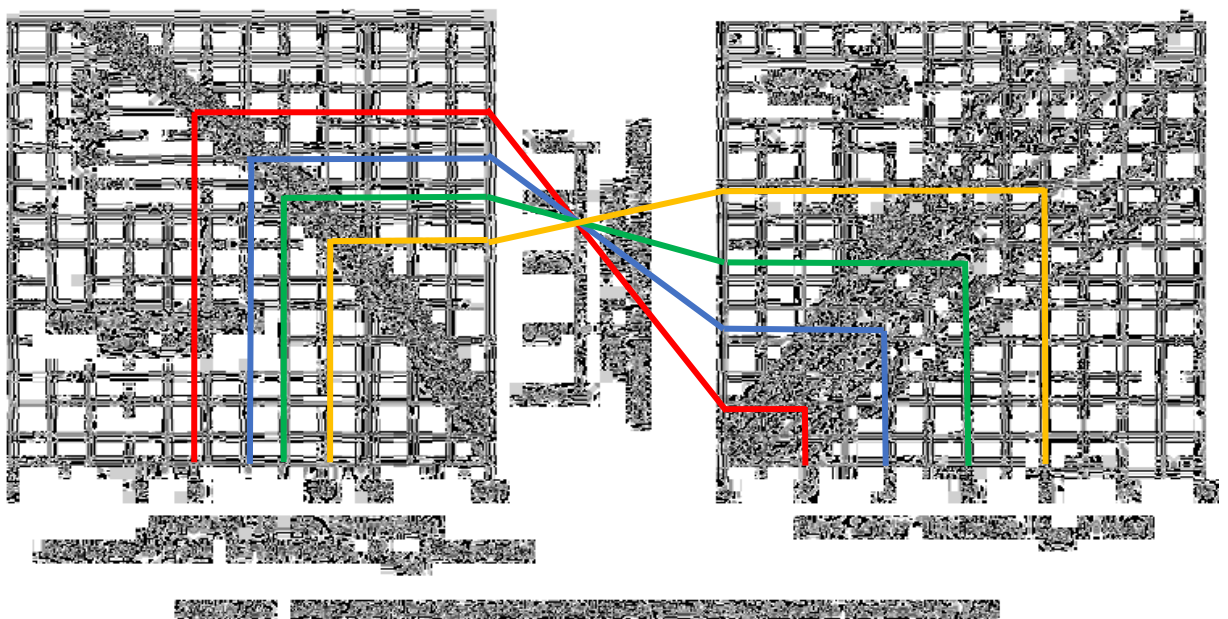
ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD	CALIFICACIÓN
5 – 4	Muy buena
4 – 3	Buena
3 – 2	Regular
2 – 1	Mala
1 – 0	Muy mala

**Tabla 24 Índice de serviciabilidad**

Se considera un índice inicial de 3,5 debido a que no es un pavimento con revestimiento impermeable, pero tendrá una calidad de construcción y de materiales mínima que deberá cumplir.

Por otra parte, dado que se trata de un firme cuyo objetivo en la fase de servicio es garantizar la circulación para el mantenimiento del parque eólico, se estima un índice de serviciabilidad al final de su vida útil de 2,0. Por tanto, se fija una pérdida de serviciabilidad ( $\Delta_{PSI}$ ) de 1,5.

La obtención de los ejes acumulados que es capaz de absorber durante su estado en servicio por pérdida de serviciabilidad, se obtienen empleando los monogramas proporcionados en la guía AASHTO para vías de baja intensidad de tráfico





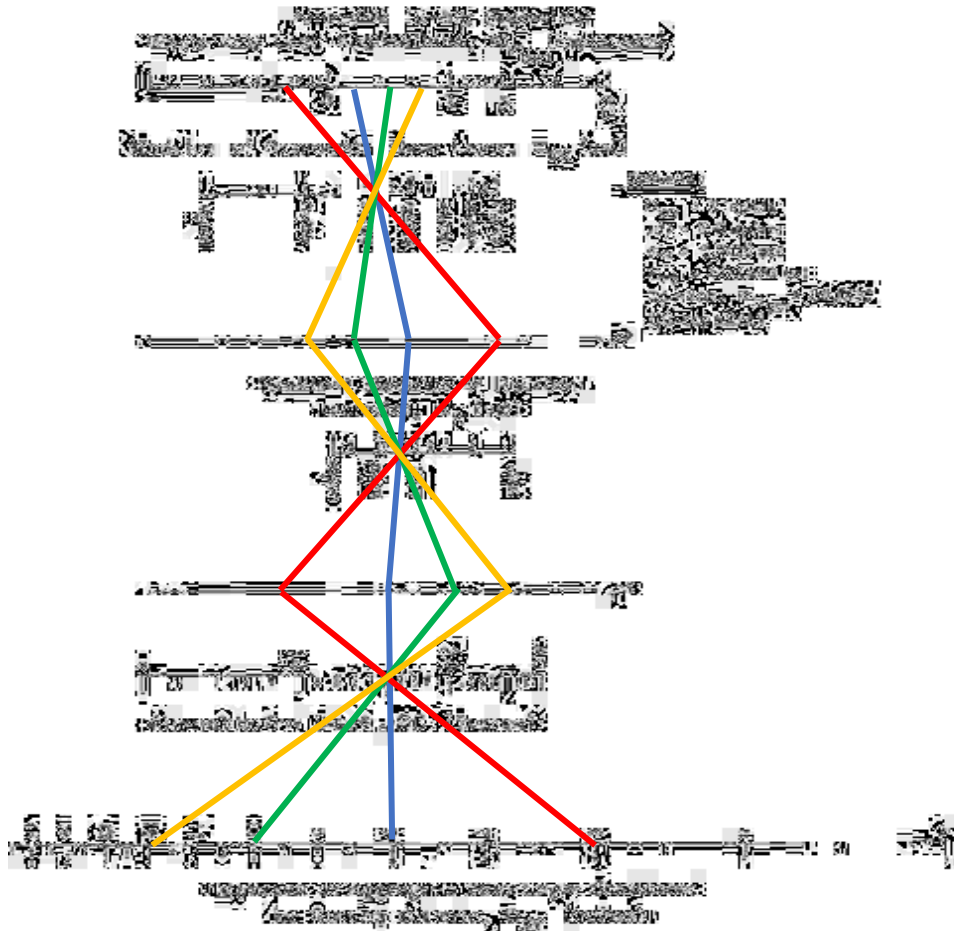
**Figura 8** Ejes acumulados máximos por pérdida de serviciabilidad según el espesor de la capa de zahorra. Fuente: AASHTO 1993.

### 5.3.4 AHUELLAMIENTO

El ahuellamiento es el segundo parámetro para el que se considera que debe cumplir el firme. Se encuentra fijado para el ahuellamiento máximo asumible en el firme para un espesor determinado.

Dados los objetivos con los que el vial de diseño debe cumplir, se ha fijado un valor máximo del ahuellamiento de **1,5 pulgadas**.

Se emplea el monograma de la guía AASHTO para determinar, el total de ejes equivalentes de 8,2 Tn que cada espesor de firme es capaz de asumir.







**Figura 9** Ejes acumulados máximos por ahuellamiento según el espesor de la capa de zahorra. Fuente: AASHTO 1993.

### 5.3.5 ENVOLVENTE. DAÑO TOTAL.

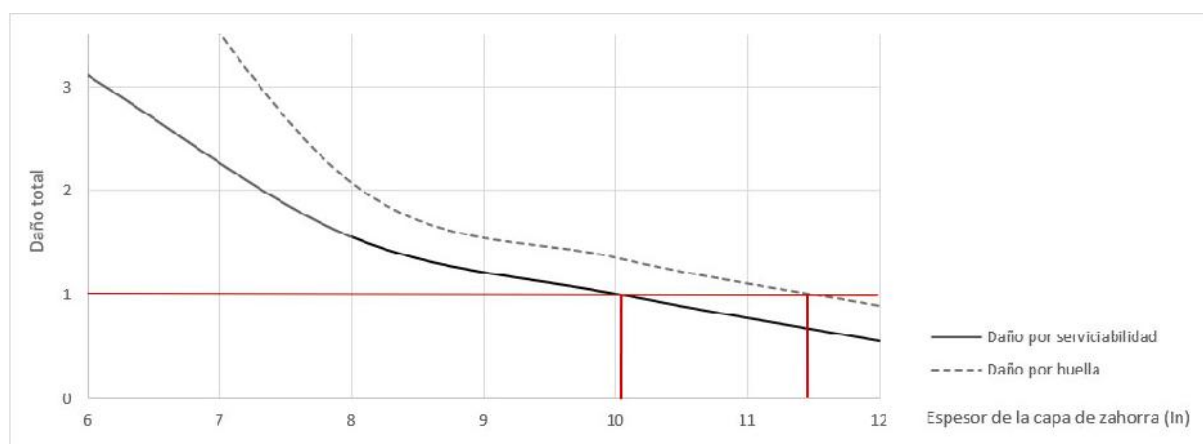
Para dimensionar la capa de espesor de firme es necesario obtener el daño causado por serviciabilidad y ahuellamiento, valores que relacionan el espesor de la base y los módulos  $W_{IB}$  calculados en los dos apartados anteriores, siendo:

$$\text{Daño por serviciabilidad} = ESAL's / W_{IB_{PSI}}$$

$$\text{Daño por ahuellamiento} = ESAL's / W_{IB_{RUT}}$$

ESPESOR BASE (in)	$W_{IB\_PSI}$	DAÑO POR SERVICIABILIDAD	$W_{IB\_RUT}$	DAÑO POR HUELLA
6	10.000	3,0098	5.900	5,1014
8	20.000	1,5049	15.000	2,0065
10	31.000	0,9709	23.000	1,3086
12	56.000	0,5375	35.000	0,8599

**Tabla 25** Daño por serviciabilidad y por huella



**Figura 10** Daño total por serviciabilidad y huella

El espesor óptimo es aquel que aproxima el daño recibido a la unidad, por la tanto:

ESPESOR POR HUELLA	ESPESOR POR SERVICIABILIDAD	UNIDAD
11,40	10,05	pulgadas
29,90	25,50	cm

**Tabla 26** Espesores mínimos requeridos

Se toma que es necesario al menos un espesor de 29,90 cm.

### **5.3.6 ESPESOR DE PROYECTO**

En el caso de un parque eólico al tratarse de un firme sin tratamiento superficial y con un tráfico intenso durante los periodos de hormigonado se estima que se produce una pérdida de material de entre 2 y 5 cm.

Es necesario, por tanto, efectuar un incremento adicional de espesor al obtenido anteriormente para compensar las pérdidas de material.

<b>INCREMENTO ADICIONAL POR PÉRDIDA DE MATERIAL</b>	
<b>Pérdida de material - GL (pulgadas)</b>	0,8
<b>Espesor mínimo - DBS (pulgadas)</b>	11,8
<b>Espesor mínimo - DBS (cm)</b>	29,96

**Tabla 27 Pérdidas de material**

Se toma por tanto un **espesor de proyecto de 30 cm**.

En base al dimensionamiento realizado, se ejecutará un firme mediante el extendido de una capa de zahorra artificial ZA-20 de 30 cm, compactada al 98% del P.M.

## **6. CÁLCULO DE DRENAJES**

En el anexo nº11 Estudio Hidrológico se aborda el cálculo de caudales de escorrentía obtenidos por cada una de las cuencas interceptadas por los viales y plataformas del Parque Eólico Campo Alto. A partir de este estudio de cuencas, se procede a:

- Analizar la ubicación de las posibles cunetas.
- Analizar la ubicación de las posibles obras de drenaje transversal (Capítulo 4 de la 5.2.- IC) o colectores transversales de drenaje longitudinal de plataforma y márgenes (Capítulo 3 de la 5.2.- IC), según el caso en el que nos encontremos.

Una vez identificados todas las cunetas, ODTs y OTDL a ejecutar en la obra, se procede a calcular el caudal que recoge cada uno de los elementos.

### **6.1 CUNETAS**

Para el cálculo hidráulico de las cunetas, se proceden a analizar:

- Las pendientes de las mismas.
- El material de revestimiento.

Debido a que los viales de proyecto se tratan de caminos en tierra, se considera que quedan fuera del ámbito de aplicación los criterios de revestimientos y velocidad exigidos por la Norma de drenaje de carreteras 5.2.-IC, empleando únicamente la esta Norma como referencia para el cálculo hidrológico de caudales.

Para el cálculo de las cunetas se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Cuneta de hormigón con pendiente máxima: se comprobará la limitación por velocidad en el caso más desfavorable para cunetas de hormigón. La limitación de velocidad máxima es de 6 m/s. El coeficiente de Manning utilizado es  $n=0,013$ .



- Cuneta de hormigón con pendientes mínimas: se analizará la capacidad de desagüe de la cuneta. A menor pendiente y mayor caudal recibido, menor capacidad tiene ésta de desaguar el caudal recibido.
- Cuneta de tierras con pendiente máxima: se comprobará la limitación por velocidad en el caso más desfavorable para cunetas de tierras. La limitación de velocidad máxima se fija en 3 m/s. El coeficiente de Manning utilizado es  $n=0,025$ .
- Cuneta de tierras con pendiente mínima: se analizará la capacidad de desagüe de la cuneta. A menor inclinación/pendiente y mayor caudal recibido, menor capacidad tiene ésta de desaguar el caudal recibido.

El caudal recogido se calcula midiendo el área vertiente de cada grupo de cunetas que llega a la cuneta de estudio.

Además, se realizan las siguientes consideraciones:

- Se establece como criterio general y dato de partida una cuneta triangular de 1 metro de ancho y 0,5 metros de altura. También se establece la pendiente lateral en todas las cunetas 1H:1V.

Finalmente, se procede a comprobar por el método de Manning si:

- Los caudales reales recogidos por cada cuneta son inferiores a los caudales máximos calculados.
- Las velocidades desarrolladas en cada cuneta cumplen con los valores descritos anteriormente.

Se adjunta tabla resumen del análisis final de cada cuneta:

Tipos de cunetas proyectadas					
Tipo	Talud $T_1$	Talud $T_2$	Base (m)	Calado (m)	$K_{\text{Manning}}$
<b>CD-1</b>	1	1	0	0,5	40,0
<b>CD-2</b>	1	1	0	0,5	77
<b>CD-3</b>	0	0	1	1	77

**Tabla 28 Definición de cunetas**

EJES			ESCORRENTÍA SUPERFICIAL							CUNETAS					
Características			Caudal plataforma		Caudal exterior				Q TOTAL	Geometría y material					
Eje	Tipo de vial	Pend. (%)	Aportación m³/s	Aport. acum. m³/s	Cuenca	Aportación Ext. m³/s	Aport. acum. Ext m³/s	Q cuenca m³/s	Acumulado m³/s	Tipo	Calado (m)	S (m²)	R <sub>n</sub> (m)	Q <sub>2</sub> (m³/s)	V (m/s)
Camino de acceso_D	vial acceso	0,43	0,004433	0,019		-	-		0,019	CD-1	0,203	0,041	0,072	0,019	0,467
Camino de acceso_D	vial acceso	1,10	0,006329	0,015		-	-		0,015	CD-1	0,155	0,024	0,055	0,015	0,619
Camino de acceso_D	vial acceso	3,04	0,004594	0,009		-	-		0,009	CD-1	0,101	0,010	0,036	0,008	0,841
Camino de acceso_D	vial acceso	6,78	0,003989	0,004		-	-		0,004	CD-1	0,073	0,005	0,026	0,005	0,742
Camino de acceso_D	vial acceso	-0,96	0,007879	0,000		-	-		0,000	CD-1	0,048	0,002	0,017	0,001	0,000
Camino de acceso_D	vial acceso	0,45	0,002726	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	2,46	0,007409	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	9,21	0,005760	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	3,37	0,006554	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	2,44	0,004484	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	3,79	0,002699	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	2,40	0,001329	0,001		-	-		0,001	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	4,84	0,007039	0,000		-	-		0,000	CD-1	0,035	0,001	0,012	0,001	0,000
Camino de acceso_D	vial acceso	3,82	0,005039	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	5,41	0,002179	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	4,00	0,002700	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	6,13	0,005897	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	3,53	0,001317	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	1,65	0,002419	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	0,47	0,002150	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	-1,49	0,002713	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	5,61	0,003333	0,003		-	-		0,003	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	2,37	0,003406	0,000		-	-		0,000	CD-1	0,048	0,002	0,017	0,001	0,000
Camino de acceso_D	vial acceso	1,84	0,003276	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					

EJES			ESCORRENTÍA SUPERFICIAL							CUNETAS					
Características			Caudal plataforma		Caudal exterior				Q TOTAL	Geometría y material					
Eje	Tipo de vial	Pend. (%)	Aportación m³/s	Aport. acum. m³/s	Cuenca	Aportación Ext. m³/s	Aport. acum. Ext m³/s	Q cuenca m³/s	Acumulado m³/s	Tipo	Calado (m)	S (m²)	R <sub>n</sub> (m)	Q <sub>2</sub> (m³/s)	V (m/s)
Camino de acceso_D	vial acceso	3,55	0,002833	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	2,19	0,003811	0,004		-	-		0,004	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	-0,21	0,001600	0,000		-	-		0,000	CD-1	0,069	0,005	0,024	0,001	0,000
Camino de acceso_D	vial acceso	-1,69	0,002754	0,003		-	-		0,003	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	-4,37	0,004392	0,000		-	-		0,000	CD-1	0,035	0,001	0,012	0,001	0,000
Camino de acceso_D	vial acceso	-0,32	0,001897	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	2,26	0,003498	0,096		-	-		0,096	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	4,96	0,002967	0,093		-	-		0,093	CD-1	0,234	0,055	0,083	0,093	1,696
Camino de acceso_D	vial acceso	5,65	0,005306	0,090		-	-		0,090	CD-1	0,225	0,051	0,080	0,089	1,771
Camino de acceso_D	vial acceso	0,30	0,010013	0,085		-	-		0,085	CD-1	0,382	0,146	0,135	0,084	0,579
Camino de acceso_D	vial acceso	6,00	0,005601	0,075		-	-		0,075	CD-1	0,208	0,043	0,074	0,074	1,724
Camino de acceso_D	vial acceso	7,50	0,015203	0,069	CD.1	0,428	0,744	0,744	0,813	CD-2	0,383	0,146	0,135	0,813	5,552
Camino de acceso_D	vial acceso	15,65	0,010607	0,054	CD.1	0,135	0,316	0,744	0,370	CD-2	0,248	0,062	0,088	0,370	6,007
Camino de acceso_D	vial acceso	18,80	0,014983	0,043	CD.1	0,049	0,180	0,744	0,224	CD-2	0,198	0,039	0,070	0,224	5,679
Camino de acceso_D	vial acceso	15,50	0,004684	0,028	CD.1	0,033	0,132	0,744	0,160	CD-2	0,181	0,033	0,064	0,160	4,864
Camino de acceso_D	vial acceso	12,00	0,002836	0,024	CD.1	0,012	0,099	0,744	0,122	CD-2	0,173	0,030	0,061	0,123	4,111
Camino de acceso_D	vial acceso	16,75	0,003924	0,021	CD.1	0,020	0,086	0,744	0,107	CD-2	0,154	0,024	0,054	0,107	4,524
Camino de acceso_D	vial acceso	10,25	0,004293	0,017	CD.1	0,039	0,067	0,744	0,084	CD-2	0,154	0,024	0,054	0,084	3,536
Camino de acceso_D	vial acceso	12,30	0,005452	0,013	CD.1	0,020	0,028	0,744	0,040	CD-2	0,113	0,013	0,040	0,041	3,144
Camino de acceso_D	vial acceso	15,00	0,007084	0,007	CD.1	0,008	0,008	0,744	0,015	CD-2	0,075	0,006	0,027	0,015	2,618
Camino de acceso_D	vial acceso	-4,90	0,008351	0,000		-	-		0,000	CD-1	0,035	0,001	0,012	0,001	0,000
Camino de acceso_D	vial acceso	-6,00	0,002647	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	-3,50	0,007066	0,007		-	-		0,007	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_D	vial acceso	-1,00	0,004158	0,011		-	-		0,011	TERRAPLÉN					

EJES			ESCORRENTÍA SUPERFICIAL							CUNETAS					
Características			Caudal plataforma		Caudal exterior				Q TOTAL	Geometría y material					
Eje	Tipo de vial	Pend. (%)	Aportación m³/s	Aport. acum. m³/s	Cuenca	Aportación Ext. m³/s	Aport. acum. Ext m³/s	Q cuenca m³/s	Acumulado m³/s	Tipo	Calado (m)	S (m²)	R <sub>n</sub> (m)	Q <sub>2</sub> (m³/s)	V (m/s)
Camino de acceso_I	vial acceso	0,43	0,004433	0,027		-	0,138		0,166	CD-1	0,460	0,212	0,163	0,166	0,782
Camino de acceso_I	vial acceso	1,10	0,006329	0,023		-	0,138		0,161	CD-1	0,381	0,146	0,135	0,161	1,108
Camino de acceso_I	vial acceso	3,04	0,004594	0,016		-	0,138		0,155	CD-1	0,311	0,096	0,110	0,154	1,607
Camino de acceso_I	vial acceso	6,78	0,003989	0,012		-	0,138		0,150	CD-2	0,207	0,043	0,073	0,150	3,511
Camino de acceso_I	vial acceso	-0,96	0,007879	0,008	Cl.1	0,138	0,138	1,451	0,146	CD-1	0,377	0,142	0,133	0,146	1,028
Camino de acceso_I	vial acceso	0,45	0,002726	0,070	Cl.1	0,045	0,183	1,451	0,253	CD-2	0,419	0,175	0,148	0,253	1,445
Camino de acceso_I	vial acceso	2,46	0,007409	0,060	Cl.1	1,054	-	1,451	0,060	CD-2	0,177	0,031	0,063	0,060	1,904
Camino de acceso_I	vial acceso	9,21	0,005760	0,052	Cl.1	0,075	0,214	1,451	0,266	CD-2	0,242	0,059	0,086	0,266	4,538
Camino de acceso_I	vial acceso	3,37	0,006554	0,047	Cl.1	0,100	0,139	1,451	0,186	CD-2	0,256	0,065	0,090	0,186	2,844
Camino de acceso_I	vial acceso	2,44	0,004484	0,040	Cl.1	0,039	0,039	1,451	0,079	CD-2	0,197	0,039	0,070	0,079	2,036
Camino de acceso_I	vial acceso	3,79	0,002699	0,035	Cl.2	1,534	-	1,547	0,035	CD-2	0,135	0,018	0,048	0,036	1,948
Camino de acceso_I	vial acceso	2,40	0,001329	0,033	Cl.2	0,013	0,076	1,547	0,108	CD-2	0,222	0,049	0,079	0,108	2,200
Camino de acceso_I	vial acceso	4,84	0,007039	0,031	Cl.3	0,063	0,063	2,475	0,094	CD-2	0,185	0,034	0,065	0,094	2,757
Camino de acceso_I	vial acceso	3,82	0,005039	0,024	Cl.3	1,782	-	2,475	0,024	CD-2	0,117	0,014	0,041	0,025	1,773
Camino de acceso_I	vial acceso	5,41	0,002179	0,019	Cl.3	0,160	0,783	2,475	0,802	CD-2	0,405	0,164	0,143	0,802	4,896
Camino de acceso_I	vial acceso	4,00	0,002700	0,017	Cl.3	0,069	0,623	2,475	0,640	CD-2	0,394	0,155	0,139	0,640	4,132
Camino de acceso_I	vial acceso	6,13	0,005897	0,014	Cl.3	0,370	0,554	2,475	0,569	CD-2	0,348	0,121	0,123	0,569	4,705
Camino de acceso_I	vial acceso	3,53	0,001317	0,009	Cl.3	0,032	0,184	2,475	0,193	CD-1	0,328	0,108	0,116	0,193	1,788
Camino de acceso_I	vial acceso	1,65	0,002419	0,007	Cl.4	0,007	0,152	2,147	0,159	CD-1	0,353	0,124	0,125	0,159	1,281
Camino de acceso_I	vial acceso	0,47	0,002150	0,005	Cl.4	0,012	0,145	2,147	0,150	CD-1	0,436	0,190	0,154	0,149	0,791
Camino de acceso_I	vial acceso	-1,49	0,002713	0,003	Cl.4	0,133	0,133	2,147	0,136	CD-1	0,338	0,114	0,120	0,136	1,185
Camino de acceso_I	vial acceso	5,61	0,003333	0,021	Cl.4	0,107	2,128	2,147	2,149	CD-3	0,342	0,342	0,203	2,149	6,292
Camino de acceso_I	vial acceso	2,37	0,003406	0,015	Cl.4	0,038	1,889	2,147	1,904	CD-3	0,428	0,428	0,230	1,904	4,452

EJES			ESCORRENTÍA SUPERFICIAL							CUNETAS					
Características			Caudal plataforma		Caudal exterior				Q TOTAL	Geometría y material					
Eje	Tipo de vial	Pend. (%)	Aportación m³/s	Aport. acum. m³/s	Cuenca	Aportación Ext. m³/s	Aport. acum. Ext m³/s	Q cuenca m³/s	Acumulado m³/s	Tipo	Calado (m)	S (m²)	R <sub>n</sub> (m)	Q <sub>2</sub> (m³/s)	V (m/s)
Camino de acceso_I	vial acceso	1,84	0,003276	0,012	Cl.4	0,062	1,851	2,147	1,862	CD-3	0,462	0,462	0,240	1,862	4,031
Camino de acceso_I	vial acceso	3,55	0,002833	0,008	Cl.4	0,224	1,789	2,147	1,797	CD-3	0,354	0,354	0,207	1,797	5,076
Camino de acceso_I	vial acceso	2,19	0,003811	0,005	Cl.4	1,507	1,565	2,147	1,570	CD-3	0,382	0,382	0,217	1,570	4,106
Camino de acceso_I	vial acceso	-0,21	0,001600	0,002	Cl.4	0,058	0,058	2,147	0,060	CD-1	0,357	0,127	0,126	0,059	0,467
Camino de acceso_I	vial acceso	-1,69	0,002754	0,004	Cl.5	0,007	0,065	3,845	0,069	CD-1	0,257	0,066	0,091	0,069	1,050
Camino de acceso_I	vial acceso	-4,37	0,004392	0,009	Cl.5	0,053	0,118	3,845	0,127	CD-1	0,269	0,072	0,095	0,126	1,750
Camino de acceso_I	vial acceso	-0,32	0,001897	0,011	Cl.5	3,366	0,118	3,845	0,128	CD-2	0,346	0,120	0,122	0,129	1,072
Camino de acceso_I	vial acceso	2,26	0,003498	0,086	Cl.5	0,099	0,537	3,845	0,623	CD-2	0,434	0,188	0,153	0,623	3,313
Camino de acceso_I	vial acceso	4,96	0,002967	0,072	Cl.5	0,146	0,320	3,845	0,392	CD-2	0,315	0,099	0,111	0,392	3,962
Camino de acceso_I	vial acceso	5,65	0,005306	0,069	Cl.5	0,079	0,174	3,845	0,243	CD-2	0,256	0,066	0,091	0,243	3,692
Camino de acceso_I	vial acceso	0,30	0,010013	0,064	Cl.5	0,095	0,095	3,845	0,159	CD-2	0,379	0,143	0,134	0,158	1,108
Camino de acceso_I	vial acceso	6,00	0,005601	0,054		-	-		0,054	CD-2	0,144	0,021	0,051	0,054	2,600
Camino de acceso_I	vial acceso	7,50	0,015203	0,048		-	-		0,048	CD-2	0,133	0,018	0,047	0,049	2,730
Camino de acceso_I	vial acceso	15,65	0,010607	0,033		-	-		0,033	CD-2	0,100	0,010	0,035	0,033	3,311
Camino de acceso_I	vial acceso	18,80	0,014983	0,023		-	-		0,023	CD-2	0,085	0,007	0,030	0,023	3,146
Camino de acceso_I	vial acceso	15,50	0,004684	0,008		-	-		0,008	CD-2	0,058	0,003	0,021	0,008	2,222
Camino de acceso_I	vial acceso	12,00	0,002836	0,003		-	-		0,003	CD-2	0,046	0,002	0,016	0,004	1,339
Camino de acceso_I	vial acceso	16,75	0,003924	0,000		-	-		0,000	CD-2	0,025	0,001	0,009	0,001	0,000
Camino de acceso_I	vial acceso	10,25	0,004293	0,025		-	-		0,025	TERRAPLÉN					
Camino de acceso_I	vial acceso	12,30	0,005452	0,021		-	0,123		0,144	CD-2	0,182	0,033	0,064	0,143	4,343
Camino de acceso_I	vial acceso	15,00	0,007084	0,015		-	0,123		0,138	CD-2	0,173	0,030	0,061	0,138	4,625
Camino de acceso_I	vial acceso	-4,90	0,008351	0,008	Cl.6	0,123	0,123	0,252	0,131	CD-1	0,267	0,071	0,094	0,131	1,842
Camino de acceso_I	vial acceso	-6,00	0,002647	0,011	Cl.6	0,013	0,136	0,252	0,147	CD-1	0,268	0,072	0,095	0,146	2,045
Camino de acceso_I	vial acceso	-3,50	0,007066	0,018	Cl.6	0,050	0,186	0,252	0,204	CD-1	0,336	0,113	0,119	0,204	1,808

EJES			ESCORRENTÍA SUPERFICIAL							CUNETAS					
Características			Caudal plataforma		Caudal exterior				Q TOTAL	Geometría y material					
Eje	Tipo de vial	Pend. (%)	Aportación m³/s	Aport. acum. m³/s	Cuenca	Aportación Ext. m³/s	Aport. acum. Ext m³/s	Q cuenca m³/s	Acumulado m³/s	Tipo	Calado (m)	S (m²)	R <sub>n</sub> (m)	Q <sub>2</sub> (m³/s)	V (m/s)
Camino de acceso_I	vial acceso	-1,00	0,004158	0,022	Cl.6	0,066	0,252	0,252	0,274	CD-1	0,474	0,225	0,168	0,274	1,219
EJE 1_D	vial acceso	2,00	0,000656	0,000	Cl.13	0,004	-	0,069	0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	1,00	0,007614	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	6,00	0,007911	0,016		-	-		0,016	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	10,00	0,008069	0,008		-	-		0,008	CD-2	0,066	0,004	0,023	0,009	1,851
EJE 1_D	vial acceso	0,50	0,006138	0,000		-	-		0,000	CD-2	0,048	0,002	0,017	0,001	0,000
EJE 1_D	vial acceso	7,00	0,004217	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	1,00	0,010794	0,069		-	-		0,069	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	18,00	0,008094	0,058		-	0,776		0,834	CD-2	0,373	0,139	0,132	0,835	5,983
EJE 1_D	vial acceso	4,60	0,010941	0,000		-	-		0,000	CD-1	0,035	0,001	0,012	0,001	0,000
EJE 1_D	vial acceso	6,00	0,007068	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	10,00	0,003180	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	14,00	0,006869	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	9,50	0,004747	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	4,85	0,004638	0,005		-	-		0,005	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	10,00	0,007599	0,000		-	0,010		0,010	CD-2	0,071	0,005	0,025	0,010	2,005
EJE 1_D	vial acceso	0,5	0,012105	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	0,50	0,006296	0,000	CD.12	0,037	-	0,052	0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	15,00	0,008437	0,000	CD.12	0,015	-	0,052	0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	15,00	0,009012	0,036	CD.3	0,183	-	0,356	0,036	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	15,00	0,004264	0,014	CD.3	0,173	-	0,356	0,014	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	0,50	0,009416	0,009	CD.4	0,327	0,420	0,327	0,430	CD-3	0,257	0,257	0,170	0,430	1,669
EJE 1_D	vial acceso	0,50	0,013557	0,000	CD.5	0,094	0,094	0,316	0,094	CD-1	0,361	0,130	0,128	0,094	0,717

EJES			ESCORRENTÍA SUPERFICIAL							CUNETAS					
Características			Caudal plataforma		Caudal exterior				Q TOTAL	Geometría y material					
Eje	Tipo de vial	Pend. (%)	Aportación m³/s	Aport. acum. m³/s	Cuenca	Aportación Ext. m³/s	Aport. acum. Ext m³/s	Q cuenca m³/s	Acumulado m³/s	Tipo	Calado (m)	S (m²)	R <sub>n</sub> (m)	Q <sub>2</sub> (m³/s)	V (m/s)
EJE 1_D	vial acceso	0,50	0,003792	0,000	CD.5	0,222	-	0,316	0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	18,00	0,012370	0,000	CD.6	0,049	-	0,095	0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_D	vial acceso	-0,50	0,003938	0,000		-	-		0,000	CD-1	0,048	0,002	0,017	0,000	0,000
EJE 1_D	vial acceso	-0,50	0,009695	0,010		-	-		0,010	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	2,00	0,000656	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	1,00	0,007614	0,004	CI.7	0,065	-	0,071	0,004	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	6,00	0,007911	0,016	CI.8	0,075	-	0,189	0,016	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	10,00	0,008069	0,008	CI.8	0,047	0,082	0,189	0,090	CD-2	0,159	0,025	0,056	0,090	3,567
EJE 1_I	vial acceso	0,50	0,006138	0,000	CI.9	0,035	0,035	0,035	0,035	CD-2	0,194	0,038	0,069	0,034	0,924
EJE 1_I	vial acceso	7,00	0,004217	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	1,00	0,010794	0,061		-	-		0,061	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	18,00	0,008094	0,046	CI.10	0,040	0,776	0,776	0,822	CD-2	0,371	0,138	0,131	0,822	5,959
EJE 1_I	vial acceso	4,60	0,010941	0,037	CI.10	0,139	0,736	0,776	0,774	CD-2	0,412	0,169	0,146	0,774	4,565
EJE 1_I	vial acceso	6,00	0,007068	0,027	CI.10	0,232	0,597	0,776	0,624	CD-2	0,361	0,131	0,128	0,624	4,777
EJE 1_I	vial acceso	10,00	0,003180	0,019	CI.10	0,063	0,365	0,776	0,384	CD-2	0,274	0,075	0,097	0,384	5,129
EJE 1_I	vial acceso	14,00	0,006869	0,016	CI.10	0,127	0,302	0,776	0,319	CD-2	0,239	0,057	0,085	0,318	5,556
EJE 1_I	vial acceso	9,50	0,004747	0,009	CI.10	0,061	0,175	0,776	0,185	CD-2	0,210	0,044	0,074	0,184	4,197
EJE 1_I	vial acceso	4,85	0,004638	0,005	CI.10	0,062	0,114	0,776	0,119	CD-2	0,202	0,041	0,071	0,119	2,918
EJE 1_I	vial acceso	10,00	0,007599	0,000	CI.10	0,053	0,053	0,776	0,053	CD-2	0,130	0,017	0,046	0,053	3,128
EJE 1_I	vial acceso	0,50	0,006985	0,000	CI.12	0,187	-	0,187	0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	0,5	0,005119	0,000	CI.18	0,022	-	0,022	0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	0,50	0,006296	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	15,00	0,008437	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					



EJES			ESCORRENTÍA SUPERFICIAL							CUNETAS					
Características			Caudal plataforma		Caudal exterior				Q TOTAL	Geometría y material					
Eje	Tipo de vial	Pend. (%)	Aportación m³/s	Aport. acum. m³/s	Cuenca	Aportación Ext. m³/s	Aport. acum. Ext m³/s	Q cuenca m³/s	Acumulado m³/s	Tipo	Calado (m)	S (m²)	R <sub>n</sub> (m)	Q <sub>2</sub> (m³/s)	V (m/s)
EJE 1_I	vial acceso	15,00	0,009012	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	15,00	0,004264	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	0,50	0,009416	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	0,50	0,013557	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	0,50	0,003792	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	18,00	0,012370	0,012		-	-		0,012	TERRAPLÉN					
EJE 1_I	vial acceso	-0,50	0,003938	0,000		-	-		0,000	CD-1	0,048	0,002	0,017	0,000	0,000
EJE 1_I	vial acceso	-0,50	0,009695	0,010		-	-		0,010	TERRAPLÉN					
EJE 1.8_D	vial acceso	4,82	0,004468	0,004		-	-		0,004	TERRAPLÉN					
EJE 1.8_D	vial acceso	10,00	0,006195	0,000	Cl.8	0,067	0,067	0,189	0,067	CD-1	0,181	0,033	0,064	0,067	2,030
EJE 1.8_D	vial acceso	0,20	0,010914	0,011		-	-		0,011	TERRAPLÉN					
EJE 1.8_I	vial acceso	4,82	0,004468	0,004	Cl.7	0,025	0,026	0,071	0,030	CD-1	0,154	0,024	0,054	0,030	1,283
EJE 1.8_I	vial acceso	10,00	0,006195	0,000	Cl.7	0,001	0,001	0,071	0,001	CD-1	0,045	0,002	0,016	0,002	0,591
EJE 1.8_I	vial acceso	0,20	0,010914	0,011		-	-		0,011	TERRAPLÉN					
EJE 1.6_D	vial acceso	5,22	0,004807	0,005	CD.2	0,062	-	0,126	0,005	TERRAPLÉN					
EJE 1.6_D	vial acceso	18,00	0,009013	0,000	CD.2	0,030	0,098	0,126	0,098	CD-1	0,188	0,035	0,066	0,098	2,797
EJE 1.6_D	vial acceso	0,20	0,009654	0,010	CD.2	0,034	-	0,126	0,010	TERRAPLÉN					
EJE 1.6_I	vial acceso	5,22	0,005008	0,005		-	-		0,005	CD-1	0,080	0,006	0,028	0,005	0,789
EJE 1.6_I	vial acceso	18,00	0,008811	0,000		-	-		0,000	CD-1	0,025	0,001	0,009	0,000	0,000
EJE 1.6_I	vial acceso	0,20	0,009654	0,010		-	-		0,010	TERRAPLÉN					

EJES			ESCORRENTÍA SUPERFICIAL							CUNETAS					
Características			Caudal plataforma		Caudal exterior				Q TOTAL	Geometría y material					
Eje	Tipo de vial	Pend. (%)	Aportación m³/s	Aport. acum. m³/s	Cuenca	Aportación Ext. m³/s	Aport. acum. Ext m³/s	Q cuenca m³/s	Acumulado m³/s	Tipo	Calado (m)	S (m²)	R <sub>n</sub> (m)	Q <sub>2</sub> (m³/s)	V (m/s)
EJE 1.5_D	vial acceso	5,98	0,006720	0,000	Cl.11	0,010	0,010	0,029	0,010	CD-1	0,100	0,010	0,035	0,011	0,997
EJE 1.5_D	vial acceso	-0,20	0,013430	0,013	Cl.11	0,019	-	0,029	0,013	TERRAPLÉN					
EJE 1.5_I	vial acceso	5,98	0,006720	0,000		-	-		0,000	CD-1	0,035	0,001	0,012	0,001	0,000
EJE 1.5_I	vial acceso	-0,20	0,013430	0,013		-	-		0,013	TERRAPLÉN					
EJE 1.4_D	vial acceso	1,23	0,002495	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1.4_D	vial acceso	-0,26	0,003127	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1.4_D	vial acceso	7,00	0,005453	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1.4_D	vial acceso	1,00	0,009510	0,010		-	-		0,010	TERRAPLÉN					
EJE 1.4_I	vial acceso	1,23	0,002495	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1.4_I	vial acceso	-0,26	0,003127	0,000	Cl.17	0,016	0,053	0,065	0,053	TERRAPLÉN					
EJE 1.4_I	vial acceso	7,00	0,005453	0,000	Cl.17	0,049	-	0,065	0,000	TERRAPLÉN					
EJE 1.4_I	vial acceso	1,00	0,009510	0,000		-	-		0,000	TERRAPLÉN					
ACCESO CAMPA_D	vial acceso	-2,00	0,001215	0,001		-	-		0,001	CD-1	0,059	0,004	0,021	0,002	0,344
ACCESO CAMPA_I	vial acceso	-2,00	0,001215	0,038		-	-		0,038	CD-1	0,197	0,039	0,069	0,037	0,972
EJE 2_D	vial acceso	2,00	0,001450	0,037		-	0,354		0,391	CD-2	0,373	0,139	0,132	0,391	2,816
EJE 2_D	vial acceso	5,50	0,005263	0,036		-	0,354		0,389	CD-2	0,308	0,095	0,109	0,389	4,111
EJE 2_D	vial acceso	8,00	0,004027	0,031		-	0,354		0,384	CD-2	0,285	0,081	0,101	0,384	4,718

EJES			ESCORRENTÍA SUPERFICIAL							CUNETAS					
Características			Caudal plataforma		Caudal exterior				Q TOTAL	Geometría y material					
Eje	Tipo de vial	Pend. (%)	Aportación m <sup>3</sup> /s	Aport. acum. m <sup>3</sup> /s	Cuenca	Aportación Ext. m <sup>3</sup> /s	Aport. acum. Ext m <sup>3</sup> /s	Q cuenca m <sup>3</sup> /s	Acumulado m <sup>3</sup> /s	Tipo	Calado (m)	S (m <sup>2</sup> )	R <sub>n</sub> (m)	Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)
EJE 2_D	vial acceso	4,00	0,014915	0,027	CD.8	0,146	0,354	0,146	0,380	CD-2	0,324	0,105	0,114	0,380	3,626
EJE 2_I	vial acceso	2,00	0,001450	0,011	Cl.13	0,009	0,064	0,069	0,075	CD-1	0,256	0,066	0,091	0,075	1,142
EJE 2_I	vial acceso	5,50	0,005263	0,009	Cl.13	0,044	0,056	0,069	0,065	CD-1	0,201	0,040	0,071	0,065	1,610
EJE 2_I	vial acceso	8,00	0,004027	0,004	Cl.13	0,012	0,012	0,069	0,016	CD-2	0,087	0,008	0,031	0,016	2,119
EJE 2_I	vial acceso	4,00	0,014915	0,000		-	-		0,000	CD-1	0,035	0,001	0,012	0,001	0,000
C_GUARDA_CALC3-02a		0,50			CD.7	0,058	0,058	0,058	0,058	CD-1	0,302	0,091	0,107	0,058	0,638
C_GUARDA_CALC3-02b		0,50			CD.6	0,095	0,095	0,095	0,095	CD-1	0,362	0,131	0,128	0,094	0,726
C_GUARDA_CALC3-06		0,50			CD.2	0,034	0,034	0,126	0,034	CD-1	0,246	0,061	0,087	0,034	0,562
C_GUARDA_CALC3-08a		0,50			CD.8	0,058	0,058	0,146	0,058	CD-1	0,302	0,091	0,107	0,058	0,639
C_GUARDA_CALC3-08b		0,50			Cl.6	0,050	0,050	0,252	0,050	CD-1	0,285	0,081	0,101	0,050	0,623
C_GUARDA_CALC3-04		0,50			CD.12	0,013	0,013	0,052	0,013	CD-1	0,171	0,029	0,060	0,013	0,454

Tabla 29 Dimensionamiento de cunetas

## **6.2 OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL**

En este apartado, se realiza la comprobación de las obras de drenaje transversal (ODT) así como de los colectores transversales de drenaje longitudinal de plataforma y márgenes (OTDL).

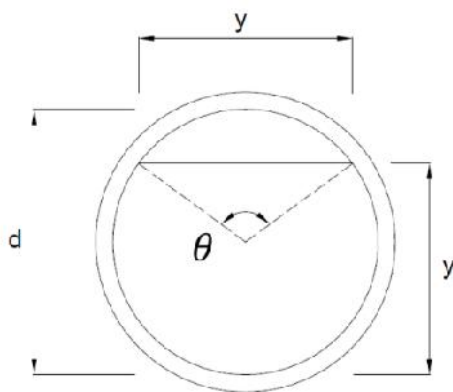
Dadas las características particulares de las obras proyectadas, la comprobación de los elementos se realiza empleando la formulación descrita en el apartado anterior, en régimen natural y a lámina libre, a partir de la fórmula de Manning.

El encaje en planta se ha realizado intentando alterar lo menos posible la hidrográfica natural que discurre en la zona. Del mismo modo, se ha intentado adaptar la pendiente del conducto a la rasante natural del terreno, con el objetivo de mantener la hidrodinámica natural del flujo existente, y, en definitiva, mitigar la afección al medio.

Se han considerado las siguientes condiciones en el diseño de las obras de drenaje:

- Las pendientes de los conductos se encuentran comprendidas entre el 0,5% y 10%.
- Diámetros mínimos: se establece un diámetro mínimo de colectores de 600 mm, pudiendo disminuirse a 400 en los salva cunetas.
- Material: se diseñarán colectores transversales de hormigón armado.
- Limitaciones de velocidad: la velocidad máxima se establece en 6 m/s.
- El coeficiente de Manning utilizado es  $n=0.013$ .

Los parámetros de los conductos se definen mediante las siguientes variables:



**Figura 11 Sección transversal conducto**

Siendo:

$\theta$ : ángulo formado por la lámina de al centro geométrico del conducto

$y$ : tirante normal

$d$ : diámetro de la conducción

$A$ : área hidráulica

$R$ : radio hidráulico

Para su dimensionamiento, se emplean los caudales asociados a un periodo de retorno de 25 años en cuencas secundarias y de 100 años para cuencas principales. Se adjunta a continuación la relación de obras de drenaje transversal a disponer y su comprobación.

	DATOS				RESULTADOS											
	Caudal (Q):	Diámetro (d):	Rugosidad (n):	Pendiente (S):	Tirante normal (y):	Área hidráulica (A):	Perímetro mojado (p):	Radio hidráulico (R):	$\theta$ y/d<0,5	Q manning	RESULTADO	Velocidad (v)	Energía específica (E):	Espejo de agua (T):	Número de Froude (F):	Tipo de flujo:
ODT-1	2,350	1,0000	0,0130	0,0100	0,8021	0,6752	2,2195	0,3042	4,4389	2,3495	-0,0001	3,4797	1,4192	0,7969	1,2069	Supercrítico
ODT-2	5,839	1,5000	0,0130	0,0100	1,0391	1,3063	2,9499	0,4428	3,9331	5,8379	-0,0006	4,4696	2,0573	1,3840	1,4689	Supercrítico
ODT-3	0,302	0,6000	0,0130	0,0270	0,2249	0,0968	0,7907	0,1224	2,6357	0,3017	-0,0001	3,1169	0,7201	0,5809	2,4378	Supercrítico
ODT-4	0,407	0,6000	0,0130	0,0185	0,2952	0,1385	0,9330	0,1485	3,1098	0,4063	-0,0005	2,9371	0,7349	0,5999	1,9516	Supercrítico
OTDL-1	1,716	0,8000	0,0130	0,0400	0,4693	0,3065	1,3959	0,2196	3,4897	1,7159	0,0000	5,5988	2,0670	0,7879	2,8662	Supercrítico
OTDL-2	2,927	1,0000	0,0130	0,0300	0,6193	0,5108	1,8117	0,2820	3,6234	2,9267	-0,0001	5,7292	2,2923	0,9711	2,5220	Supercrítico
OTDL-3	2,539	0,8000	0,0130	0,0400	0,6286	0,4237	1,7434	0,2430	4,3585	2,5388	-0,0001	5,9919	2,4586	0,6564	2,3811	Supercrítico
OTDL-4	0,382	0,6000	0,0130	0,0208	0,2753	0,1266	0,8930	0,1417	2,9768	0,3816	-0,0002	3,0165	0,7391	0,5980	2,0933	Supercrítico
OTDL-5	0,228	0,6000	0,0130	0,0050	0,3084	0,1464	0,9593	0,1526	3,1977	0,2275	-0,0004	1,5560	0,4318	0,5998	1,0055	Supercrítico
OTDL-6	0,042	0,6000	0,0130	0,0735	0,0664	0,0171	0,4068	0,0419	1,3561	0,0429	0,0009	2,4669	0,3765	0,3764	3,6998	Supercrítico
OTDL-7	0,027	0,6000	0,0130	0,0050	0,1000	0,0310	0,5046	0,0614	1,6821	0,0262	-0,0006	0,8659	0,1382	0,4472	1,0505	Supercrítico
OTDL-8	0,386	0,6000	0,0130	0,1000	0,1814	0,0721	0,6987	0,1032	2,3290	0,3861	-0,0001	5,3551	1,6430	0,5512	4,7262	Supercrítico
OTDL-9	0,486	0,6000	0,0130	0,1000	0,2046	0,0851	0,7483	0,1137	2,4943	0,4860	0,0000	5,7104	1,8666	0,5688	4,7136	Supercrítico
ODTL-10	0,083	0,6000	0,0130	0,0050	0,1784	0,0705	0,6921	0,1018	2,3070	0,0836	0,0008	1,1751	0,2488	0,5485	1,0468	Supercrítico
PC-1	0,004	0,4000	0,0130	0,0096	0,0413	0,0069	0,2617	0,0262	1,3086	0,0046	0,0006	0,5819	0,0586	0,2434	1,1071	Supercrítico
PC-2	0,003	0,4000	0,0130	0,0169	0,0297	0,0042	0,2208	0,0191	1,1038	0,0030	0,0003	0,6530	0,0514	0,2097	1,4701	Supercrítico
PC-3	0,075	0,4000	0,0130	0,0600	0,1034	0,0258	0,4268	0,0604	2,1339	0,0747	0,0001	2,8978	0,5314	0,3503	3,4114	Supercrítico
PC-4	0,001	0,4000	0,0130	0,0050	0,0327	0,0049	0,2322	0,0210	1,1608	0,0020	0,0008	0,2492	0,0359	0,2193	0,5339	subcrítico
PC-5	1,087	1,0000	0,0130	0,0050	0,5823	0,4746	1,7362	0,2734	3,4724	1,0875	0,0000	2,2911	0,8499	0,9864	1,0545	Supercrítico
PC-6	0,384	0,4000	0,0130	0,1000	0,2194	0,0706	0,6671	0,1058	3,3354	0,3839	-0,0005	5,4470	1,7316	0,3981	4,1309	Supercrítico
PC-7	0,013	0,4000	0,0130	0,0050	0,0822	0,0186	0,3765	0,0494	1,8825	0,0136	0,0002	0,7215	0,1088	0,3233	0,9601	subcrítico
PC-8	0,063	0,4000	0,0130	0,0050	0,1833	0,0562	0,5950	0,0944	2,9749	0,0634	0,0006	1,1165	0,2469	0,3986	0,9496	subcrítico
PC-9	0,014	0,4000	0,0130	0,0500	0,0481	0,0086	0,2834	0,0303	1,4170	0,0143	0,0006	1,5950	0,1778	0,2603	2,8054	Supercrítico
PC-10	0,332	0,4000	0,0130	0,0400	0,2695	0,0901	0,7703	0,1169	3,8514	0,3313	-0,0006	3,6858	0,9619	0,3751	2,4015	Supercrítico

Tabla 30 Comprobación de obras de drenaje transversal

## ANEXO 4. ESTUDIO GEOLÓGICO PRELIMINAR

Rev.	Fecha	Descripción	Emitido	Revisado	Aprobado
V0	13/03/2023	Primera Edición	HGL	HGL	BRJ
V1	16/06/2023	Comentarios Iberdrola	HGL	HGL	BRJ



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	3
2.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR	5
2.1	SONDEOS GEOTÉCNICOS	5
2.2	CALICATAS	7
2.3	ENSAYOS DPSH	9
2.4	ENSAYOS GEOFÍSICOS	9
2.4.1	PERFILES MASW	9
2.4.2	PERFILES DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA	10
3.	MAQUINARIA A EMPLEAR	11
3.1	SONDAS DE PERFORACIÓN	11
3.2	PENETRÓMETRO DINÁMICO	13
3.3	EQUIPO GEOFÍSICO PARA REALIZACIÓN DE PERFILES MASW	14
3.4	RESISTIVÍMETRO WENNER	15
4.	MEDIOS AUXILIARES	17
5.	MEDIOS HUMANOS	17
6.	ANÁLISIS DEL EMPLAZAMIENTO	18
6.1	RIESGOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS	24

## **1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES**

En el marco del estudio geotécnico para el proyecto del Parque Eólico Campo Alto, constituido por seis (6) aerogeneradores V136 de 4,5 MW de potencia unitaria y 82 m de altura, para un total de 27 MW de potencia instalada, se está en fase de reconocimiento previo y propuesta de campaña geotécnica para el cliente INICIATIVAS EÓLICAS DE CANTABRIA S.L.. En el presente anexo se realiza un análisis inicial de las principales características geológicas del emplazamiento y se establece una diferenciación entre las unidades geotécnicas, analizando también los posibles riesgos geológicos asociados a dicho emplazamiento.

Las actuaciones necesarias para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos que constituyen el parque, consisten en:

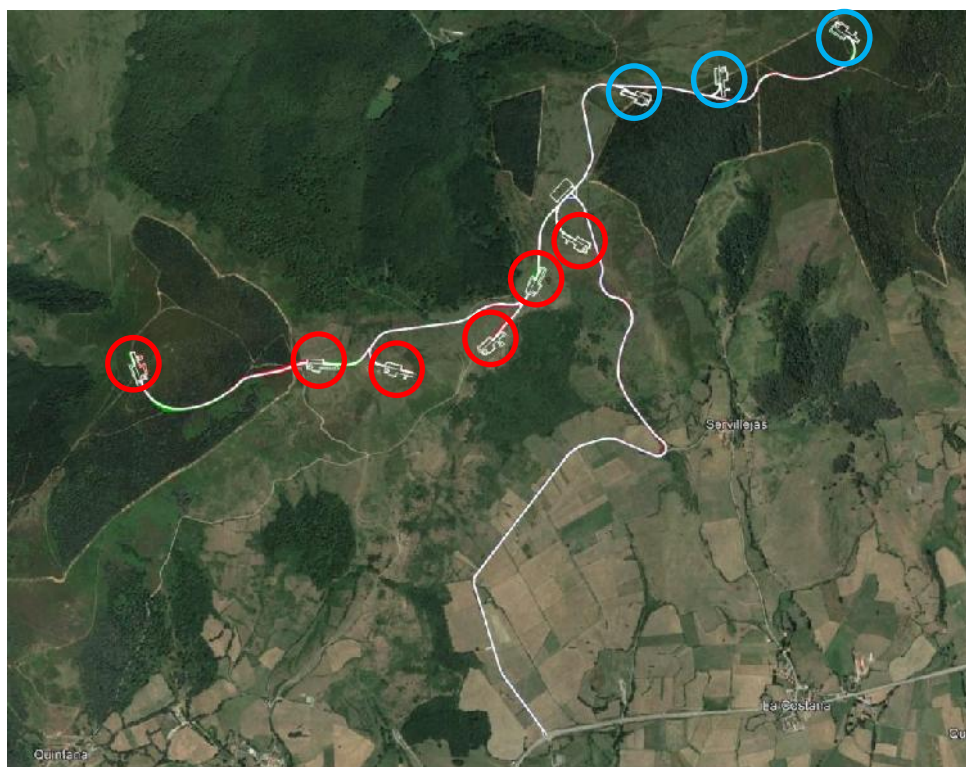
- Adecuación del acceso al parque para accesibilidad de los transportes especiales:
  - o Desde la carretera. comarcal CA-171, en el P.K. 9+700, a través de un camino existente, que daría acceso al parque en el entorno de la posición CALC2-08
- Caminos de acceso a los parques (acceso principal).
- Viales interiores (accesos entre aerogeneradores).
- Cimentaciones de aerogeneradores.
- Plataformas junto a la cimentación de los aerogeneradores, necesaria para el montaje de aerogeneradores mediante grúa.
- Canalizaciones para cables y red de tierras.

El acceso a la planta se encuentra entre las localidades de Monegro y Orzales, pertenecientes al término municipal de Campoo de Yuso, situado al sur de Cantabria, limítrofe al este con la provincia de Burgos.

El parque eólico Campo Alto está situado a 50 km al Sur de la ciudad de Santander. El emplazamiento presenta una alta complejidad orográfica y la altitud de las posiciones de aerogenerador propuestas varía entre 1,056 y 1,241 metros sobre el nivel del mar.



**Figura 1 Situación general del Parque Eólico Campo Alto (Google Earth)**



**Figura 2 Implantación de los Parques Eólicos Campo Alto (círculos rojos) y La Costana (círculos azules) (Google Earth)**

La campaña de campo para la elaboración del estudio geotécnico se encuentra en fase de propuesta y aprobación.

- Estudio de cimentación de los 6 aerogeneradores proyectados. En estos puntos se realizarán sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de testigo hasta una profundidad de al menos 20 m en cada uno, garantizando en todo caso que se perfere el sustrato rocoso moderadamente alterado a sano ( $GM < III$ ) en al menos 5-10 m. En estos sondeos se procederá a la ejecución de ensayos presiométricos en el caso de existencia de espesores de alteración anómalos y en los sondeos donde se detecten la presencia de margas, ensayos SPT y toma de muestras inalteradas en suelos, y muestras parafinadas en roca o suelos muy duros, para su posterior ensayo en laboratorio. Estos sondeos serán complementados mediante la ejecución de una campaña geofísica consistente en 6 perfiles de tomografía sísmica (1 por emplazamiento), 6 perfiles de sísmica pasiva tipo MASW (1 por emplazamiento) y 6 perfiles resistivos verticales (1 por emplazamiento). Todos estos trabajos se realizarán de acuerdo a las especificaciones recogidas en el documento: Especificación Técnica Estudio Geotécnico Parques Eólicos, redactado por IBERDROLA RENOVABLES. El objetivo es poder definir de manera precisa la cimentación de cada aerogenerador proyectado y las propiedades de cálculo estáticas y dinámicas necesarias para dicho diseño.
- Estudio de caminos de acceso, plataformas de montaje y conducciones de Media Tensión. En la traza de estos caminos, plataformas y conducciones se propondrá la ejecución de calicatas mecánicas, con toma de muestra suficiente para caracterizar la conductividad térmica y aprovechamiento de materiales. Estos trabajos tienen por objetivo definir el material de explanación, tipos de firmes a disponer para garantizar

el paso de los equipos de montaje de cada aerogenerador y traslado de equipos y personal durante el funcionamiento de la Planta, así como para el estudio del soterramiento de las distintas líneas de Media Tensión a disponer desde cada generador.

Ensayo	Cantidad	Prof. (m)	Comentarios
<b>Sondeos mecánicos</b>	6	Al menos 20 m, garantizando que se perforen 5-10 m del sustrato rocoso ligeramente alterado a sano ( $GM < III$ )	Un sondeo en el centro geométrico de cada posición de aerogenerador. En suelos se realizarán ensayos SPT y toma de muestras inalteradas cada 2/3 m. en roca se tomarán testigos parafrinados de 25-30 cm de longitud mínima cada 3 m
<b>Sondeos mecánicos</b>	4	12m	En la subestación: Edificio oficinas, almacén, transformador y pórtico de línea
<b>DPSH</b>	4	Rechazo	En la Subestación
<b>Calicatas mecánicas</b>	20	3-4	Excavadas a lo largo de la traza de caminos de acceso y línea MT
<b>Tomografía sísmica (TRS)</b>	6	30	Perfiles centrados en la posición de cada aerogenerador
<b>MASW</b>	6	30	Perfiles centrados en la posición de cada aerogenerador sobre el mismo arreglo que los TRS
<b>Perfiles de resistividad Wenner (SEV)</b>	10	20	A ejecutar en cada posición de cada aerogenerador y en la subestación
<b>Ensayos presiométricos</b>	--	N/A	Eventualmente se realizarán en niveles geotécnicos que no se puedan muestrear y/o donde los ensayos SPT no sean fiables (niveles de alteración con importante desarrollo y rocas blandas, margas)

**Tabla 1 Alcance de la campaña geotécnica para el PE Campo Alto.**

## **2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR**

Los trabajos a realizar consisten en la ejecución de 6 sondeos geotécnicos en posiciones coincidentes con emplazamientos de aerogeneradores y 4 sondeos en la subestación.

### **2.1 SONDEOS GEOTÉCNICOS**

Los sondeos son perforaciones en el suelo de un diámetro inferior a 15 cm y de una longitud de unos 30 m que persiguen el objetivo de establecer la secuencia de suelo y roca del emplazamiento para su posterior análisis y caracterización geotécnica por parte de un técnico especialista. En base a la descripción y caracterización del terreno, se establecen las condiciones de cimentación del aerogenerador y otros aspectos del diseño del mismo.





**Figura 3 Sondeos de perforación**



**Figura 4 Caja de Sondeos**

Una vez finalizado el sondeo, se sella y se rellena, de manera que no se afecta a las condiciones del emplazamiento. El material de relleno será inerte tipo arena o arcilla. En algunos sondeos se instala una tubería piezométrica para el seguimiento de los niveles de agua freática. En este caso se instala una tapa metálica recibida con mortero.





**Figura 5 Sondeo terminado con tapa**

El acceso de la maquinaria se realizará por los caminos existentes, en caso de que los caminos se encuentren en mal estado se podrán realizar pequeñas actuaciones de mejora para habilitar el paso de la maquinaria.

## **2.2 CALICATAS**

Las calicatas son aperturas en excavación mecánica del terreno mediante retroexcavadora hasta una profundidad habitual de entre 2 y 4m, salvo que antes aparezca roca o que las características del terreno o la presencia de agua lo impidan. Son pozos abiertos de inspección visual y toma de muestras, muy adecuados para prospecciones someras. La ocupación del área de ensayo y maquinaria es de unos 40m<sup>2</sup>. No se dejarán catas abiertas, todas las catas se rellenarán tras su inspección visual y toma de muestras del terreno.





**Figura 6** Maquinaria de ejecución de calicatas



**Figura 7** Excavación de calicatas



**Figura 8 Tapado de la excavación**

Todos los equipos a utilizar en la excavación de las calicatas deberán contar con los correspondientes permisos en vigor, certificados de industria y permisos de circulación y seguros para los vehículos y maquinaria.

### **2.3 ENSAYOS DPSH**

El ensayo DPSH tiene por objeto la medición de la resistencia del suelo a la hincada por golpeo de un martinete automático.

### **2.4 ENSAYOS GEOFÍSICOS**

Se pretende realizar una campaña de prospecciones geofísicas en las mismas posiciones de los aerogeneradores.

#### **2.4.1 PERFILES MASW**

Se realizan mediante el uso de tendidos de geófonos que se instalan en el terreno siguiendo una alineación determinada y se conectan por cables para recoger las señales. Se situarán con la alineación centrada en la posición del aerogenerador correspondiente. Una vez realizadas las mediciones se retiran sin que se produzca alteración ni del terreno ni de la cobertura vegetal.





Figura 9 Alineación perfil sísmico

#### 2.4.2 PERFILES DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

Se realizarán perfiles de resistividad eléctrica utilizando configuraciones tipo Wenner, siguiendo las normativas BS 1377 parte 9 o ASTM G57, mediante la alineación de electrodos sobre el terreno. Se ubicarán centrados en las mismas posiciones de los sondeos, y en dos direcciones perpendiculares.

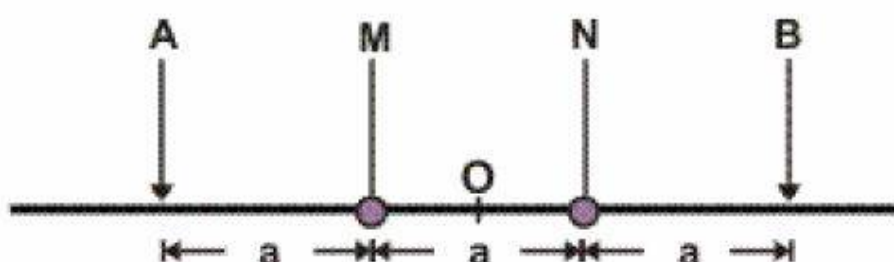


Figura 10 Distribución de electrodos

En la figura se observa esquemáticamente la disposición de los electrodos, en donde la corriente se inyecta a través de los electrodos exteriores y el potencial se mide a través de los electrodos interiores. La resistividad aparente está dada por la siguiente expresión:

$$\rho = g \frac{\Delta V}{I}$$

donde: V: diferencia de potencial

I: es corriente eléctrica que circula a través de un conductor.

g (también k): el factor geométrico y está definido por:

$$g = 2\pi \left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right)^{-1}$$

donde AM, BM, AN y BN indican la distancia entre electrodos expresada en metros.

La resistencia eléctrica puede calcularse de la siguiente forma:

$$R = \frac{V}{I}$$

### **3. MAQUINARIA A EMPLEAR**

#### **3.1 SONDAS DE PERFORACIÓN**

En función de las necesidades y los plazos de ejecución, los trabajos se realizarán con una o dos máquinas.

Las sondas previstas para la realización de los sondeos son de la marca TECOINSA (montada en camión) y BOART LONGYEAR (sobre orugas). Las características pueden verse en las siguientes fichas técnicas. No obstante, si fuera necesario, estas sondas podrían cambiarse por maquinaria similar:

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA / PARQUE DE MAQUINARIA

SONDA TP-50/400 MP (IVECO)



Sonda N°: 06  
Marca: TECOINSA  
Modelo: TP-50/400 MP  
Fabricante: TECOINSA  
Año de fabricación: 2007  
Montaje: IVECO AD 190T31W  
Tipo de "STP": Automático  
Penetro EST CPTU/CPTV: —

#### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Motor: JOHN DEERE 113 C.V.  
Mástil de elevación: 5000 mm  
Carrera útil: 3575 mm  
Bomba: Agua y lodos  
Cabeza de rotación: 750 rpm  
Par motor: 445 Nm a 1400 rpm  
Tracción máxima: 5950 Kg  
Mordazas: Dobles

Rendimiento suelos: 20 m/día/Bh  
Rendimiento roca media: 17 m/día/Bh  
Rendimiento grava: 14 m/día/Bh  
Rendimiento roca dura: 18 m/día/Bh  
Rendimiento sondeo prof.: 10 m/día/Bh  
R.P.M.: —  
Empuje máx.: 1880 Kg  
Diámetro varillas: 44 mm

Capacidad real de perforación según diámetro de testigo y sistema de perforación.

#### OBSERVACIONES RELEVANTES

Depósito de agua y lodos sobre camión 3.000 L

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tara (Kg): 14.000  
MTMA/MMA (Kg): 19.000 / 18.000  
N° de serie: 0044566



A.- Altura torre desplegada: 8,00 m  
B.- Ancho del vehículo: 2,55 m  
C.- Largo del vehículo: 7,68 m  
D.- Altura torre abatida: 3,60 m



Figura 11 Ficha técnica sonda geotécnica

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA / PARQUE DE MAQUINARIA

SONDA DB-520 (BOART LONGYEAR)



Sonda N°: 08  
Marca: BOART LONGYEAR  
Modelo: DB-520  
Fabricante: BOART LONGYEAR  
Año de fabricación: 2004  
Montaje: Oruga  
Tipo de "STP": Automático

#### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

N° de fabricación: 122.04  
Potencia: 46KW 2.300 rpm.  
Peso: 6.200 Kg.  
Motor: 86 CV.  
Mástil de elevación: 6,10 m  
Carrera útil: 5,80 m  
Mordazas: Dobles  
Diámetro varillas: 44 mm

Capacidad real de perforación según diámetro de testigo y sistema de perforación.

Conforme con las disposiciones de las siguientes EC directivas incluyendo todas las correcciones correspondientes referencias: 98/37/EC, 89/336/EEC.

Las referencias de normas y especificaciones técnicas para esta declaración de conformidad, las resumimos a continuación:  
Normas armonizadas: EN 292-1, EN 292-2, EN-791, EN-ISO 3457, EN-ISO 6682.

#### OTRAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

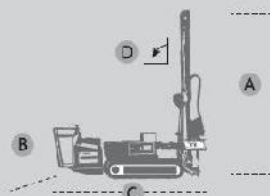
ISO 4872.

Fabricante: Boart Longyear S.A. Wilków, 59-500 Złotoryja, Polonia. Owning CERTIFICAT OF INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM QUALITY, OH&S, ENVIRONMENT No JBS - 57/1/2003. Fulfilling the requirements of ISO 9001: 2001, 14001, PN-N 18001.

Proveedor: Boart Longyear S.A.

Año de compra: 1 de marzo de 2004

Máquina para exploración y perforaciones geotécnicas



A.- Altura torre desplegada: 6,10 m  
B.- Ancho del vehículo: 3,00 m  
C.- Largo del vehículo aprox.: 5,00 m  
D.- Altura torre abatida aprox.: 2,50 m



ENERGÍA REAL DEL SPT

CODEXSA® ha calibrado los SPT de cada uno de sus equipos, para obtener así el factor de corrección de energía correspondiente.

Figura 12 Ficha técnica sonda geotécnica

### 3.2 PENETRÓMETRO DINÁMICO

Se realiza con una máquina de pequeñas dimensiones que cuenta con orugas para su movimiento. La ocupación total en cada ensayo es de unos 5m<sup>2</sup>.

Internal Use










Figura 13 Maquinaria ensayos de penetración DPSH

### 3.3 EQUIPO GEOFÍSICO PARA REALIZACIÓN DE PERFILES MASW

El equipo a utilizar es de la marca DMT model Summit II Compact o similar.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		geofísica consultores	
SISMÓGRAFO SUMMIT II COMPACT			
EQUIPO	MARCA	MODELO	FABRICANTE
SISMÓGRAFO	DMT	SUMMIT II COMPACT	DMT GmbH & Co.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Sistema de adquisición	24 canales
Intervalo de muestreo	1/48, 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8 ms
Longitud de registro	0.5 K muestra, ..., 120 K muestra
Ganancia Preamplificada	0 dB, 20dB, o 40dB
Convertidor A/D	24 bit delta sigma technology
Señal máxima de entrada	2.0 Volt RMS 5.6 Volt pico a pico
Impedancia de entrada	20 KOhm
Rango dinámico instantáneo	≥ 120 dB @ 2 ms intervalo de muestreo
Ruido equivalente de entrada	Menor de 0.3 µV RMS @ 2 ms intervalo de sampleo
Crosstalk	> 112 dB entre canales
Distorsión armónica total	≤ 0.0008%
Cociente de rechazo	≥ 100 dB
Peso	4,9 kg
Dimensiones	20.0 x 15.0 x 29.0 cm

ELEMENTOS Y ACCESORIOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>SUMMIT II USB LINE INTERFACE</li> <li>Líneas sísmicas con espaciado máximo de conectores de 5 metros</li> <li>Líneas sísmicas con espaciado máximo de conectores de 1 metro</li> <li>Geófonos de 4,5 Hz</li> <li>Geófonos de 10 Hz</li> </ul>	

OBSERVACIONES Y OTRAS CARACTERÍSTICAS
Este equipo se puede implementar con la conexión en serie de varios de ellos, pudiendo obtener registros simultáneos de más de 48 canales (Geofísica Consultores dispone del equipo necesario para la medición simultánea de 72 y hasta 96 canales), pudiéndose realizar con este equipo estudios de Sísmica de Refracción, Reflexión, REMI y MASW.

Figura 14 Ficha técnica equipo MASW

### 3.4 RESISTIVÍMETRO WENNER

El resistivímetro a utilizar es de la marca CHAUVIN ARNAUX modelo CA 6470N o similar.





Figura 15 Resistivímetro



Figura 16 Resistivímetro

#### 4. MEDIOS AUXILIARES

Para la realización de los sondeos, además de las sondas de perforación, se necesita maquinaria adicional de apoyo para la correcta ejecución de los sondeos y el control de los mismos.

En la siguiente tabla pueden verse los medios auxiliares previstos:

ID	Medio auxiliar	Descripción
1	Vehículo Geólogo supervisor campo	Vehículo tipo pick-up o similar que permitirá los desplazamientos del técnico supervisor en las diferentes zonas del emplazamiento. Tendrá características tales que le permitan transportar puntualmente material y herramientas de los equipos de perforación, así como una cuba con agua de capacidad aproximada de 1.000 litros, en caso de precisarse
2	Furgoneta apoyo 1	Transportará el material y herramientas necesarios para el desarrollo de los trabajos de perforación
3	Furgoneta apoyo 1	Transportará el material y herramientas necesarios para el desarrollo de los trabajos de perforación
4	Cuba de agua remolcada	Para el aporte de agua para las perforaciones, se precisará de un vehículo tipo tractor o similar que pueda desplazar a las inmediaciones de los trabajos una cuba de agua de la que posteriormente se irán surtiendo los equipos

**Tabla 2 Medios auxiliares**

#### 5. MEDIOS HUMANOS

El número de trabajadores dependerá del número de sondas a utilizar, siendo necesario dos personas por máquina (sondista y ayudante). Además, habrá un técnico cualificado supervisando la correcta ejecución de los trabajos, que también realizará las medidas de resistividad eléctrica.

Para las calicatas será necesaria una máquina retroexcavadora y un Geólogo supervisor y para los ensayos DPSH un operario supervisado por el mismo Geólogo.

Los ensayos MASW se realizarán por un técnico y un ayudante.

Para dos máquinas de sondeos, los trabajadores serían los siguientes:

ID	Perfil	Funciones
1	Geólogo supervisor campo	Se encargará de coordinar todas las tareas logísticas y técnicas durante el desarrollo de la campaña: comprobación de accesibilidad a los puntos, preparación de accesos que pudieran precisarse, asegurar suministro de agua para los sondeos, supervisión y testificación in situ de los sondeos, realización de presiómetros, mantenimiento del contacto con el Cliente y actualización de la información del avance de los trabajos. Realizará las medidas de resistividad eléctrica por el método Wenner
2	Sondista Equipo 1	Operará la sonda de perforación, siguiendo en todo momento las indicaciones dadas por el Geólogo supervisor de campo
3	Sondista Equipo 2	Operará la sonda de perforación, siguiendo en todo momento las indicaciones dadas por el Geólogo supervisor de campo
4	Ayudante Equipo 1	Realizará tareas de apoyo y ayuda al sondista del equipo al que se encuentre asignado
5	Ayudante Equipo 2	Realizará tareas de apoyo y ayuda al sondista del equipo al que se encuentre asignado
6	Técnico ensayos Geofísica	Se encargará de realizar los ensayos geofísicos MASW
7	Ayudante ensayos Geofísica	Realizará tareas de apoyo y ayuda en los ensayos geofísicos MASW

**Tabla 3 Medios humanos**



## 6. ANÁLISIS DEL EMPLAZAMIENTO

Geológicamente la zona de estudio se ubica en el sector septentrional de la Península Ibérica, constituido por la zona de pliegues y cabalgamientos de la Cordillera Pirenaica. Su parte occidental, denominada Cordillera Cantábrica, se divide en dos sectores: el Macizo Asturiano y la Cuenca Vasco-Cantábrica (Fig. 17). La Cuenca Vasco-Cantábrica (CVC) comprende el oeste de Navarra, el País Vasco, el norte de las provincias de Burgos y Palencia, y gran parte de Cantabria.

Su límite oriental se sitúa en la falla de Pamplona, mientras que el límite occidental corresponde al contacto con los materiales del Macizo Asturiano. Los límites septentrional y meridional corresponden a sendos frentes de cabalgamiento, en los que los materiales de la CVC se superponen respectivamente sobre el Macizo de Las Landas y sobre las cuencas cenozoicas no deformadas del Duero y su enlace con la cuenca del Ebro. Probablemente, el rasgo geológico más llamativo de la CVC sea la gran potencia de materiales mesozoicos, particularmente cretácicos, que acumula, atestiguando una tasa de subsidencia muy elevada durante este periodo.

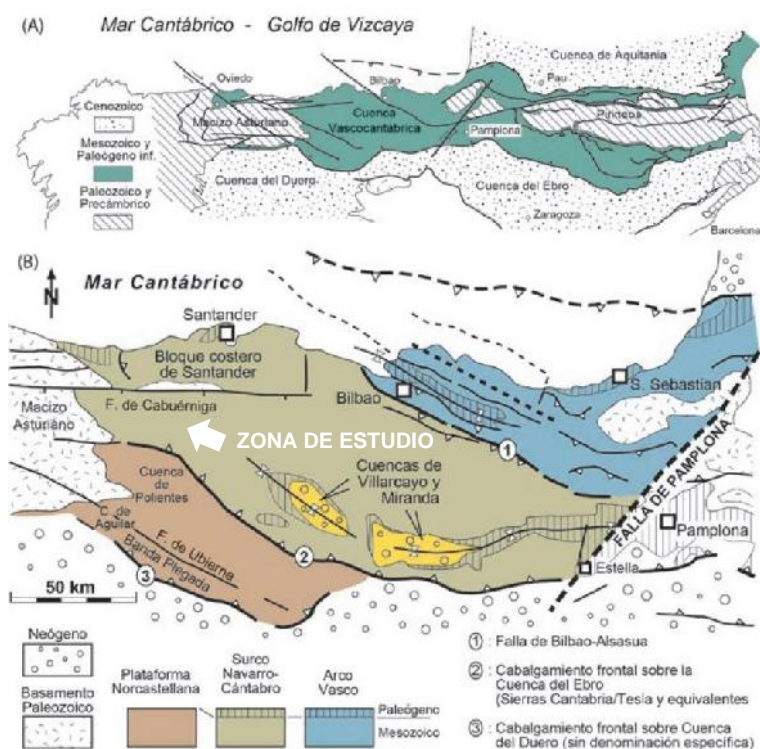
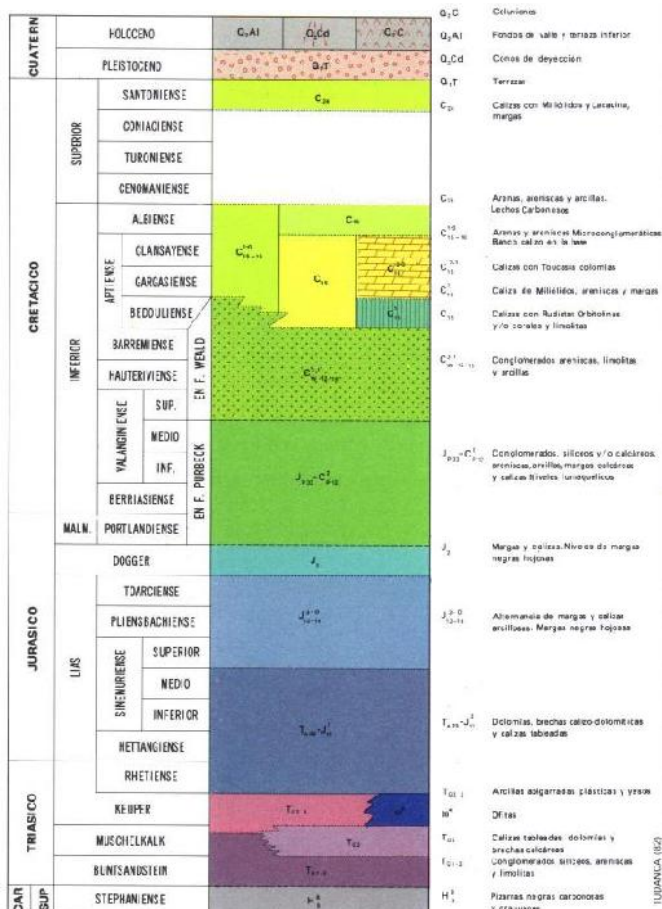


Figura 17 Ubicación geológica general de la Cuenca Vasco-Cantábrica. (B) División de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Figs. modificadas de Barnolas y Pujalte (2004)



- Jurásico Marino
  - (**J<sup>3-0</sup><sub>12-14</sub>**): Se trata de un tramo en el que alternan monótonamente calizas y margas. Son calizas arcillosas microcristalina, tableadas y estratificadas en capas de 20 a 50 cm, con delgadas juntas de margas de 2 a 5 cm de



espesor. Mantiene un espesor en torno a 200 – 300 m. Esta formación se verá afectada en el camino de acceso situado en la ctra. CA-171, no afectando a la cimentación de los aerogeneradores estudiados.



**Figura 19 Aspecto alternancia de calizas – margas, J3-012-14. Lías Superior.**

- **(J2):** Constituido principalmente de bancos gruesos de calizas microcristalinas que presentan intercalaciones delgadas de margas. Las calizas son biogravelmicritas, con unos “gravels” o intraclastos muy típicos de este nivel. En tramos puede aparecer como margas calcáreas que alternan con margas hojosas, ambas de tonos oscuros o negros, que en ocasiones pueden mostrar intercalaciones de calizas microcristalinas estratificadas en bancos masivos con finas juntas margosas. El conjunto presenta espesores comprendidos entre los 300 a 400 m. Esta formación se verá afectada en ambos caminos de acceso, afectando a la cimentación de los aerogeneradores situados en las posiciones CALC2-05 y CALC2-06.



**Figura 20 Vista general y de detalle Calizas biomocríticas, J2. Dogger.**

- Jurásicos superior y cretácico inferior no marino
  - o **(Jp33 – C2p12), Facies Purbeck:** Se trata de una serie detrítico-terrágena con intercalaciones calcáreas a diferentes niveles, que se caracteriza de manera general en toda la cuenca por sus frecuentes variaciones de facies y espesor de las mismas.

Existe una gran variabilidad litológica constituida, de base a techo, por conglomerados silíceos con delgadas intercalaciones de areniscas y arcillas; seguido por la presencia de arcillas hojosas negruzcas con intercalaciones de areniscas y a continuación un tramo carbonatado, calizas lacustres, calizas arenosas a areniscas calcáreas margas y arcillas, ambas gris verdosas negruzcas. La potencia media de los sedimentos Purbeck en la zona es de unos 500 m.

Estas facies se afectan a la cimentación de las posiciones CALC2-02 a CALC2-04, CALC2-07 y CALC2-08, así como a los viales interiores.



**Figura 21 Aspecto de Facies Purbeck, Jp33 – C2p12. Jurásico superior-Cretácico inferior.**

- Cretácico inferior marino
  - o **(C1-015-16):** Está constituido por una alternancia de areniscas de grano medio a grueso y arcillas grises y blanco-amarillentas con delgados niveles carbonosos que reposan directamente sobre un delgado nivel de calizas, lateralmente pasa a un “hard-ground” ferruginoso. Esta unidad se verá afectadas únicamente en el camino de acceso situado en la CA-171.
  - o **(Q2C),** Derrubios de ladera, constituidos fundamentalmente por bloques angulosos de areniscas incluidos en una matriz arcillo-arenosa. Aparecen en gran extensión y tapizando las laderas. Se aprecian espesores reducidos. Afectan al camino de acceso.



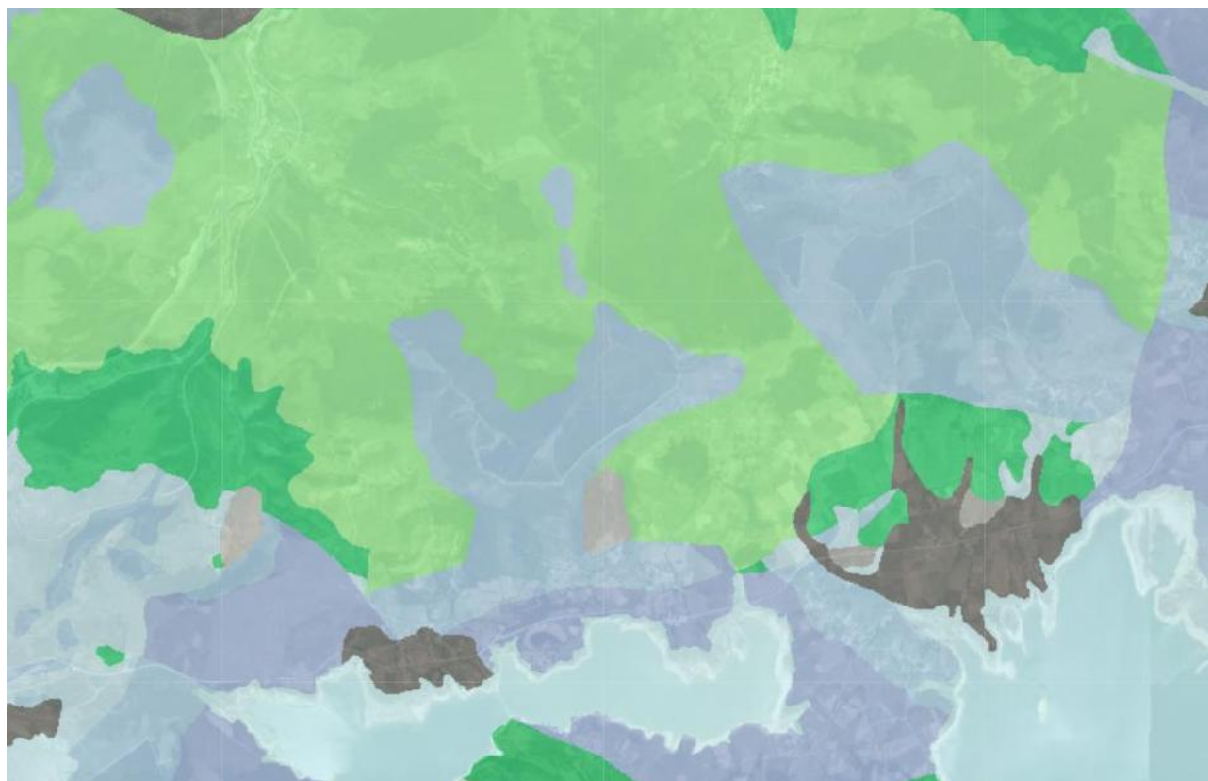


**Figura 22 Aspecto de derrubios de ladera. Holoceno.**

Por último, cabe señalar que el espesor de suelo vegetal se estima en toda la zona con un espesor entre los 0,30 y 0,50 m.

- Hidrogeología

Se trata en general de materiales de baja permeabilidad que pueden albergar a acuíferos superficiales por alteración o fisuración, en general poco extensos y de baja productividad



**Figura 23 Extracto y leyenda Mapa de Permeabilidades e: 1:200.000 tomado Visor InfoIGME.**

Durante la inspección realizada no se ha detectado la presencia de surgencias de agua ni rezumes en los afloramientos visitados.

Naturaleza	X (UTM ED50)	Y (UTM ED50)	Z (m)	Toponimia
Manantial	415598	4763259	885	Fuente Elvira
Manantial	413673	4766121	800	Fuente Somballe

**Tabla 4 Puntos de Agua tomados Visor InfolGME.**

Por último, cabe señalar que se han detectado la presencia de agua superficial, dos pequeñas lagunas, en la zona de Campo Alto en torno a la cota 1.140 m; próximo a la posición CALC2-05.



**Figura 24 Laguna superficial en Campo Alto. Topografía tomada de Iberpix.**

Dada la morfología y extensión, es probable que se trate de zonas excavadas antrópicamente para que el ganado abreve. Se ha efectuado un estudio histórico mediante ortofoto de la zona, donde se observa que la zona se encuentra cerrada, al menos desde los años 80, y con ambas lagunas claramente delimitadas. En el vuelo americano serie B 1956-1957, no se aprecia delimitación de la zona, ni la presencia de agua.



**Figura 25 Comparación ortofoto 2020 - 1956.**



## 6.1 RIESGOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS

En esta sección se hace una valoración inicial de los posibles riesgos geológicos que pueden afectar a la infraestructura del parque eólico en el emplazamiento.

- Los taludes de desmonte que se excavarán para los caminos de acceso, y para las plataformas de los aerogeneradores, se prevé que afecten fundamentalmente al sustrato rocoso del Jurásico Superior y del Cretácico inferior. Por ello, se considera un diseño preliminar de estos desmontes mediante taludes al 1H/2V, con un descabezado al 1H/1V de los 3-5 m más superficiales, donde la presencia de suelos de alteración y roca muy alterada recomienda la adopción de taludes más tendidos.

La estabilidad de estos taludes en roca vendrá definida por la orientación de las discontinuidades existentes en cada macizo rocoso afectado, pudiendo generarse inestabilidades por la generación de cuñas, deslizamientos planares o vuelcos. No obstante, teniendo en cuenta la estratificación ( $S_0$ ) como la discontinuidad principal, se observa que ésta presenta orientaciones preferentes de dirección de buzamiento de N210 a N70, con buzamientos subhorizontales a 25°. Con ello, se puede a priori descartar fenómenos de tipo vuelco, si bien sí podrán generarse deslizamientos de tipo planar en los taludes NO-SE, así como la formación de cuñas para cualquier orientación de talud dependiendo de la distribución de las distintas familias de juntas existentes en cada macizo rocoso afectado. Este aspecto deberá ser analizado en fases posteriores mediante la realización de estaciones geomecánicas en las zonas de desmontes importantes (>5-10 m de altura) pudiendo concluirse en la necesidad de refuerzos mediante bulonados puntuales o sistemáticos.

- Respecto a la cimentación de los aerogeneradores, y a la visita de los emplazamientos de todos ellos, se puede concluir que éstos podrán ser cimentados de modo directo sobre sustrato rocoso con una capacidad portante más que suficiente para garantizar dichas cimentaciones sin la generación de asentamientos significativos (prácticamente nulos). A continuación, se muestran distintas imágenes de cada uno de los emplazamientos previstos.



**Figura 26** Emplazamiento del aerogenerador CALC2-02 afloramiento de material cercano, marga gris-violácea, Facies Purbeck.





**Figura 27** Emplazamiento del aerogenerador CALC2-04, afloramiento de material cercano, arenisca, Facies Purbeck.



**Figura 28** Emplazamiento del aerogenerador CALC2-05, afloramiento de material cercano, caliza, jurásico marino carbonatado.

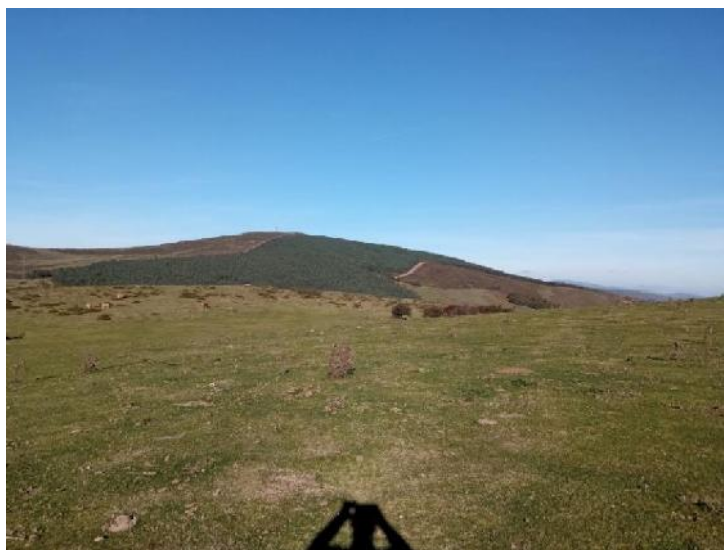


**Figura 29** Emplazamiento del aerogenerador CALC2-06, afloramiento de material cercano, caliza tableada jurásico marino carbonatado.



**Figura 30** Emplazamiento del aerogenerador CALC2-07.



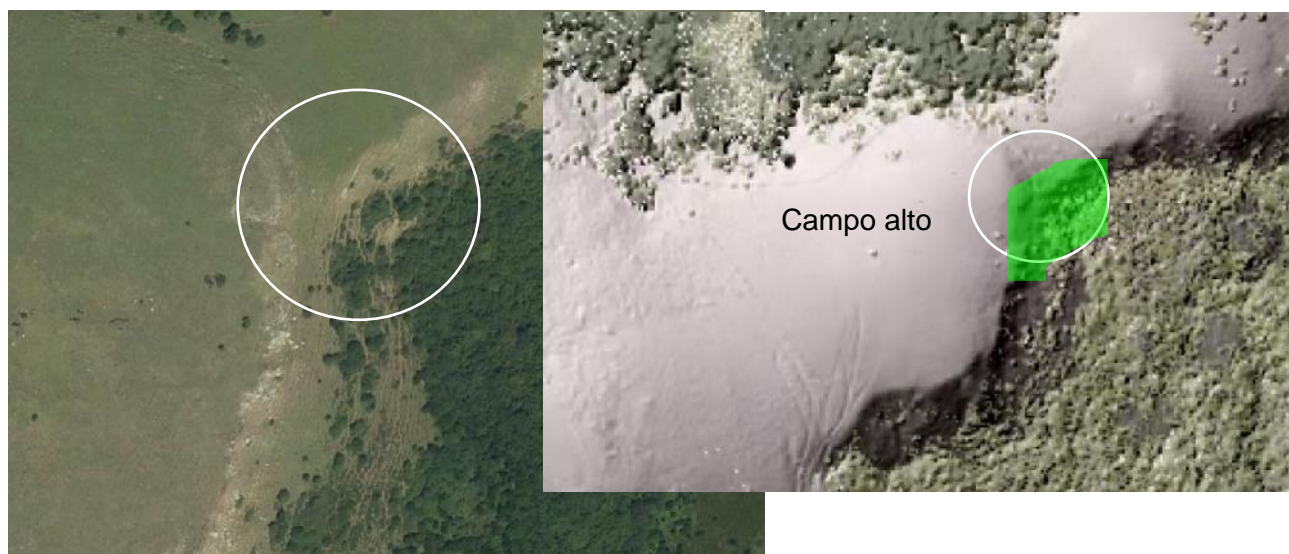


**Figura 31 Emplazamiento aerogenerador CALC2-08.**

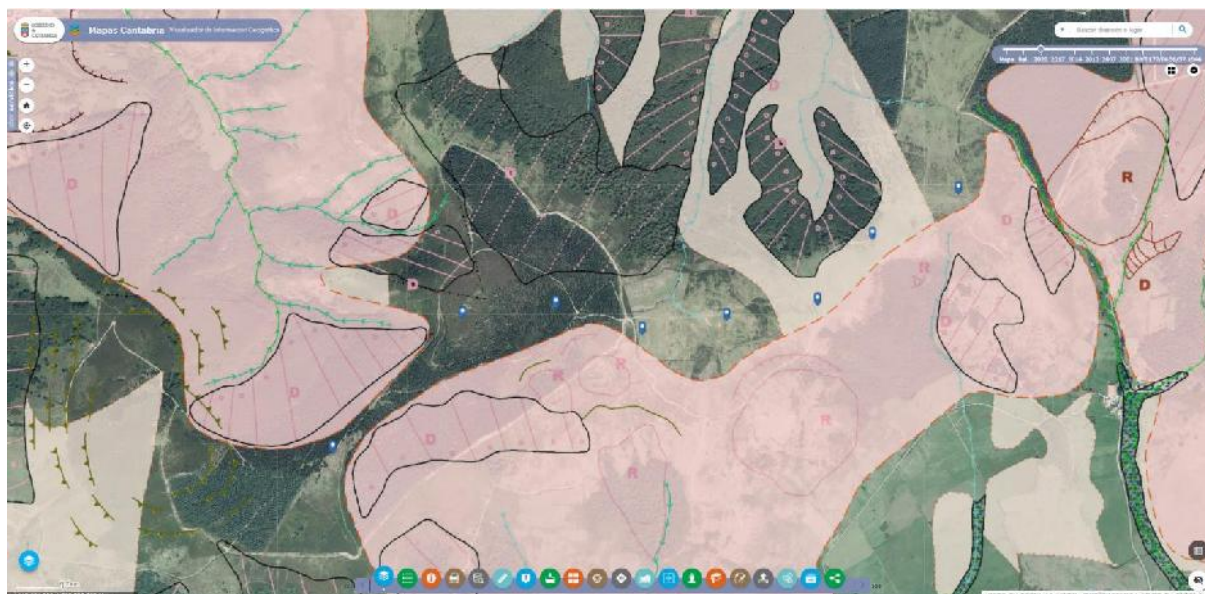
Se han identificado escalonamientos en las laderas próximas a la zona de Campo Alto, que afecta a priori a su capa más superficial, relacionada con zonas de alteración a suelo. Estos procesos, conocidos como creep, son debidos a cambios climáticos en forma de expansiones y contracciones térmicas y/o por humectación y secado. Se trata de un proceso continuo, por lo general lento, que involucra a grandes áreas de la ladera.



**Figura 32 Vista entre emplazamientos aerogeneradores CALC2-06 y CALC2-07 donde se observa escalonamiento en ladera.**

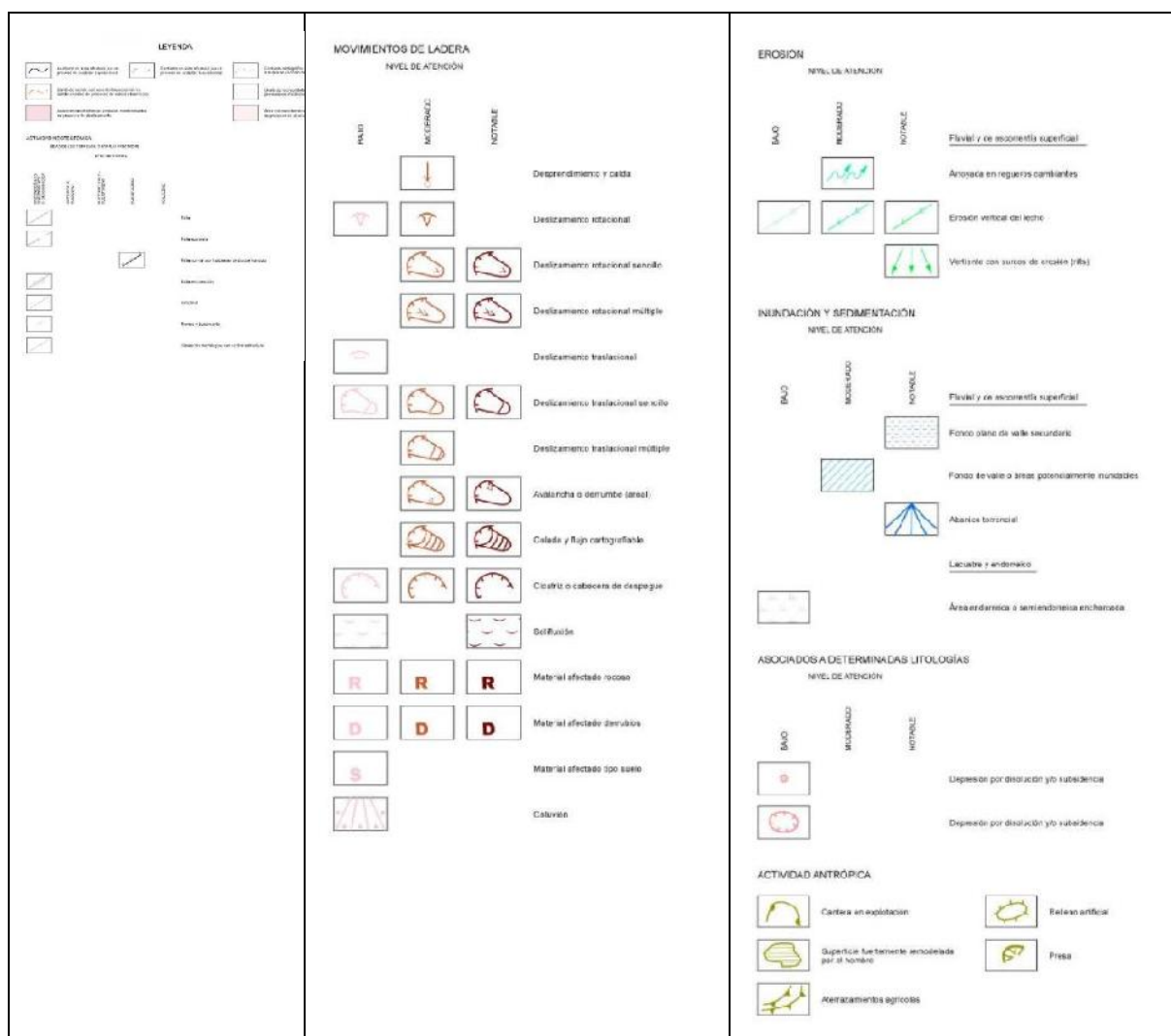


**Figura 33** Localización donde se han identificado procesos de creep. Se relaciona con zonas de importante pendiente, marcadas en imagen LiDAR en verde, donde existe cierto espesor de suelo de alteración.



**Figura 34** Extracto de la cartografía geomorfológica de Cantabria.





**Figura 35 Leyenda de la cartografía geomorfológica**

En la posición de los aerogeneradores no se han identificado procesos activos, no obstante, sí que hay cartografiados varios deslizamientos y depósitos de ladera en las inmediaciones del Parque Eólico.

Se realizarán reconocimientos geotécnicos y geofísicos adicionales para valorar los riesgos por deslizamientos en las zonas afectadas por los movimientos de tierra, principalmente en la zona de implantación de los aerogeneradores, y en los caminos interiores y vía de acceso del Parque Eólico.

Por otra parte, el diseño del Parque Eólico contemplará todas las medidas necesarias para evitar la alteración potencial del terreno tales como revegetación de taludes con hidrosiembra natural, restauración paisajística de las excavaciones temporales, establecimiento de redes de drenaje, etc



## ANEXO 5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Rev.	Fecha	Descripción	Emitido	Revisado	Aprobado
V0	13/03/2023	Primera Edición	AADM	VCG	BRJ
V1	16/03/2023	Segunda Edición	RACA	AADM	BRJ
V2	15/05/2023	Adenda Biodiversidad	IVM	JIVM	BRJ
V3	16/05/2023	Adenda Biodiversidad	IVM	JIVM	BRJ

## **ÍNDICE GENERAL**

1.	INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN	3
2.	RED DE TIERRAS	12
3.	ESTUDIOS DE CAMPOS MAGNÉTICOS	29
4.	ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO	35
5.	APÉNDICE 1. RESULTADOS DE ESTUDIO DE RED DE TIERRAS Y CORTOCIRCUITO	49

## 1. INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN

### ÍNDICE

1.	INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN	3
1.1	OBJETO	4
1.2	NORMATIVA DE APLICACIÓN	4
1.3	CRITERIOS PARA CABLEADO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN	5
1.3.1	Datos de partida	5
1.3.2	Criterios de selección del conductor	5
1.4	RESULTADOS OBTENIDOS	9

### TABLAS

TABLA 1.	INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES	6
TABLA 2.	COEFICIENTE DE AGRUPAMIENTO DE CABLES	7
TABLA 3.	COEFICIENTE POR TEMPERATURA DEL TERRENO	7
TABLA 4.	COEFICIENTE POR PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO	7
TABLA 5.	COEFICIENTE POR RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO	8
TABLA 6.	RESUMEN DE RESULTADOS POR TRAMO	9
TABLA 7.	RE SUMEN DE RESULTADOS POR CIRCUITO	10
TABLA 8.	RESULTADOS DE CÁLCULOS SEGÚN ITC-LAT 06	11

## 1.1 OBJETO

El objeto del anexo de instalaciones eléctricas es justificar las secciones del cableado de conexión entre aerogeneradores y la conexión con la subestación para el Parque Eólico “PE CAMPO ALTO 27 MW”.

## 1.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

La versión de las normas a aplicar será la vigente y en caso de haber sido sustituida por otra, la vigente que la sustituya en el momento de la compra.

Además de la normativa local de obligado cumplimiento vigentes en el momento de la compra los equipos a instalar deberán cumplir con las siguientes normas y estándares generales:

- 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.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Guías Técnicas de aplicación del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Reglamento sobre Perturbaciones Radioeléctricas e Interferencias.
- IEC 61936 Instalaciones eléctricas de tensión nominal superior a 1 kV ac.
- IEC 60298. Aparataje bajo envolvente metálica para c.a. de tensiones asignadas superiores a 1 kV y hasta 52 kV.
- UNE-EN-62271 Aparataje de alta tensión.
- UNE-EN 60044 Transformadores de medida.
- IEC 61958 High-voltage prefabricated switchgear and controlgear assemblies – Voltage presence indicating systems
- UNE 21308. Ensayos en alta tensión.
- UNE 60694. Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de alta tensión
- UNE-EN 60060. Técnicas de ensayo de alta tensión.
- UNE 20509 Características de las líneas y aparataje de alta tensión, relativas a las perturbaciones radioeléctricas.
- UNE 20324. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)

### **1.3 CRITERIOS PARA CABLEADO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN**

#### **1.3.1 Datos de partida**

Para el diseño del cableado de las líneas eléctricas de media tensión se tomarán las especificaciones indicadas a continuación:

- Tipo de instalación:	Directamente enterrado
- Configuración del cableado	Trébol
- Profundidad del cableado	1 m hasta centro circuito
- Distancia entre circuitos	En contacto
- Tipo de cable a instalar:	HEPRZ1
- Conductor	Aluminio.
- Sección mínima pantalla	16 mm <sup>2</sup> Cobre
- Tensión nominal de la instalación	30 kV.
- Tensión más elevada	36 kV
- Tensión máxima a frecuencia industrial:	70 kV
- Tensión máxima a impulso (1,2/50 µs):	170 kV
- Frecuencia nominal:	50 Hz
- Factor de potencia	0,90

#### **1.3.2 Criterios de selección del conductor**

El conductor deberá de seleccionarse de forma que la sección elegida cumpla con los siguientes cuatro condicionantes:

- Intensidad máxima admisible por el cable
- Caída de tensión máxima admisible en los circuitos
- Pérdida de potencia máxima admisible para la planta
- Intensidad de cortocircuito admisible por el conductor

La sección adoptada será la mayor de las secciones calculadas conforme a estos condicionantes.

El factor de carga máximo para cada circuito será del 95%, no permitiéndose ningún circuito con un factor de carga superior salvo aprobación expresa de la propiedad.

##### **1.3.2.1 CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA**

La intensidad de corriente que circula por el circuito deberá ser menor que la corriente máxima admisible por el cable de acuerdo con las condiciones de instalación y la normativa aplicable en cada tramo de la instalación. Las fórmulas aplicadas serán las siguientes:



$$\text{Fórmula 1: } I_b = \frac{P}{(\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi)}$$

$$\text{Fórmula 2: } I_b < I_{ad} = I_{mad} \cdot k$$

Donde,

- $I_b$ : Intensidad que circula por el circuito (A)
- $I_{ad}$ : Intensidad admisible del circuito en condiciones de instalación (A)
- $I_{mad}$ : Intensidad máxima admisible en condiciones ideales (A)
- $k$ : Coeficientes de minoración según tipo de instalación (adimensional)

La fórmula 1 se utiliza para el cálculo de la intensidad base que circula por el circuito.

La fórmula 2 se utiliza para comprobar que la intensidad base es menor que la intensidad máxima admisible del circuito.

Para el cálculo de las intensidades máximas admisibles en los circuitos se ha seguido las directrices del RD 223/2008, Reglamento sobre condiciones y garantías técnicas de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus ITC-LAT 01 a 09.

La intensidad máxima admisible en condiciones ideales es la formada por una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 18/30 kV, una terna de cables unipolares directamente enterrado en toda su longitud a 1 metro de profundidad (medido hasta la parte superior del cable), en un terreno de resistividad térmica de 1,5 Km/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25 °C y con una temperatura del aire ambiente de 40 °C. En estas condiciones las intensidades máximas admisibles de los cables son las siguientes:

RD 223/2008. TABLA 6. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES CABLES UNIPOLARES DIRECTAMENTE ENTERRADOS	
SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	AI HEPR (A)
95	215
150	275
240	365
300	410
400	470
500*	539
630*	615

*Tabla 1. Intensidades máximas admisibles*

(\*) Los valores de las intensidades para las secciones de 500 y 630 mm<sup>2</sup> no están normalizados por dicho reglamento, por lo que han sido obtenidas de datos de fabricantes

Se muestran a continuación las tablas de coeficientes de minoración de las intensidades máximas admisibles empleadas en los cálculos realizados, según el agrupamiento, la temperatura del terreno, la resistividad del terreno y la profundidad.

La distancia considerada para el cálculo es siempre “en contacto”. El número de circuitos agrupados dependerá de cada caso particular de tramo de zanja.

RD 223/2008. TABLA 10. FACTOR DE CORRECCIÓN POR DISTANCIA ENTE TERNOS O CABLES TRIPOLARES CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS							
NUMERO DE CIRCUITOS	DISTANCIA ENTRE CENTROS DE AGRUPAMIENTO						
	En contacto	200	400	600	800	250	300
1	1	1	1	1	1	1	1
2	0.76	0.82	0.86	0.88	0.9	0.83	0.84
3	0.65	0.73	0.78	0.82	0.85	0.74	0.76
4	0.58	0.68	0.75	0.79	0.83	0.70	0.72
5	0.53	0.64	0.72	0.77	0.81	0.66	0.68
6	0.5	0.61	0.7	0.76	0.8	0.63	0.655
7	0.47	0.59	0.68	0.74	0.79	0.61	0.64
8	0.45	0.57	0.67	0.74		0.60	0.62
9	0.43	0.56	0.66	0.73		0.59	0.61
10	0.42	0.55	0.65			0.58	0.6

Tabla 2. Coeficiente de agrupamiento de cables

La temperatura del terreno se ha considerado estable en 25°C para el diseño de los circuitos de media tensión

RD 223/2008. TABLA 7. FACTOR DE CORRECCIÓN TEMPERATURA DEL TERRENO									
TEMPERATURA CONDUCTOR	Temperatura ambiente del terreno								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1.09	1.06	1.03	1	0.97	0.94	0.9	0.87	0.83
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67
65	1.17	1.12	1.06	1	0.97	0.87	0.79	0.71	0.61

Tabla 3. Coeficiente por temperatura del terreno

La profundidad de enterramiento de los cables será de 1 m desde el centro del circuito al nivel de terminación de terreno.

RD 223/2008. TABLA 11. FACTOR DE CORRECCIÓN PARA PROFUNDIDADES DE LA INSTALACIÓN DISTINTAS DE 1M						
Profundidad en m	CABLES ENTERRADOS DE SECCION			CABLES BAJO TUBO DE SECCION		
	S<=185 mm2		S>185 mm2	S<=185 mm2		S>185 mm2
0.5	1.06		1.09	1.06		1.08
0.6	1.04		1.07	1.04		1.06
0.8	1.02		1.03	1.02		1.03
1	1.00		1.00	1.00		1.00
1.25	0.98		0.98	0.98		0.98
1.5	0.97		0.96	0.97		0.96
1.75	0.96		0.94	0.96		0.95
2	0.95		0.93	0.95		0.94
2.5	0.93		0.91	0.93		0.92
3	0.92		0.89	0.92		0.91

Tabla 4. Coeficiente por profundidad de enterramiento

Al tratarse de un terreno principalmente agrícola, se asume una resistividad del terreno de 1,5 K·m/W:

Sección nominal del conductor mm <sup>2</sup>	Valor de la resistividad térmica del terreno K.m/W							
	0.7	0.8	0.9	1	1.5	2	2.5	3
16								
25		1.12	1.10	1.08	1.00	0.93	0.88	0.83
35		1.13	1.11	1.09	1.00	0.93	0.88	0.83
50		1.13	1.11	1.09	1.00	0.93	0.87	0.83
70		1.13	1.11	1.09	1.00	0.93	0.87	0.82
95		1.14	1.12	1.09	1.00	0.93	0.87	0.82
120		1.14	1.12	1.10	1.00	0.93	0.87	0.82
150		1.14	1.12	1.10	1.00	0.93	0.87	0.82
185		1.14	1.12	1.10	1.00	0.93	0.87	0.82
240		1.15	1.12	1.10	1.00	0.92	0.86	0.81
300		1.15	1.13	1.10	1.00	0.92	0.86	0.81
400		1.16	1.13	1.10	1.00	0.92	0.86	0.81
500		1.16	1.13	1.10	1.00	0.92	0.86	0.81
630		1.16	1.13	1.10	1.00	0.92	0.86	0.81

Tabla 5. Coeficiente por resistividad térmica del terreno

### 1.3.2.2 CRITERIO DE CAÍDA DE TÉNSIÓN MÁXIMA

La caída de tensión máxima en cada circuito no será superior al 3% de la tensión nominal.

El cálculo se realizará con los valores de resistencia óhmica y de reactancia en corriente alterna a 50 Hz facilitadas por el fabricante.

La fórmula empleada para el cálculo de la caída de tensión es la siguiente:

$$\text{Fórmula 3: } \Delta V = \sqrt{3} \cdot I_b \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

- $\Delta V$ : Caída de tensión en circuito (V)
- L: Longitud del circuito (km)
- $I_b$ : Intensidad que circula por el circuito (A)
- R: Resistencia del circuito ( $\Omega/\text{km}$ )
- X: Inductancia del circuito ( $\Omega/\text{km}$ )

### 1.3.2.3 CRITERIO DE PÉRDIDA DE POTENCIA

Se considerarán las pérdidas por efecto Joule en los circuitos del parque en las condiciones de máxima carga.

La pérdida máxima de potencia de la planta deberá ser inferior al 1% de la potencia total.

La fórmula empleada para el cálculo de la pérdida de potencia es la siguiente:

$$\text{Fórmula 4: } \Delta P = 3 \cdot I_b^2 \cdot R \cdot L$$

- L: Longitud del circuito (km)
- $\Delta P$ : Pérdida de potencia (W)

- Ib: Intensidad que circula por el circuito (A)
- R: Resistencia del circuito ( $\Omega/\text{km}$ )

### **1.3.2.4 CRITERIO DE INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO**

El cable elegido deberá soportar el máximo valor esperado durante el tiempo de duración de la falta hasta la actuación de las protecciones. Se considerará un segundo (1 s) como el tiempo de duración de la falta esperada hasta la actuación de las protecciones.

La temperatura máxima admisible para los cables durante un cortocircuito será de 250°C.

El cable de potencia tiene que soportar un cortocircuito máximo de 11,580 kA durante 1 segundo y la pantalla de 0,270 kA durante 1 segundo.

La fórmula empleada para el cálculo del cortocircuito es la siguiente:

$$\text{Fórmula 5: } I_{scr} = \frac{S \cdot k}{\sqrt{t_{sc}}}$$

- $I_{scr}$ : Intensidad de cortocircuito soportada por el conductor (kA)
- k: Coeficiente del conductor del material
- $t_{sc}$ : Tiempo de duración del cortocircuito (s)

Todos los cables seleccionados admiten una corriente de cortocircuito superior a los valores máximos indicados anteriormente, como se puede comprobar en el apartado RESULTADOS OBTENIDOS.

## **1.4 RESULTADOS OBTENIDOS**

Se muestran en la siguiente tabla un resumen con los resultados obtenidos para cada tramo de circuito:

TRAMO	CONDUCTOR	LONGITUD (m)	POTENCIA (kW)	FACTOR DE CARGA (%)	CAIDA DE TENSIÓN (%)	PÉRDIDA DE POTENCIA (kW)
CALC3-02 → CALC3-04	HEPRZ1 Al 18/30kV 1x150mm <sup>2</sup>	1078	4500	46,04	0,180	8,298
CALC3-04 → CALC3-05	HEPRZ1 Al 18/30kV 1x150mm <sup>2</sup>	544	9000	92,08	0,182	16,743
CALC3-05 → SET	HEPRZ1 Al 18/30kV 1x400mm <sup>2</sup>	2182	13500	94,49	0,505	57,264
CALC3-06 → CALC3-07	HEPRZ1 Al 18/30kV 1x150mm <sup>2</sup>	530	4500	46,04	0,089	4,081
CALC3-07 → CALC3-08	HEPRZ1 Al 18/30kV 1x150mm <sup>2</sup>	970	9000	92,08	0,324	29,864
CALC3-08 → SET	HEPRZ1 Al 18/30kV 1x400mm <sup>2</sup>	939	13500	94,49	0,218	24,658

*Tabla 6. Resumen de resultados por tramo*

RESUMEN DE RESULTADOS	
N.º Circuitos	2 circuitos
Pérdida de potencia TOTAL (%)	0,52
Caída de tensión C1 (%)	0,87
Caída de tensión C2 (%)	0,63

*Tabla 7. Resumen de resultados por circuito*

En la siguiente tabla se adjuntan los resultados obtenidos para el cálculo de los cables empleados en cada uno de los tramos del proyecto:



# PROYECTO ADMINISTRATIVO CONSTRUCTIVO PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

REV.: V2 HOJA 11 DE 49

TRAMO	POTENCIA	LONGITUD	L x 5 %	COCAS	LONGITUD TOTAL	INTENSIDAD TOTAL CIRCUITO	INTENSIDAD TERNA	AGRUPAMIENTO			Nº CABLES POR FASE	LONGITUD TOTAL x Nº CABLES	INTENSIDAD MAX ADMISIBLE				CABLE SELECCIONADO	CARGA CABLE	TEMPERATURA CARGA	RESISTENCIA A Tª cable	RESISTENCIA A T max adm cable	INDUCTANCIA	CAIDA TENSION Tª máx adm	CAIDA TENSION	CAIDA TENSION TOTAL	PERDIDA DE POTENCIA	PERDIDA POTENCIA TOTAL
	(kW)	(m)	(m)	(m)	(m)	(A)	(A)	Nº Ternas	Distancia (mm)	Factor (adm)	-	(m)	sin corregir (A)	Corregida (A)	Cumple	Isc.r (kA)	(mm²)	(%)	(°)	(ohm/km)	(ohm/km)	(ohm/km)	(V)	(%)	(%)	(kW)	(kW)
Circuito 1: CALC3-02 → CALC3-04	4500	989	1038,5	40	1078	96,23	96,23	2	En contacto	0,76	1,00	1078,45	275,00	209,00	SI	14,10	HEPRZ1 AI 18/30kV 1x150mm²	46,04	41,96	0,2242	0,2770	0,1180	54,055	0,180	0,1802	8,298	8,2981
Circuito 1: CALC3-04 → CALC3-05	9000	480	504,0	40	544	192,45	192,45	2	En contacto	0,76	1,00	544,00	275,00	209,00	SI	14,10	HEPRZ1 AI 18/30kV 1x150mm²	92,08	92,83	0,2665	0,2770	0,1180	54,533	0,182	0,3620	16,743	25,0412
Circuito 1: CALC3-05 → SET	13500	2030	2131,5	50	2182	288,68	288,68	3	En contacto	0,65	1,00	2181,50	470,00	305,50	SI	37,60	HEPRZ1 AI 18/30kV 1x400mm²	94,49	96,43	0,1020	0,1050	0,1020	151,571	0,505	0,8672	57,264	82,3056
Circuito 2: CALC3-06 → CALC3-07	4500	467	490,4	40	530	96,23	96,23	2	En contacto	0,76	1,00	530,35	275,00	209,00	SI	14,10	HEPRZ1 AI 18/30kV 1x150mm²	46,04	41,96	0,2242	0,2770	0,1180	26,582	0,089	0,0886	4,081	4,0807
Circuito 2: CALC3-07 → CALC3-08	9000	886	930,3	40	970	192,45	192,45	2	En contacto	0,76	1,00	970,30	275,00	209,00	SI	14,10	HEPRZ1 AI 18/30kV 1x150mm²	92,08	92,83	0,2665	0,2770	0,1180	97,268	0,324	0,4128	29,864	33,9444
Circuito 2: CALC3-08 → SET	13500	847	889,4	50	939	288,68	288,68	3	En contacto	0,65	1,00	939,35	470,00	305,50	SI	37,60	HEPRZ1 AI 18/30kV 1x400mm²	94,49	96,43	0,1020	0,1050	0,1020	65,266	0,218	0,6304	24,658	58,6024

Tabla 8. Resultados de Cálculos según ITC-LAT 06

## 2. RED DE TIERRAS

### ÍNDICE

2.	RED DE TIERRAS	12
2.1	OBJETO	14
2.2	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA	14
2.3	NORMATIVA DE APLICACIÓN	14
2.4	DATOS DE PARTIDA	15
2.5	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	17
2.6	CÁLCULOS Y RESULTADOS	19
2.7	CONCLUSIONES	28

### FIGURAS

FIGURA 1.	ESQUEMA DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA	17
FIGURA 2.	MODELADO DEL TERRENO CON ETAP	18
FIGURA 3.	MALLA DE TIERRA DEL AEROGENERADOR. RESISTENCIA DE PAT. ETAP23	
FIGURA 4.	MALLA DE TIERRA COMPLETA. ETAP	24
FIGURA 5.	MODELADO RESISTIVIDAD DEL TERRENO EN ETAP	25
FIGURA 6.	CASO DE ESTUDIO ETAP	25
FIGURA 7.	RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE ETAP	26
FIGURA 8.	TENSIONES DE PASO EN LA RED DE TIERRA. ETAP	26
FIGURA 9.	TENSIONES DE CONTACTO EN LA RED DE TIERRA. ETAP	27

## TABLAS

TABLA 9. DATOS DE PARTIDA. RED EXTERNA	15
TABLA 10. RESISTIVIDADES DEL TERRENO. ESTUDIO GEOTÉCNICO.	15
TABLA 11. DATOS DE PARTIDA DEL ESTUDIO DE TIERRA. DE LA MALLA Y DEL TERRENO	15
TABLA 12. CARACTERISTICAS FISICAS DEL COBRE	16
TABLA 13. DATOS GEOMETRICOS DE LA MALLA	16
TABLA 14. INTENSIDADES MAXIMAS DE CORTOCIRCUITO A TIERRA	17
TABLA 15. VALORES ADMISIBLES DE LA TENSIÓN DE CONTACTO APLICADA UCA EN FUNCIÓN DE LA DURACIÓN DE LA CORRIENTE DE FALTA IF	21
TABLA 16. TENSIONES DE PASO Y CONTACTO ADMISIBLES	23
TABLA 17. RESISTENCIAS DE PUESTA A TIERRA CALCULADAS CON ETAP	24
TABLA 18. GPR DE LA MALLA DE TIERRA	27
TABLA 19. RESUMEN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PUESTA A TIERRA	28

## 2.1 OBJETO

El objeto de este documento es analizar y calcular la red principal de puesta a tierra de todo el sistema eléctrico del Parque Eólico “Campo Alto” 27 MW.

Los principales objetivos de este documento son los siguientes:

- Determinar el diseño de la red de puesta a tierra que se instalará en la planta, así como la sección mínima de la malla de tierra enterrada y de los conductores de puesta a tierra.
- Verificar que los niveles de tensión de paso y de contacto no excedan los niveles máximos permitidos por la normativa.
- Controlar que el ‘Ground Potential Rise’ (GPR) se encuentra en niveles admisibles.
- Limitar la resistencia de puesta a tierra del parque eólico a 10 ohmios.

## 2.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Los siguientes documentos del proyecto han sido utilizados como referencia:

Estudio de Cortocircuito del presente documento.

Layout de puesta a tierra.

Cartografía del IGME – Mapa Geológico de España.

## 2.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN

- ANSI/IEEE 80 Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- ITC-RAT-13 Instrucción técnica complementaria. Instalaciones de puesta a tierra.
- ET Iberdrola Renovables “Especificación Técnica para Estudios Eléctricos I”.

## 2.4 DATOS DE PARTIDA

### 2.4.1 Datos del sistema eléctrico

A partir de los datos proporcionados por el cliente, se asumen los siguientes valores como Datos de Partida del Sistema Eléctrico.

Relación de tensiones nominales en la subestación	220/30 kV
Frecuencia	50 Hz
Tiempo de despeje falta ( $t_c$ ) en 220 kV	500 ms
Tiempo de despeje falta ( $t_c$ ) en 30 kV	1 s
Ratio X/R	1

*Tabla 9. Datos de partida. Red externa*

### 2.4.2 DATOS DEL TERRENO Y DE LOS CONDUCTORES A TIERRA

Las resistividades medidas en el entorno de cada aerogenerador, según el Mapa Geológico de España del IGME es de:

Profundidad (m)	Resistividad ( $\Omega \cdot m$ )	Litología
1	200	Calizas y margas

*Tabla 10. Resistividades del terreno. Estudio Geotécnico.*

Esta resistividad será introducida en el módulo de cálculo de ETAP para el cálculo de las tensiones de paso y de contacto y sus límites con respecto a la IEEE80.

En base a estos datos, se modela el terreno para el presente Estudio de Puesta a Tierra, con los siguientes valores:

Profundidad de la malla del aerogenerador	0,5 m
Sección del cable de puesta a tierra	70 mm <sup>2</sup>
Profundidad capa nº2	5 m
Resistividad media capa nº2	200 Ohm·m

*Tabla 11. Datos de partida del estudio de tierra. De la malla y del terreno*



### 2.4.3 DATOS DEL CABLE DE TIERRA

Se toman los siguientes datos correspondientes a un conductor de Cobre tipo:

Material	Cu
Coef. térmico resistividad (20°C)	$\alpha_r = 0,00393 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
Coeficiente (1/ $\alpha_0$ a 0°C)	$K_0 = 234 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
Resistividad 20°C	$\rho_r = 1,72 \text{ } \mu\Omega/\text{cm}$
Factor Capacidad Térmica	$T_{CAP} = 3,42 \text{ J/cm}^3/\text{ }^{\circ}\text{C}$
Temperatura máxima admisible	$T_m = 300^{\circ}\text{C}$

Tabla 12. Características físicas del cobre

### 2.4.4 DISEÑO DE LA RED DE TIERRA

La red de tierras se compone de varias mallas de geometría troncocónica, una por cada aerogenerador del parque, unidas mediante un conductor unifilar de cobre de 70 mm<sup>2</sup> (según requerimientos de Iberdrola Renovables). La malla de tierras de cada aerogenerador está conectada a la escalera de acceso de este.

La tipología de la malla escogida para el Estudio de Puesta a Tierra se basa en una solución típica en aerogeneradores. A continuación, se incluye un croquis y los datos básicos de la misma:

Diámetro anillo equipotencial interior	6 m
Diámetro anillo equipotencial exterior	10 m
Diámetro electrodo perimetral	18,4 m
Número de conductores radiales	4

Tabla 13. Datos geométricos de la malla

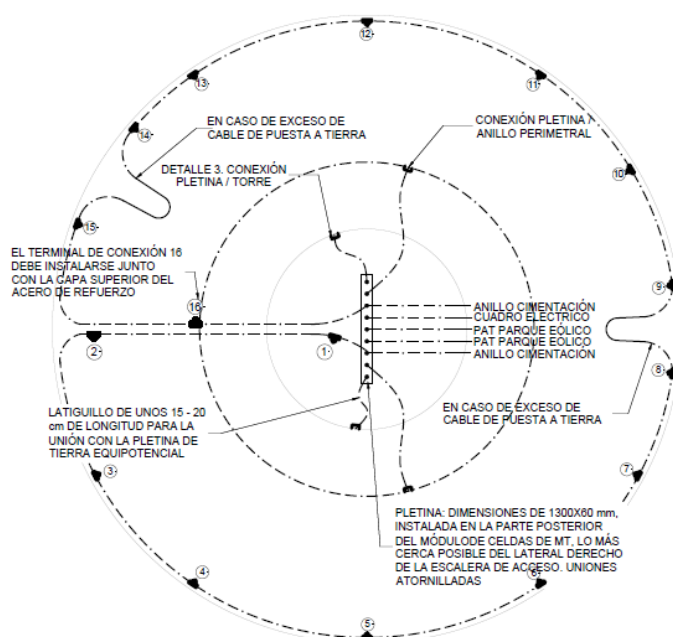


Figura 1. Esquema de la malla de puesta a tierra

#### 2.4.5 DATOS DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

En este caso concreto se ha modelado el conjunto Subestación – Parque Eólico mediante el software de simulación DigSILENT PowerFactory.

El estudio de puesta a tierra de la malla completa de puesta a tierra se va a realizar con la intensidad de cortocircuito más desfavorable de puesta a tierra en el nivel de 30 kV (monofásica a tierra 0,5 kA):

Tensión Nominal (kV)	Falta Monofásica a Tierra (kA)
30	0,5

Tabla 14. Intensidades máximas de cortocircuito a tierra

#### 2.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para los cálculos básicos de la instalación se utilizan las ecuaciones y métodos indicados en la ITC RAT 13 y la norma internacional IEEE80-2013, el cálculo de las tensiones de paso y contacto admisibles en la instalación se calculan también con la ITC RAT 13 y IEEE80-2013. Los resultados obtenidos se comparan con los obtenidos en el modelado del terreno con el software ETAP.

El método empleado por el Software ETAP 21.0.2 de la empresa ETAP LTD, consiste en diferentes módulos de cálculo basados en leyes físicas universalmente reconocidas. La base de cálculo principal es la resolución de las Ecuaciones de Maxwell empleando el método de elementos finitos.

El módulo empleado para la simulación es el GROUND GRID SYSTEM. Dicho módulo permite las siguientes funcionalidades:

- Modelado de resistividad del suelo hasta tres capas (incluyendo el material de superficie).
- Modelado de la resistividad global a partir de parámetros típicos de suelos arcillosos similares.

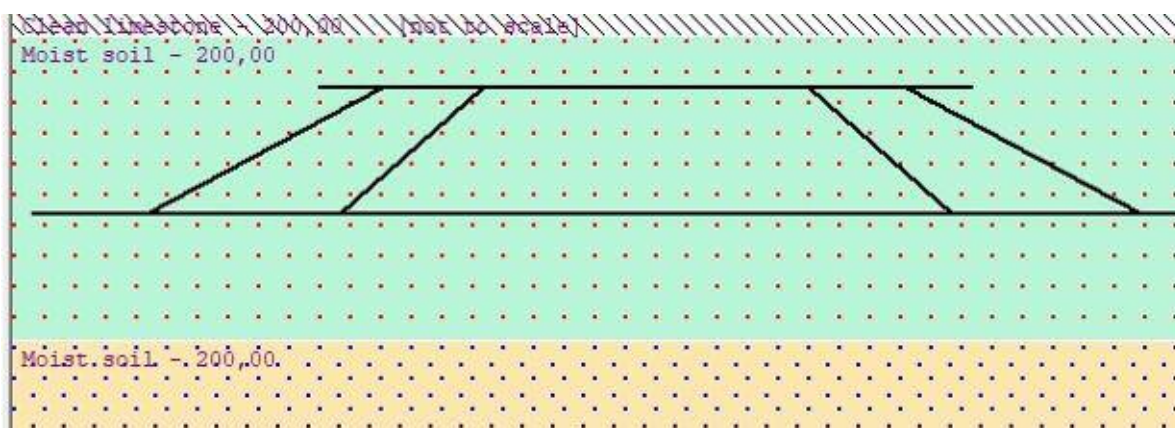


Figura 2. Modelado del terreno con ETAP

- Cálculo de las tensiones de Paso y Contacto en todos los puntos de la Malla de Tierra por el **método de los elementos finitos**.
- Cálculo del GPR (Ground Potential Rise) en todos los puntos de la Malla de Tierra.

Los datos obtenidos se contrastarán con la Instrucción Técnica Complementaria ITC - RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre) y la normativa internacional IEEE80-2013.

El proceso desarrollado se ajusta al siguiente esquema:

1. Estudio previo de Cortocircuito teniendo en cuenta el aporte de todos los elementos que integren la instalación (Parque objeto de estudio, Subestación Eléctrica y otros parques conectados a la misma), mediante el software de simulación DigSILENT Power Factory.
2. Cálculo de la sección mínima de conductor de Puesta a Tierra, según la ITC-RAT13 y el estándar IEEE 80.
3. Diseño de la malla de tierra.
4. Determinación de la resistencia de la malla de tierra completa del parque eólico y la resistencia individual de la puesta a tierra del Aerogenerador más desfavorable.
5. Determinación de las tensiones de paso y contacto en la malla de tierra completa del parque eólico.
6. Determinación del GPR (Ground Potential Rise) en la malla de tierra completa del parque eólico.

## 2.6 CÁLCULOS Y RESULTADOS

### 2.6.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR

Según el apartado 3.1 de la ITC-RAT 13, a efectos de dimensionado de las secciones, el tiempo mínimo a considerar para duración del defecto, a la frecuencia de la red será de un segundo, no pudiéndose superar una densidad de corriente para el cobre de 160 A/mm<sup>2</sup> (considerando que se admite un aumento de la temperatura final del cable de 300 °C, sin suponer riesgo de incendio) se obtiene, para el cobre:

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| - 3·I <sub>0 total</sub> = 0,5 kA | Suma fasorial total de Intensidad de falta |
| - t <sub>f</sub> =1 s             | Tiempo defecto                             |
| - T <sub>a</sub> = 40 °C          | Temperatura ambiente                       |

$$S_{min} = \frac{3 \cdot I_{0 total}}{160 \left( \frac{A}{mm^2} \right) \cdot 1,2} = \frac{0,5 kA}{160 \cdot 1,2} = 2,60 mm^2$$

Por otro lado, según el estándar IEEE 80-2013, la sección mínima se obtiene a partir de la siguiente expresión, considerando igualmente tiempos de defecto de 1 segundo:

$$S_{min} = \frac{3 \cdot I_{0 total}}{\sqrt{\left( \frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r} \right) \cdot \ln \left( \frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a} \right)}} = \frac{0,5 kA}{\sqrt{\left( \frac{3,42 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 0,00381 \cdot 1,78} \right) \cdot \ln \left( \frac{242 + 1084}{242 + 20} \right)}} = 1,75 mm^2$$

Por último, tanto el apartado 3.4 de la ITC-RAT 13, como el apartado 24 de la IEC 61400, se indica que la sección mínima de los conductores enterrados debe ser de 50 mm<sup>2</sup>, atendiendo a consideraciones mecánicas, efectos corrosivos y sobreintensidades por descarga de rayo.

Se elige por requerimientos de Iberdrola una sección para los conductores de puesta a tierra de estructuras, bajantes y aparatos, así como para la malla de tierra de **S = 70 mm<sup>2</sup>**.

### 2.6.2 ANÁLISIS DE INTENSIDADES APORTADAS POR LOS CABLES DE MT

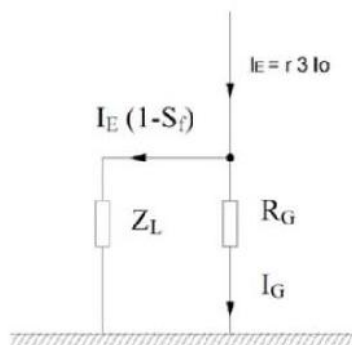
La intensidad aportada por el cortocircuito considerado de las líneas es 0,5 kA, limitada por la Reactancia de Puesta a Tierra instalada en barras de 30 kV de la Subestación.

Para un neutro rígido a tierra, como es el caso que se estudia y para cables de tierra de cobre, se deberá de estudiar la intensidad derivada a la malla en caso de cortocircuito en función de la intensidad de retorno por las pantallas de los cables de potencia de las acometidas subterráneas.

En caso de falta a tierra, una parte de la corriente que retorna a tierra (IE) lo hace por la conexión a tierra de la pantalla de los cables subterráneos cuya pantalla está conectada a la

red de tierras del Parque. Únicamente la corriente que finalmente pasa a tierra a través de la malla (IG) es la que contribuye a elevar el potencial de los elementos del aerogenerador durante un defecto.

Para hallar el valor de esta corriente, dado que la puesta a tierra de las pantallas de cable (más la resistencia de puesta a tierra de la pantalla del cable) se comporta como una impedancia en paralelo con la resistencia de la malla de tierra, basta con aplicar un divisor de corriente entre las impedancias, también llamado factor divisor de corriente (**Sf**).



$$I_G = I_E \cdot S_f = I_E \frac{Z_L}{R_G + Z_L} \quad Z_L = \frac{1}{\frac{1}{Z_{L,1}} + \frac{1}{Z_{L,2}} + \dots + \frac{1}{Z_{L,n}}}$$

Donde:

- $I_G$  es la corriente que pasa a tierra a través de la malla.
- $I_E$  es la corriente que pasa a tierra a través de las pantallas de los cables.
- $S_f$  es el factor divisor de corriente en p.u.
- $Z_L$  es la impedancia equivalente de todas las pantallas de cables subterráneos unidos a la malla de tierra del Parque [ $\Omega$ ].
- $Z_{L,i}$  es la impedancia de las diferentes pantallas de cables subterráneos en  $\Omega$  de cada acometida al Parque.
- $R_G$  es la resistencia de la malla de tierra en  $\Omega$ .

La impedancia equivalente de las pantallas metálicas, de cada línea subterránea, se puede calcular siguiendo el procedimiento IEC 60909-0, recogido en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión e instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01-09, Real Decreto 223/2008 de 15 febrero, llegando a la fórmula:

$$Z_L = \frac{1}{2} \left( Z_S + \sqrt{Z_S \cdot (4R_t + Z_S)} \right)$$

Donde:

- $Z_S$  es la impedancia media de los vanos de hilo de guarda o pantallas de cables subterráneos en caso de acometida subterránea en  $\Omega$ .
- $R_t$  es la resistencia de puesta a tierra del primer apoyo en  $\Omega$ .



En el caso de cables subterráneos, la impedancia es la de la pantalla metálica. Al no haber conexiones a tierra intermedias (equivalentes a las de los apoyos de líneas aéreas), la impedancia equivalente se puede calcular considerando la impedancia de la pantalla, en serie con la impedancia de la primera puesta a tierra que tenga la pantalla, que será en el lado opuesto de la malla de la ST, la impedancia de puesta a tierra del apoyo de conversión A/S si lo hubiese o el valor de impedancia de la puesta a tierra de la pantalla.

Aunque en faltas monofásicas a tierra una parte de la intensidad se derivará a la pantalla de los conductores, para el Estudio de Puesta a Tierra, para estar del lado de la seguridad, se despreciará la intensidad derivada a las pantallas metálicas, tomando el valor de intensidad de 0,5 kA (**Sf=1**) como punto de partida para los cálculos posteriores.

### 2.6.3 CÁLCULOS DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO ADMISIBLE MALLA COMPLETA

Según la ITC-RAT 13

A continuación, se determinan los valores de tensión de contacto aplicada admisible ( $U_{ca}$ ) en función de la duración de la corriente de falta ( $t_f$ ), según la ITC-RAT 13.

Duración de la corriente de falta, $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Tabla 15. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada  $U_{ca}$  en función de la duración de la corriente de falta  $I_f$

Para el caso de estudio, tiempo de falta 1s, la tensión de contacto aplicada admisible ( $U_{ca}$ ) es de 107 V. Según ITC-RAT 13, para determinar las máximas tensiones de contacto y de paso admisibles se podrán emplear las expresiones siguientes:

$$V_c = U_{ca} \left( 1 + \frac{R_{a1} + C_s \cdot R_{a2}}{2 \cdot Z_b} \right) = 107 \cdot \left( 1 + \frac{2000 + 1 \cdot 3 \cdot 200}{2 \cdot 1000} \right) = 246,1 \text{ V}$$

$$V_p = 10 \cdot U_{ca} \left( 1 + \frac{2R_{a1} + C_s \cdot 2R_{a2}}{2 \cdot Z_b} \right) = 10 \cdot 107 \cdot \left( 1 + \frac{2 \cdot 2000 + 1 \cdot 6 \cdot 200}{2 \cdot 1000} \right) = 3852 \text{ V}$$

Donde:

$R_{a1}$  es, por ejemplo, la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se puede emplear como valor 2000  $\Omega$ . Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas, en instalaciones situadas en lugares tales como jardines, piscinas, campings, y áreas recreativas.

$R_{a2}$  es la Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie.  $R_{a2} = 3\rho_s$ , donde  $\rho_s$  es la resistividad de la capa superficial (200  $\Omega \cdot m$ ).

$Z_b$  es la Resistencia del Cuerpo Humano, supuesta en 1000  $\Omega$ .

$U_{ca}$  es la Tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies.

$C_s$  Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial. Valor igual a 1.

### Según la IEEE 80-2013

Las tensiones máximas permisibles de paso y contacto están determinadas por las ecuaciones dadas en IEEE Std 80-2013 - sección 8.4. El parámetro de tiempo de eliminación de fallo corresponde al tiempo máximo de eliminación de fallo de fase a tierra. Las tensiones de paso y contacto limitadas para un peso corporal de 50 kg son suficientes para garantizar la seguridad siguiendo las recomendaciones de IEEE Std 80-2013:

$$V_c = (Z_b + 1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot \frac{0,116}{\sqrt{t_s}} = (1000 + 1,5 \cdot 1 \cdot 200) \cdot \frac{0,116}{\sqrt{1}} = 150,8 \text{ V}$$

$$V_p = (Z_b + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot \frac{0,116}{\sqrt{t_s}} = (1000 + 6 \cdot 1 \cdot 200) \cdot \frac{0,116}{\sqrt{1}} = 255,2 \text{ V}$$

Donde:

$C_s$  Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial. Valor igual a 1.

$Z_b$  es la Resistencia del Cuerpo Humano, supuesta en 1000  $\Omega$ .

$\rho_s$  Es la resistividad de la capa superficial (200  $\Omega \cdot m$ ).

$t_s$  Es el tiempo de eliminación de fallo (1 s).

### Resultados

Comparando ambas metodologías de cálculo, se obtienen los siguientes resultados:

PARÁMETRO	ITC RAT-13	IEEE 890-2013
<b>C<sub>s</sub>, COEFICIENTE REDUCTOR</b>	1	1
<b>V<sub>c</sub>, TENSIÓN DE CONTACTO ADMISIBLE</b>	246,1 V	150,8 V
<b>V<sub>p</sub>, TENSIÓN DE PASO ADMISIBLE</b>	3852 V	255,2 V

Tabla 16. Tensiones de paso y contacto admisibles

Para ambos casos resulta más restrictiva la norma **IEEE 80**, por lo que se tendrá en consideración para las simulaciones en ETAP.

### 2.6.4 Resistencia de Puesta a Tierra de la instalación

En este apartado se calcula la resistencia de puesta a tierra ( $R_g$ ) de la malla de tierra del aerogenerador con el software ETAP, para comprobar que su resistencia de puesta a tierra es inferior a 10 ohmios.

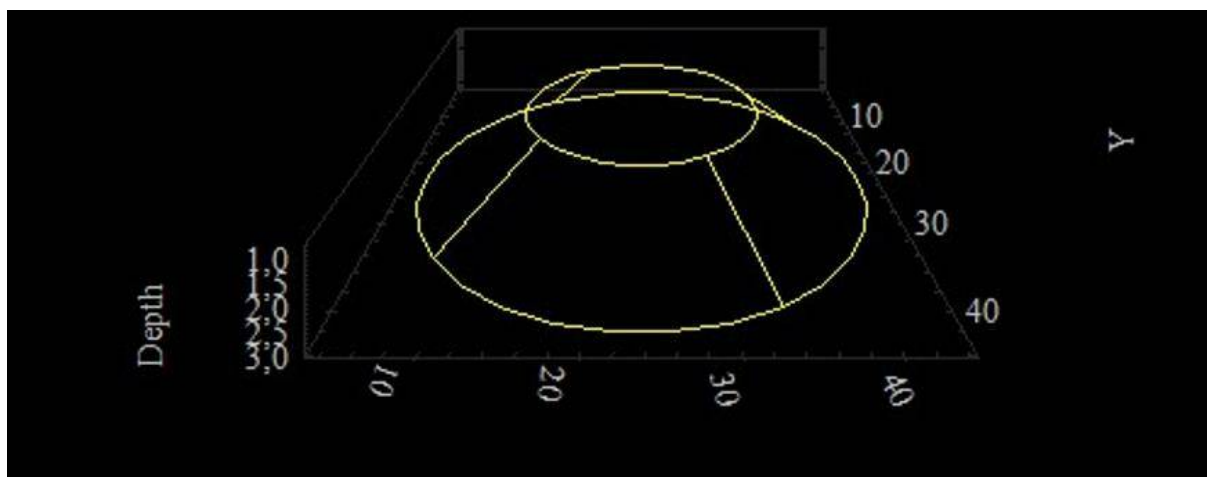


Figura 3. Malla de tierra del aerogenerador. Resistencia de PaT. ETAP

La malla completa del parque eólico (Figura 4) consta de la puesta a tierra de cada aerogenerador y el electrodo de puesta a tierra enterrado que los une.

Al estar todas las partes sólidamente conectadas entre sí, se calcula la resistencia de puesta a tierra de todo el parque. El diseño de la malla completa se incluye en el Plano de layout de puesta a tierra del proyecto.

Utilizando el plano de detalle de la malla completa de puesta a tierra, se obtienen los valores de Resistencia de Puesta a Tierra del conjunto simulando con ETAP 21.0.2.

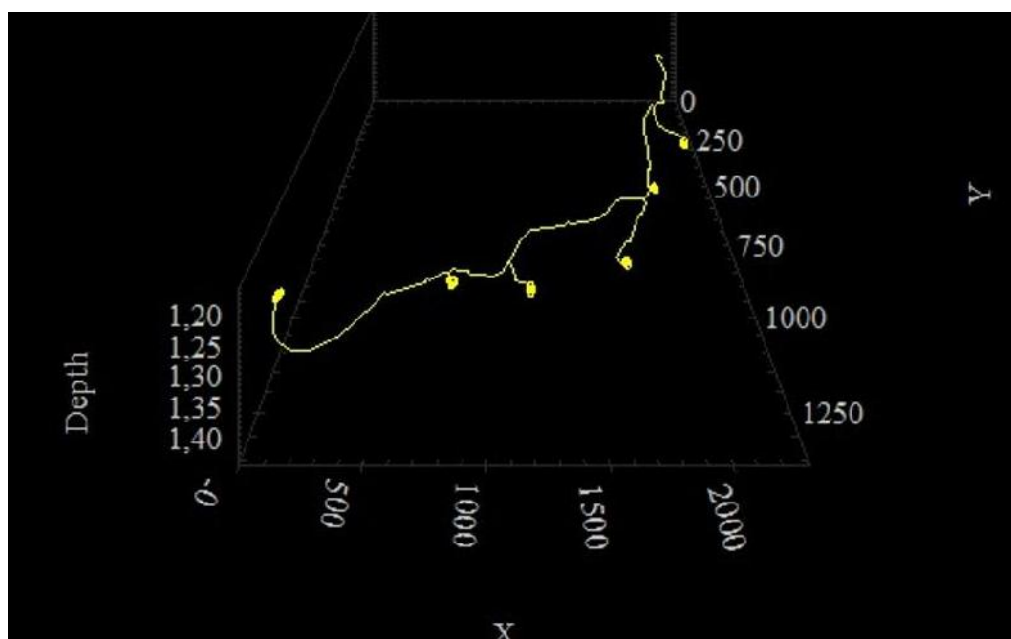


Figura 4. Malla de tierra completa. ETAP

Se incluyen en la siguiente tabla, un resumen de los valores de resistencia calculadas con ETAP el aerogenerador y la malla de tierra conjunta unida mediante cable de acompañamiento.

Parámetro	Aerogenerador	Malla Completa
R calculada ETAP	1,519 $\Omega$	0,166 $\Omega$

Tabla 17. Resistencias de puesta a tierra calculadas con ETAP

Los valores de la Resistencia de la Puesta a Tierra son inferiores a los recomendados por normativa (10  $\Omega$  para los Aerogeneradores y 1  $\Omega$  para la malla de Tierra conjunta).

## 2.6.5 CÁLCULOS DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO TRANSFERIDAS AL TERRENO

Una vez calculados los límites teóricos impuestos por normativa, se realiza una la simulación por elementos finitos realizada con el programa ETAP 21.0.2. En primer lugar, se introduce la malla de tierra en el programa, incluyendo las diferentes resistividades del terreno:

Figura 5. Modelado resistividad del terreno en ETAP

A continuación, se define un Caso de Estudio, a partir de los siguientes parámetros:

Figura 6. Caso de estudio ETAP



GKD Analysis Alert View for GKD1

Summary and Alert				
Result Summary				
	Calculated Volts	Tolerable Volts	Location	
			X	Y
Touch	56,6	150,8	211	1134,5 m
Step	5,2	255,2	2160,6	6,6 m
GPR	84,1	Volts	Rg	0,166 Ohm

Figura 7. Resultados obtenidos mediante ETAP

Se incluyen a continuación las gráficas de las Tensiones de Paso y Contacto para la red de tierras del Parque. Se observa en ambas gráficas que la distribución de tensiones de paso y contacto por la malla de puesta a tierra es inferior a los límites indicados por normativa.

Ground Grid Systems - Campo Alto\_Campo Alto - Step Potential Profile

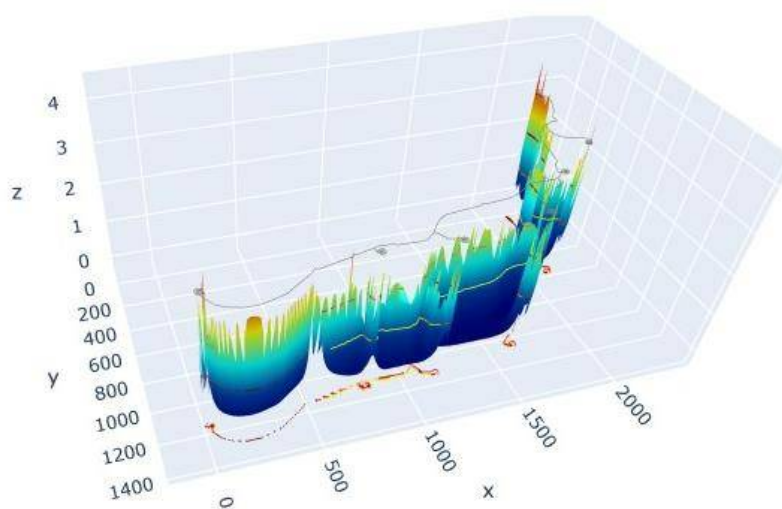


Figura 8. Tensiones de paso en la red de tierra. ETAP

Ground Grid Systems - Campo Alto\_Campo Alto - Touch Potential Profile

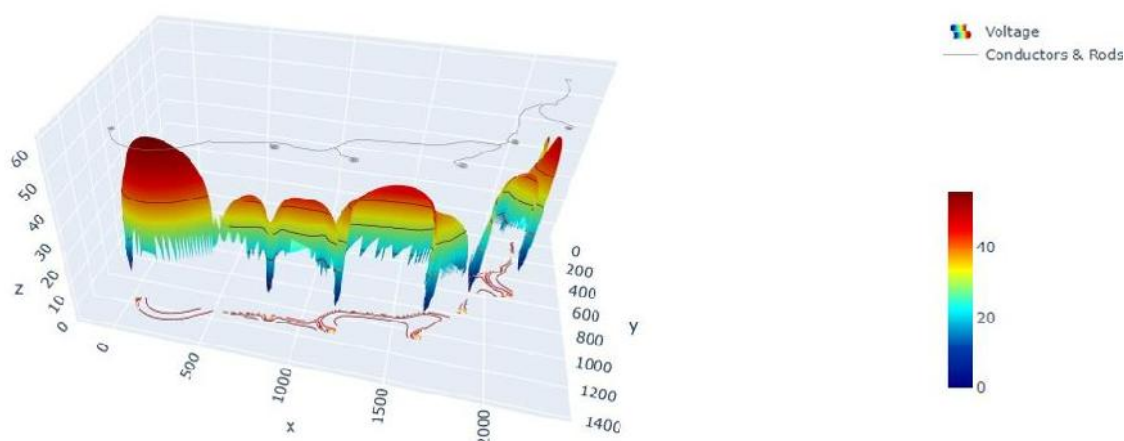


Figura 9. Tensiones de contacto en la red de tierra. ETAP

## 2.6.6 CÁLCULO DEL GROUND POTENTIAL

La máxima diferencia de potencial que la malla completa puede alcanzar con relación a un punto de tierra distante, asumiendo que esté al potencial de la tierra remota, es conocido como potencial absoluto de la red de tierras (GPR). Es importante tener en cuenta que esta es una diferencia de potencial máxima y que los potenciales de tierra alrededor de un punto variarán en relación con el punto de fallo.

El máximo GPR es calculado con la siguiente fórmula:

$$GPR = I_G \cdot R_G$$

Donde:

- GPR: Potencial absoluto de la red de tierras (V).
- $I_G$ : Máxima corriente en la red (kA).
- $R_G$ : Resistencia de la malla de puesta a tierra (ohm).

PARÁMETRO	ETAP
GPR máximo Parque	84,1 V

Tabla 18. GPR de la malla de tierra

## 2.7 CONCLUSIONES

Los principales resultados del cálculo general del sistema de puesta a tierra son los siguientes:

PARÁMETRO	ACTUAL	ADMISIBLE	CRITERIO	ACEPTABLE
Tensión de contacto malla	56,6 V	150,8 V	$V_c < E_{touch50}$	<b>OK</b>
Tensión de paso malla	5,2 V	255,2 V	$V_p < E_{step50}$	<b>OK</b>

*Tabla 19. Resumen de resultados del Estudio de Puesta a Tierra*

El sistema de puesta a tierra propuesto ha sido validado para la seguridad de las personas contra descargas eléctricas, ya que las tensiones de paso y contacto en la planta están por debajo de los límites máximos permisibles por la IEEE 80-2013 y la ITC RAT-13.

En base a todos los cálculos realizados, se verifica el cumplimiento de los valores límite de Sección Mínima, Resistencia Máxima, Tensiones de Paso y Contacto y GPR en todos los puntos de la Malla de Tierra proyectada para el Parque Eólico "CAMPO ALTO 27 MW". Se concluye por tanto que el diseño de este sistema de puesta a tierra es correcto respecto a la normativa correspondiente.

### 3. ESTUDIOS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

#### ÍNDICE

3.	ESTUDIOS DE CAMPOS MAGNÉTICOS	29
3.1	OBJETO	30
3.2	NORMATIVA DE APLICACIÓN	30
3.3	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	31
3.4	ANÁLISIS	31
3.4.1	Procedimiento de cálculo	31
3.4.2	Consideraciones previas	32
3.4.3	Modelado del parque	32
3.5	RESULTADOS OBTENIDOS	33
3.6	CONCLUSIONES	34

#### FIGURAS

FIGURA 10.	MODELADO DEL AEROGENERADOR	33
FIGURA 11.	CAMPO MAGNETICO A 1 M DEL SUELO	34

### 3.1 OBJETO

El objeto de este estudio es la justificación de las emisiones de campo magnético en el exterior de las instalaciones de alta tensión del Parque Eólico CAMPO ALTO 27 MW. Este documento estudia los valores máximos de campo magnético creado por el sistema eléctrico de los aerogeneradores del parque en el exterior de estos, calculado a partir de un funcionamiento en régimen nominal del Parque Eólico CAMPO ALTO 27 MW, en función de las características técnicas del mismo.

Para la comprobación del cumplimiento de límites de emisión, los resultados obtenidos deberán compararse con los “límites de exposición al público a campos electromagnéticos” definidos en la Normativa Vigente, que se lista a continuación.

### 3.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

El marco normativo sobre la limitación de campos electromagnéticos en las proximidades de una instalación de alta tensión se recoge en el R.D 337/2014 del 9 de mayo, que enuncia el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este reglamento remite al R.D. 1066/2001 del 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 las emisiones radioeléctricas”, de acuerdo con las recomendaciones europeas. En dicho Reglamento, para una frecuencia industrial de 50 Hz, se establece un límite de **100 microteslas (100  $\mu$ T)** para la exposición al público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas.

En el RAT, se indican las limitaciones y justificaciones necesarias en las siguientes instrucciones técnicas complementarias:

1. ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: *Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.*
2. ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: *Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.*
3. ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: *Memoria.*

Para el campo magnético generado por los transformadores de potencia se aplican los criterios de la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.



### 3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

El PE CAMPO ALTO 27 MW es un Parque Eólico con todos los equipos eléctricos relativos a los sistemas de 30 kV instalados en interior.

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limitan las radiaciones de campo eléctrico y magnético, se describen aquellos criterios que se han tomado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el mismo.

Los cables subterráneos que poseen una pantalla metálica atenúan el campo eléctrico. Además, si son distribuidos en ternas, de tal forma que se compensa el campo magnético que genera cada cable, lo que supone un eficaz método de reducir las emisiones magnéticas (se ha considerado una reducción de factor 10).

Los transformadores de potencia se encuentran en interior separados una distancia prudencial del cerramiento minimizando de esta forma las emisiones al exterior.

Zanjas y atarjeas de cables se diseñan retranqueadas del cerramiento para minimizar las emisiones de campo magnéticos de las mismas.

Las acometidas de cables de AT/MT se encuentran distribuidas en diferentes puntos como medida de limitar el valor máximo de campo magnético.

### 3.4 ANÁLISIS

#### 3.4.1 Procedimiento de cálculo

Para el análisis del campo magnético generado en las inmediaciones del Aerogenerador se utiliza un programa basado en la simulación del sistema mediante el software de computación Octave.

El procedimiento para la simulación, cálculo y obtención del campo vectorial comprende los siguientes puntos:

Realización de la modelización 3D de los conductores objeto de estudio, correspondientes a la red de MT (30 kV) dentro de los límites del Aerogenerador.

Discretización de cada conductor en segmentos rectilíneos ( $\vec{r}$ ) y cálculo del campo magnético generado ( $\vec{B}$ ) por estos, para la intensidad máxima considerada ( $i$ ).

$$\vec{B} = \mu_0 \frac{i}{2\pi\vec{r}}$$

Composición vectorial del valor de campo magnético generado por estos segmentos rectilíneos, obteniéndose el campo magnético vectorial en la Subestación y sus inmediaciones.

Cálculo del módulo del campo magnético vectorial en cada punto.

Verificación de los valores del campo magnético en cada punto de una sección transversal a 1 metro del suelo, por debajo de los límites máximos admisibles.

### 3.4.2 Consideraciones previas

Se tienen en cuenta los siguientes supuestos en la realización de este análisis. En primer lugar, no se considera el campo magnético generado por el transformador de potencia ni el generado por las Celdas de MT, por tener estos equipos su propio apantallamiento magnético y no afectar significativamente a los resultados finales (según la normativa UNE-CLC/TR-50453).

Por otro lado, el valor de intensidad circulante por los conductores se supone en régimen de máxima potencia, trifásica equilibrada. Por último, la evaluación de los valores máximos de campo magnético se realiza a **1 metro del suelo y 0,2 metros alrededor del recinto delimitado por la torre del Aerogenerador**, según la normativa UNE-EN 62110.

### 3.4.3 Modelado del parque

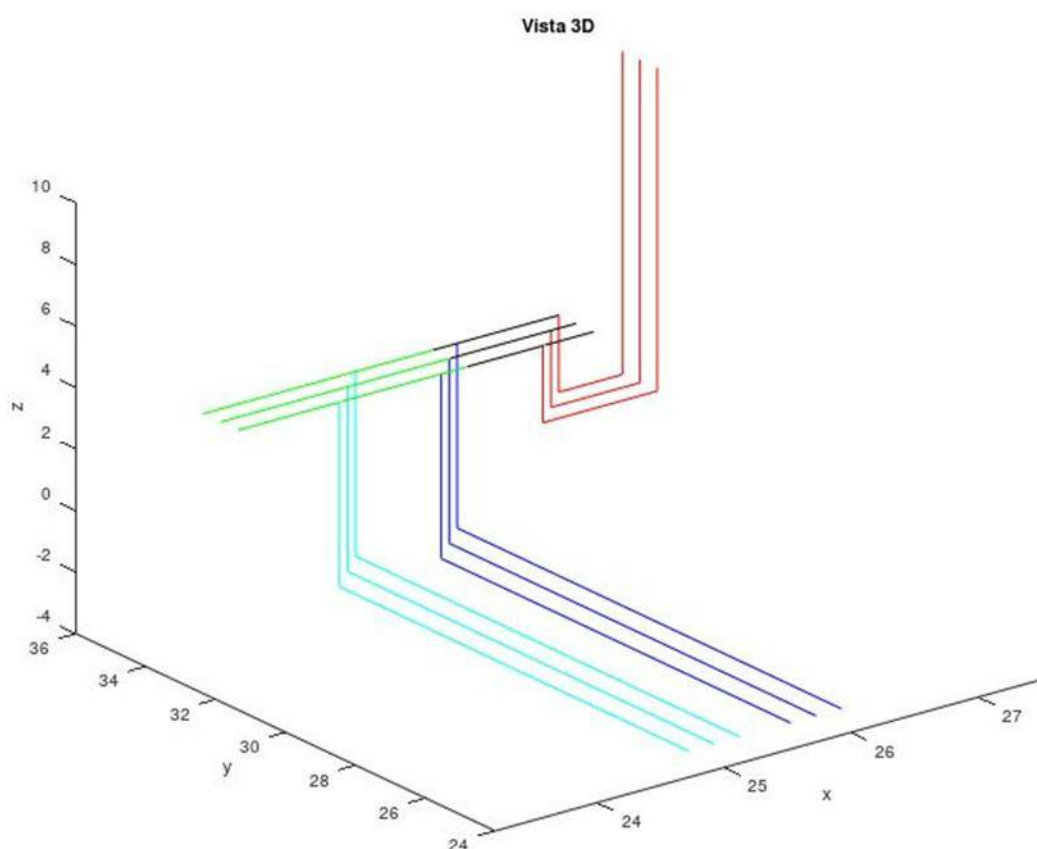
El Parque Eólico consta de dos circuitos compuesto por tres aerogeneradores cada uno. Al tener los dos circuitos el mismo número de generadores con la misma potencia, se puede considerar la situación más desfavorable el campo creado por cualquiera de los aerogeneradores finales de cada circuito. Por lo tanto, utilizaremos el aerogenerador CALC2-08 como ejemplo para el estudio:

Las intensidades consideradas para este estudio se calculan considerando cada máquina trabajando a potencia máxima. Con ello, teniendo en cuenta una tensión de generación de cada máquina de 30 kV, se obtienen las siguientes intensidades:

Equipo	Intensidad Generación (A)	Intensidad Entrada (A)	Intensidad Salida (A)
<b>CALC-08</b>	<b>96,23</b>	<b>192,45</b>	<b>288,68</b>

Tabla 20. Valores de Intensidades.

A continuación, se incluye de forma esquemática el modelo del aerogenerador empleado en la simulación anteriormente descrita y la intensidad máxima circulante por los conductores en condiciones de operación a máxima potencia. El valor máximo de campo magnético será en el aerogenerador con mayor intensidad circulante, que corresponde al Aerogenerador CALC2-08.



*Figura 10. Modelado del aerogenerador*

### **3.5 RESULTADOS OBTENIDOS**

Tras realizar la simulación con el modelo anteriormente descrito y considerando las intensidades nominales por cada conductor, se obtiene la siguiente distribución de Campo magnético (calculado a 1 metro del suelo) resaltando el contorno del aerogenerador.

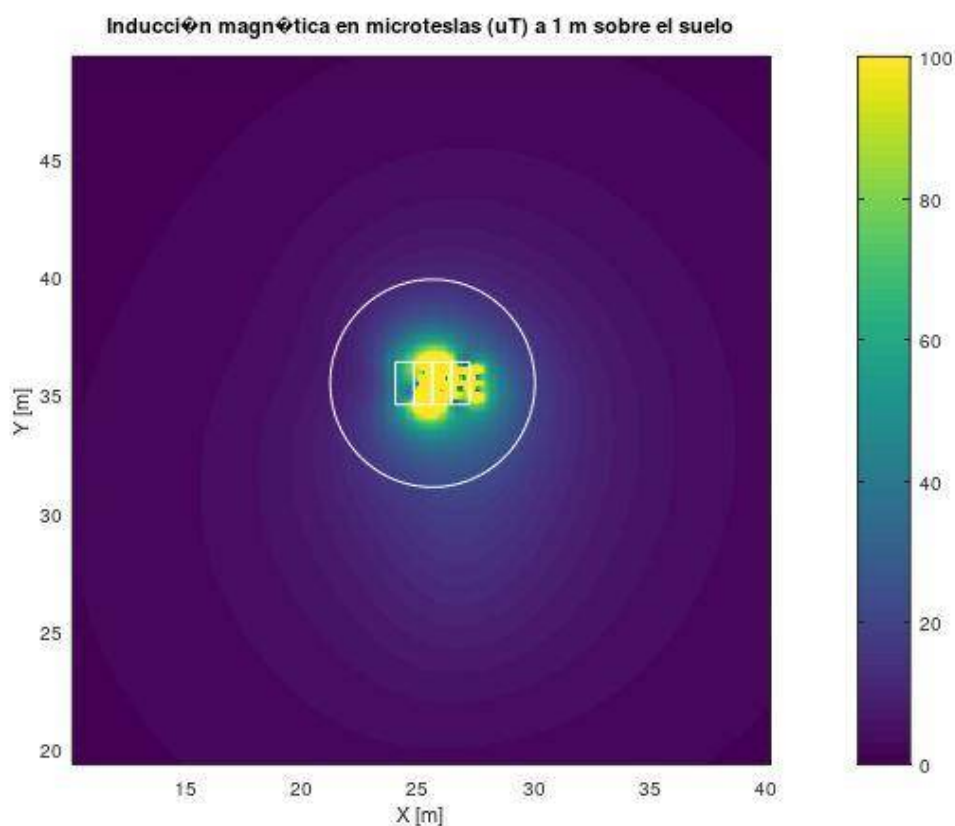


Figura 11. Campo magnético a 1 m del suelo

### 3.6 CONCLUSIONES

Los valores de campo magnético obtenidos en el exterior de la torre del aerogenerador son inferiores al límite de 100  $\mu\text{T}$  establecido por la normativa vigente, por lo que el diseño propuesto no implica emisiones superiores a los máximos permitidos en las instalaciones de alta tensión según el Real Decreto 1066/2001", de agosto de 2005, y en la Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (RCMSUE) 1999/519/CE de julio de 1999, transcrita al ámbito nacional en el mencionado R.D 1066/2001.

En consecuencia, y verificada la no superación de dichos límites en el proyecto objeto de estudio, se concluye que no es necesaria ninguna protección o mitigación adicional del campo magnético generado por el Aerogenerador en el exterior, ya que no presenta riesgo para la salud del público general.

#### **4. ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO**

### **ÍNDICE**

1.	INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN	3
1.1	OBJETO	4
1.2	NORMATIVA DE APLICACIÓN	4
1.3	CRITERIOS PARA CABLEADO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE MEDIA TENSIÓN	5
1.3.1	Datos de partida	5
1.3.2	Criterios de selección del conductor	5
1.4	RESULTADOS OBTENIDOS	9
2.	RED DE TIERRAS	12
2.1	OBJETO	14
2.2	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA	14
2.3	NORMATIVA DE APLICACIÓN	14
2.4	DATOS DE PARTIDA	15
2.4.1	Datos del sistema eléctrico	15
2.4.2	DATOS DEL TERRENO Y DE LOS CONDUCTORES A TIERRA	15
2.4.3	DATOS DEL CABLE DE TIERRA	16
2.4.4	DISEÑO DE LA RED DE TIERRA	16
2.4.5	DATOS DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	17
2.5	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	17
2.6	CÁLCULOS Y RESULTADOS	19
2.6.1	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR	19
2.6.2	ANÁLISIS DE INTENSIDADES APORTADAS POR LOS CABLES DE MT	19
2.6.3	CÁLCULOS DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO ADMISIBLE MALLA COMPLETA	21
2.6.4	Resistencia de Puesta a Tierra de la instalación	23
2.6.5	CÁLCULOS DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO TRANSFERIDAS AL TERRENO	25
2.6.6	CÁLCULO DEL GROUND POTENTIAL	27
2.7	CONCLUSIONES	28
3.	ESTUDIOS DE CAMPOS MAGNÉTICOS	29
3.1	OBJETO	30



3.2	NORMATIVA DE APLICACIÓN	30
3.3	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	31
3.4	ANÁLISIS	31
3.4.1	Procedimiento de cálculo	31
3.4.2	Consideraciones previas	32
3.4.3	Modelado del parque	32
3.5	RESULTADOS OBTENIDOS	33
3.6	CONCLUSIONES	34
4.	ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO	35
4.1	OBJETO	38
4.2	ACRÓNIMOS	38
4.3	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	38
4.4	NORMATIVA	39
4.5	DATOS DE ENTRADA	39
4.5.1	INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN	39
4.5.2	PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO	40
4.6	CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO	43
4.6.1	Descripción del cortocircuito	43
4.6.2	CARACTERÍSTICAS DE CÁLCULO	45
4.6.3	CRITERIOS DE CÁLCULO	47
4.7	CÁLCULOS Y RESULTADOS	47
4.8	CONCLUSIONES	48
5.	APÉNDICE 1. RESULTADOS DE ESTUDIO DE RED DE TIERRAS Y CORTOCIRCUITO	49

## **TABLAS**

TABLA 21:	DATOS SUBESTACIÓN DEL PARQUE EÓLICO.	40
TABLA 22:	DATOS GENERALES PARQUE EÓLICO	40
TABLA 23:	GENERADOR EÓLICO	40
TABLA 24:	TRANSFORMADOR MT/BT	41
TABLA 25:	CABLES DE MT	42
TABLA 26:	DATOS CIRCUITOS MEDIA TENSIÓN 30 KV	42
TABLA 27:	INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO	48

TABLA 28: INTENSIDADES MÁXIMAS DE CORTOCIRCUITO A TIERRA. SUBESTACIÓN  
48

## **FIGURAS**

FIGURA 12. CIRCUITO EQUIVALENTE FALTA TRIFÁSICA	43
FIGURA 13. CIRCUITO EQUIVALENTE FALLA MONOFÁSICA	45
FIGURA 14. CIRCUITO EQUIVALENTE FALLA BIFÁSICA LÍNEA-LÍNEA	45
FIGURA 15. CIRCUITO EQUIVALENTE FALLA BIFÁSICA LÍNEA-LÍNEA-TIERRA	45
FIGURA 16. CORRIENTE CORTOCIRCUITO DE CORTOCIRCUITO ALEJADO DEL GENERADOR CON COMPONENTE CONSTANTE C.A.	46
FIGURA 17. CORRIENTE CORTOCIRCUITO DE CORTOCIRCUITO DE UN CUASI-GENERADOR CON COMPONENTE DE DECAIMIENTO C.A.	46

#### **4.1 OBJETO**

El objeto de este documento es calcular y analizar los niveles de cortocircuito en el parque eólico “CAMPO ALTO 27 MW”.

El parque eólico Campo Alto consta de 6 aerogeneradores de 4,5 MW Vestas V136-4.5 HH82m, con una potencia instalada de 27 MW.

El estudio incluye los resultados del cálculo de las corrientes de cortocircuito trifásicas, bifásicas, bifásicas a tierra y monofásicas a tierra según la norma IEC60909 y utilizando el software DigSILENT Powerfactory 2020.

Los resultados se obtienen en el sistema de alta tensión, en el sistema de media tensión y en el sistema de baja tensión.

El objeto de este estudio es la comprobación de los valores esperados de cada tipo de cortocircuito para verificar que los equipos eléctricos del parque presentan la capacidad adecuada para soportar los eventos de cortocircuito, establecer el parámetro para el ajuste de las protecciones y determinar la máxima corriente de cortocircuito a tierra en una falta a tierra para el dimensionado la red de tierra del parque eólico.

#### **4.2 ACRÓNIMOS**

<b>AT</b>	Alta Tensión
<b>MT</b>	Media Tensión
<b>BT</b>	Baja Tensión
<b>PCR</b>	Punto de Conexión a Red
<b>PE</b>	Parque Eólico
<b>BC</b>	Barras de Central
<b>SE</b>	Subestación Eléctrica
<b>U</b>	Tensión

#### **4.3 DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

Los siguientes documentos han sido utilizados como referencia:

- Cálculos Circuitos MT.
- Datos de Partida ST Campo Alto.
- 230302\_PTAD Subestación

#### 4.4 NORMATIVA

El procedimiento de cálculo de cortocircuito se ajusta a la siguiente normativa:

- IEC 60909-0: Sistemas de corriente trifásica de cortocircuito en corriente alterna - Parte 0: Cálculos de corriente para sistemas de hasta 500 kV.
- IEC 60909-1: Sistemas de corriente trifásica de cortocircuito en corriente alterna - Parte 1: Factores de cálculo de corriente de cortocircuito según IEC-60909-0.
- IEC 60909-2: Sistemas de corriente trifásica de cortocircuito en corriente alterna - Parte 2: Datos del equipo eléctrico para el cálculo de la corriente de cortocircuito.
- IEC 60909-3: Corrientes trifásicas de cortocircuito en corriente alterna - Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos separados de tierra a tierra y corrientes de cortocircuito parciales que fluyen a través de la tierra.
- IEC 60909-4: Sistemas de corriente trifásica de cortocircuito en corriente alterna - Parte 4: Ejemplos para el cálculo de las corrientes de cortocircuito.

#### 4.5 DATOS DE ENTRADA

##### 4.5.1 INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

El modelo del sistema eléctrico en DigSILENT incluye: el parque eólico “La Costana”, parque eólico “Campo Alto”, los cuales evacuan en la subestación de enlace SET’ “Campo Alto” (30/220 kV).

Las mediciones de las líneas se han actualizado con los últimos valores disponibles con respecto al esquema de evacuación.

De acuerdo con los datos disponibles, la infraestructura de evacuación se define de la siguiente forma:

#### **4.5.1.1 Subestación SE “Campo Alto”**

Los parámetros considerados en la subestación de enlace son los siguientes:

Subestación ST “Campo Alto”	
Nivel de tensión	220/30 kV
Potencia transformación	55 MVA
Tipo conexión	YNd11
Impedancia cortocircuito	13,5%
Impedancia cortocircuito homopolar	13,5%
Pérdidas en el cobre	180 kW
Pérdidas en vacío	24 kW
Corriente de vacío	0,1%
Tensión AT	Cambiador de tomas $\pm 10 \times 1\%$
Intensidad 3xI0 de MT	500A

*Tabla 21: Datos subestación del parque eólico.*

### **4.5.2 PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO**

#### **4.5.2.1 Datos generales**

Datos Generales	
Potencia Instalada	27 MW
Nº Generadores	6

*Tabla 22: Datos generales parque eólico*

#### **4.5.2.2 Generador eólico**

El modelo de los generadores eólicos ha sido realizado de acuerdo con los documentos de referencia:

Generador	
Modelo	Vestas V136-4.5
Tipo	Full Scale Converter
Potencia Nominal	4,5 MW
Intensidad CC Subtransitoria	1,45 x In
Intensidad CC Permanente	1,05 x In
Curva P-Q	Fabricante (30°C)

*Tabla 23: Generador eólico*



#### **4.5.2.3 Transformador MT/BT**

Los transformadores del centro de transformación han sido modelados de acuerdo con los documentos de referencia:

Transformador MT/BT	
Modelo	Vestas V136-4.5
Niveles de tensión	30/0,72 kV
Potencia Nominal Transformador	5.000 kVA
Tipo conexión	Dyn5
Impedancia cortocircuito	9,9%
Impedancia cortocircuito homopolar	9,9%
Corriente de vacío	0,5%
Pérdidas en el cobre	35,7 kW
Pérdidas en vacío	7,75 kW

*Tabla 24: Transformador MT/BT*

#### 4.5.2.4 Cables de MT

Cables MT	
Nivel de Tensión	30 kV
Conductor	HEPRZ1 18/30 kV
Sección Nominal	Cálculos Circuitos MT
Longitud	Cálculos Circuitos MT
Parámetros eléctricos	<p>150mm<sup>2</sup>: <math>R = 0,277 \text{ Ohm/km (105 } ^\circ\text{C)}</math>  <math>R_0 = 0,831 \text{ Ohm/km}</math>  <math>X = 0,118 \text{ Ohm/km}</math>  <math>X_0 = 0,295 \text{ Ohm/km}</math>  <math>B = 77,598 \text{ } \mu\text{S/km}</math>  <math>B_0 = 232,792 \text{ } \mu\text{S/km}</math></p> <p>400mm<sup>2</sup>: <math>R = 0,0105 \text{ Ohm/km (105 } ^\circ\text{C)}</math>  <math>R_0 = 0,315 \text{ Ohm/km}</math>  <math>X = 0,102 \text{ Ohm/km}</math>  <math>X_0 = 0,255 \text{ Ohm/km}</math>  <math>B = 115,296 \text{ } \mu\text{S/km}</math>  <math>B_0 = 345,888 \text{ } \mu\text{S/km}</math></p>

Tabla 25: Cables de MT

Se han considerado los siguientes conductores aislados para cada uno de los circuitos:

CIRCUITOS MT			
Circuito	Origen - destino	Conductor	Longitud (m)
C1	CALC3-02 → CALC3-04	Al HEPRZ1 18/30 1x150 mm <sup>2</sup>	1078
	CALC3-04 → CALC3-05	Al HEPRZ1 18/30 1x150 mm <sup>2</sup>	544
	CALC3-05 → SET	Al HEPRZ1 18/30 1x400 mm <sup>2</sup>	2182
C2	CALC3-06 → CALC3-07	Al HEPRZ1 18/30 1x150 mm <sup>2</sup>	530
	CALC3-07 → CALC3-08	Al HEPRZ1 18/30 1x150 mm <sup>2</sup>	970
	CALC3-08 → SET	Al HEPRZ1 18/30 1x400 mm <sup>2</sup>	939

Tabla 26: Datos circuitos Media Tensión 30 kV

## 4.6 CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO

### 4.6.1 Descripción del cortocircuito

Se realiza un estudio de las corrientes de cortocircuito que se darán en las barras de alta y media tensión mediante el empleo del programa DigSILENT Power Factory Software. PowerFactory proporciona cálculos de cortocircuito para fallas simples y múltiples, junto con una cantidad de opciones de informes.

Una falla trifásica equilibrada a través de una impedancia de falla  $Z_f$  puede modelarse mediante un circuito monofásico equivalente.

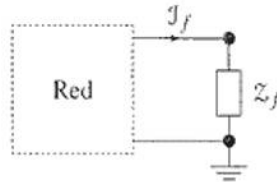


Figura 12. Circuito equivalente falta trifásica

Para determinar la intensidad de falla o la corriente de cortocircuito se debe disponer del voltaje previo a la falla  $V_0$ , y de la impedancia equivalente de la red en el punto de la falla  $Z_T$ .

Se puede obtener la intensidad de la corriente de cortocircuito aplicando la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{V_0}{Z_T}$$

Se puede realizar una simplificación en el cálculo de una falla, que consiste en despreciar el estado de carga, con lo cual los voltajes previos a una falla  $V_0$  se pueden tomar como 1.0 p. u. con un ángulo de  $0^\circ$ .

La potencia de cortocircuito,  $S_{cc}$  proporciona una idea del valor de la intensidad de cortocircuito en una barra del sistema, puede expresarse en valores en por unidad o valores reales. Se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$S_{cc} = V_0 I_{cc} = \frac{V_0^2}{X_T}$$

El programa también estudia los casos de fallas asimétricas. Una falla asimétrica ocurre cuando la participación de las tres fases del sistema no es equilibrada, los tipos de este tipo de fallas son: fase-tierra, fase-fase, fase-fase- tierra, apertura de una fase y apertura de dos fases.

De acuerdo con el teorema de Fortescue, tres fasores balanceados de un sistema trifásico se pueden descomponer en tres sistemas balanceados de fasores. Los conjuntos balanceados de componentes son: componentes de secuencia positiva  $V_1$ , componentes de secuencia negativa  $V_2$  y componentes de secuencia cero  $V_0$ .

Las componentes de secuencia y los fasores de un sistema se relacionan mediante:

$$V = TV_c$$

Donde T viene dada por:

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix}$$

Siendo  $a = 1 \angle 120^\circ$ .

El paso inverso para obtener las componentes de secuencia se realiza:

$$V_c = T^{-1}V$$

Siendo:

$$T^{-1} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix}$$

Desarrollando las ecuaciones anteriores se tiene:

$$\begin{bmatrix} V_0 \\ V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}$$

El modelado de fallas se desarrolla de la siguiente manera:

La falla monofásica de línea a tierra es originada por descargas atmosféricas o por los conductores que hacen contacto con masas conectadas a la tierra. El circuito equivalente de una falla monofásica a través de una impedancia  $Z_f$  corresponde a:

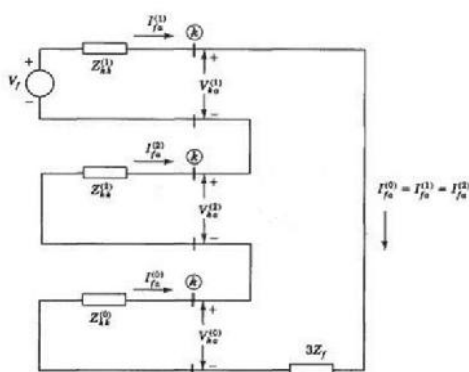


Figura 13. Circuito equivalente falla monofásica

Mientras que una falla línea-línea a través de una impedancia  $Z_f$  se corresponde a:

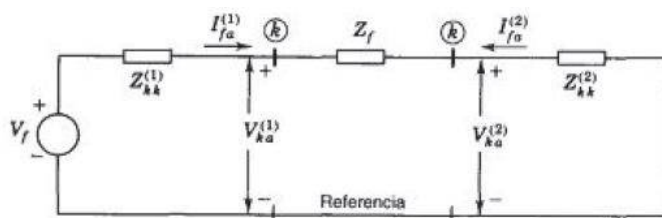


Figura 14. Circuito equivalente falla bifásica línea-línea

El circuito equivalente de una falla línea a línea tierra, se representa como:

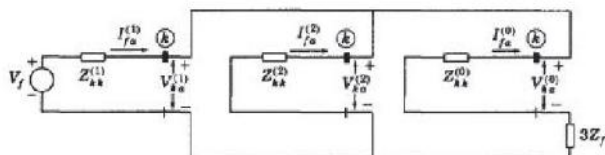


Figura 15. Circuito equivalente falla bifásica línea-línea-tierra

El modelado del cortocircuito se ha realizado conforme a la norma IEC 60909. La norma se basa en el teorema de Thévenin, ya que se calcula una fuente equivalente de voltaje en el punto de la falla, para posteriormente calcular la corriente de cortocircuito.

#### 4.6.2 CARACTERÍSTICAS DE CÁLCULO

Se definen los siguientes parámetros según la norma IEC 60909:

- $I''_k$ : corriente de cortocircuito simétrica inicial.
- $i_p$ : corriente pico de cortocircuito, calculada según el método C de la corriente simétrica de cortocircuito inicial IEC 60909.
- $I_k$ : corriente de cortocircuito permanente.

Las siguientes figuras muestran la forma de onda de una corriente de cortocircuito:



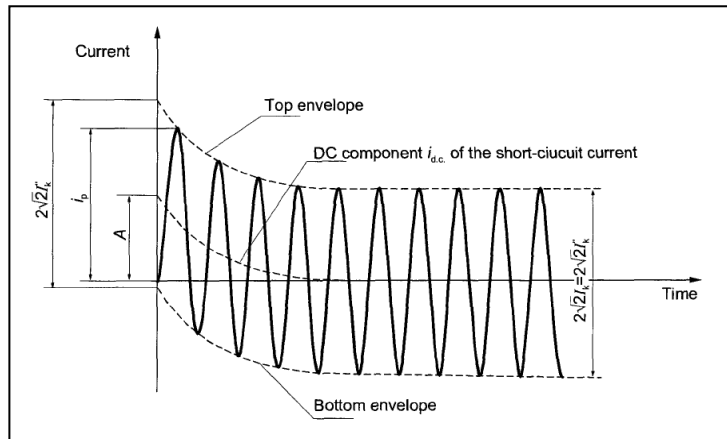


Figura 16. Corriente cortocircuito de cortocircuito alejado del generador con componente constante c.a.

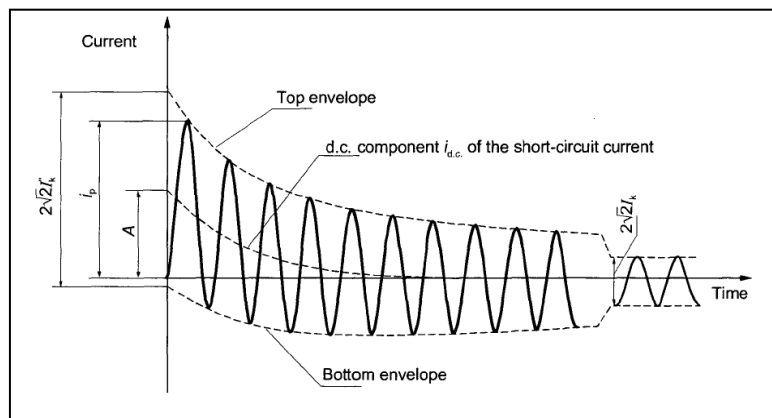


Figura 17. Corriente cortocircuito de cortocircuito de un cuasi-generador con componente de decaimiento c.a.

En resumen, se van a mostrar los siguientes valores relacionados con el cortocircuito:

- **Corriente de cortocircuito simétrica inicial ( $I_k''$ ):** Valor eficaz de la componente simétrica alterna de la corriente de cortocircuito en el instante en el que se inicia el cortocircuito.
- **Valor de pico de la corriente de cortocircuito ( $I_p$ ):** Valor instantáneo máximo posible de la corriente de cortocircuito. Para calcular esta corriente se considera una asimetría máxima debido a la componente de corriente continua, esta asimetría depende de la relación  $R/X$  y del voltaje en el instante del cortocircuito.
- **Corriente de cortocircuito permanente ( $I_k$ ):** Es el valor eficaz de la corriente de cortocircuito que se mantiene después de haber terminado los fenómenos transitorios.

#### 4.6.3 CRITERIOS DE CÁLCULO

En este estudio se muestran los siguientes casos:

- Cortocircuito trifásico (Máximo y mínimo).
- Cortocircuito bifásico.
- Cortocircuito bifásico a tierra.
- Cortocircuito monofásico a tierra.

Según la norma IEC 60909-0, el cálculo de cortocircuitos se ha realizado teniendo en cuenta, para el cálculo del cortocircuito máximo:

- Tensión factor c: 1.1 tensión p.u. para todas las barras colectoras.
- Temperatura mínima de funcionamiento para las resistencias de los cables: 20 °C.
- Se considera el caso de aerogenerador más desfavorable.

Para el cálculo del cortocircuito mínimo, se ha tenido en cuenta:

- Tensión factor c: 1.0 tensión p.u. para todas las barras colectoras.
- Se consideran los aerogeneradores fuera de servicio.
- Se considera el caso de aerogenerador más desfavorable.

#### 4.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS

Se modela el unifilar del parque eólico en el software DigSILENT Power Factory 2020 incluyendo aerogeneradores, terminales BT, transformadores BT/MT, cabinas MT, conductores, celdas de MT en subestación, transformador AT/MT y red eléctrica externa.

Se ejecutan cortocircuitos trifásicos, bifásicos, bifásicos a tierra y monofásicos a tierra en todas las barras de la planta.

La información que se muestra en la tabla 29 para cada tipo de fallo es la siguiente:

- Tensión nominal (kV): tensión nominal de barras.
  - $I_k''$  (kA): corriente de cortocircuito simétrica inicial.
  - $I_p$  (kA): corriente de cortocircuito de pico.
  - $I_k$  (kA): corriente de cortocircuito permanente
  - $I_{0x3}$  (kA): corriente de cortocircuito a tierra

A continuación, se muestran los cortocircuitos en los terminales de BT y MT de los aerogeneradores, en las cabinas de MT y en las barras de AT de la subestación. Se realizan los cortocircuitos máximos trifásicos, bifásicos, bifásicos a tierra y monofásicos y el cortocircuito mínimo trifásico del aerogenerador del parque eólico con resultados más desfavorables.

Los resultados completos se incluyen en el apéndice 1.

ESTUDIO	TERMINAL	ELEMENTO	Tensión [kV]	$I_k''$ [kA]	$I_p$ [kA]	$I_k$ [kA]	$I_{ox3}$ [kA]
CORTOCIRCUIT O TRIFÁSICO MÁXIMO	BT AEROGENERADOR	CALC-08	0,72	65,085	161,437	43,681	--
	MT AEROGENERADOR	CALC-08	30	10,183	26,044	8,137	--
	MT SUBESTACIÓN	--	30	10,628	28,272	8,525	--
	AT SUBESTACIÓN	--	220	26,303	64,952	26,07	--
CORTOCIRCUIT O TRIFÁSICO MÍNIMO	BT AEROGENERADOR	CALC-08	0,72	44,860	111,646	44,860	--
	MT AEROGENERADOR	CALC-08	30	7,173	18,543	7,173	--
	MT SUBESTACIÓN	--	30	7,459	20,271	7,459	--
	AT SUBESTACIÓN	--	220	20,856	51,498	20,856	--
CORTOCIRCUIT O BIFÁSICO	BT AEROGENERADOR	CALC-08	0,72	49,923	123,831	49,923	--
	MT AEROGENERADOR	CALC-08	30	7,863	20,110	7,863	--
	MT SUBESTACIÓN	--	30	8,194	21,797	8,194	--
	AT SUBESTACIÓN	--	132	22,678	56,000	22,678	--
CORTOCIRCUIT O BIFÁSICO A TIERRA	BT AEROGENERADOR	CALC-08	0,72	58,452	144,986	58,452	60,438
	MT AEROGENERADOR	CALC-08	30	8,856	22,650	8,856	5,136
	MT SUBESTACIÓN	--	30	8,951	23,813	8,951	5,258
	AT SUBESTACIÓN	--	132	26,463	65,348	26,463	27,344
CORTOCIRCUIT O MONOFÁSICO A TIERRA	BT AEROGENERADOR	CALC-08	0,72	0	0	0	55,799
	MT AEROGENERADOR	CALC-08	30	0	0	0	19,437
	MT SUBESTACIÓN	--	30	0	0	0	18,219
	AT SUBESTACIÓN	--	132	0	0	0	26,694

Tabla 27. Intensidades de cortocircuito

## 4.8 CONCLUSIONES

La capacidad de cortocircuito de las barras y conductores del parque es suficiente para soportar las corrientes de cortocircuito que se obtendrían en faltas trifásicas, bifásicas, bifásicas a tierra y monofásicas a tierra (véase tabla 29).

Para comprobar la red de tierras de la subestación, se han seleccionado los siguientes valores de cortocircuito máximos en los diferentes niveles de tensión:

Tensión Nominal (kV)	Falta Monofásica a Tierra (kA)	Falta Bifásica a Tierra (kA)
30	18,219	5,258
220	26,694	27,344

Tabla 28: Intensidades máximas de cortocircuito a tierra. Subestación

**5. APÉNDICE 1. RESULTADOS DE ESTUDIO DE RED DE TIERRAS Y CORTOCIRCUITO**

**Electrical Transient Analyzer Program**

**Ground Grid Systems**

Finite Element Method

Number of Ground Conductors:	475
Number of Ground Rods:	0
Total Length of Ground Conductors:	5560.00 m
Total Length of Ground Rods:	0.00 m
Total Computational Time:	17.00 minutes
Frequency:	50,0
Unit System:	Metric
Project Filename:	PPEE_CostanayCampoAlto
Output Filename:	C:\ETAP 2100\PPEE_CostanayCampoAlto\Campo Alto_Campo Alto.GR1S



Ground Grid Input Data

System Data

Freq. Hz	Weight kg	Ambient Temp. °C	Short-Circuit Current				Fault Duration (Seconds)			Plot Step m	Extended Boundary Length m
			Total Fault Current kA	X/R	Sf Division Factor %	Cp Projection Factor %	Tf for Total Fault Duration	Tc for Sizing Ground Conductors	Ts for Available Body Current		
50,0	50	40.00	0.500	10.00	100.0	100.0	1.00	1.00	1.00	1.0	0.00

Soil Data

Surface Material			Upper Layer Soil			Lower Layer Soil	
Material Type		Resistivity ohm.m	Depth m	Material Type		Resistivity ohm.m	Depth m
Clean limestone		200.0	0.500	Moist soil		200.0	5.00
						Moist soil	200.0

Material Constants

Conductor/Rod	Type	Conductivity %	αr Factor		K0 @ 0 °C	Fusing Temperature °C	Resistivity of Ground Conductor @ 20°C micro ohm.cm	Thermal Capacity Per Unit Volume J/(cm³.°C)
			@ 20 °C	1/°C				
Conductor	Copper, annealed soft-drawn	100.0	0.00393		234.0	1083.0	1.72	3.42

Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C1	Copper, annealed soft-drawn	70	2142.58	571.12	1.30	2142.80	573.20	1.30	2.09	NO	10.00
C10	Copper, annealed soft-drawn	70	2127.80	564.54	1.30	2129.71	563.69	1.30	2.09	NO	10.00
C100	Copper, annealed soft-drawn	70	1880.84	758.50	1.30	1884.77	758.50	1.30	3.93	NO	10.00
C101	Copper, annealed soft-drawn	70	1876.99	759.32	1.30	1880.84	758.50	1.30	3.93	NO	10.00
C102	Copper, annealed soft-drawn	70	1873.40	760.92	1.30	1876.99	759.32	1.30	3.93	NO	10.00
C103	Copper, annealed soft-drawn	70	1870.22	763.23	1.30	1873.40	760.92	1.30	3.93	NO	10.00
C104	Copper, annealed soft-drawn	70	1867.59	766.15	1.30	1870.22	763.23	1.30	3.93	NO	10.00
C105	Copper, annealed soft-drawn	70	1865.63	769.55	1.30	1867.59	766.15	1.30	3.93	NO	10.00
C106	Copper, annealed soft-drawn	70	1864.41	773.29	1.30	1865.63	769.55	1.30	3.93	NO	10.00
C107	Copper, annealed soft-drawn	70	1864.00	777.20	1.30	1864.41	773.29	1.30	3.93	NO	10.00
C108	Copper, annealed soft-drawn	70	1864.41	781.11	1.30	1864.00	777.20	1.30	3.93	NO	10.00
C109	Copper, annealed soft-drawn	70	1865.63	784.85	1.30	1864.41	781.11	1.30	3.93	NO	10.00
C11	Copper, annealed soft-drawn	70	2126.11	565.77	1.30	2127.80	564.54	1.30	2.09	NO	10.00
C110	Copper, annealed soft-drawn	70	1867.59	788.25	1.30	1865.63	784.85	1.30	3.93	NO	10.00
C111	Copper, annealed soft-drawn	70	1870.22	791.17	1.30	1867.59	788.25	1.30	3.93	NO	10.00
C112	Copper, annealed soft-drawn	70	1873.40	793.48	1.30	1870.22	791.17	1.30	3.93	NO	10.00

Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C113	Copper, annealed soft-drawn	70	1876.99	795.08	1.30	1873.40	793.48	1.30	3.93	NO	10.00
C114	Copper, annealed soft-drawn	70	1880.84	795.90	1.30	1876.99	795.08	1.30	3.93	NO	10.00
C115	Copper, annealed soft-drawn	70	1884.77	795.90	1.30	1880.84	795.90	1.30	3.93	NO	10.00
C116	Copper, annealed soft-drawn	70	1888.61	795.08	1.30	1884.77	795.90	1.30	3.93	NO	10.00
C117	Copper, annealed soft-drawn	70	1892.20	793.48	1.30	1888.61	795.08	1.30	3.93	NO	10.00
C118	Copper, annealed soft-drawn	70	1895.38	791.17	1.30	1892.20	793.48	1.30	3.93	NO	10.00
C119	Copper, annealed soft-drawn	70	1898.01	788.25	1.30	1895.38	791.17	1.30	3.93	NO	10.00
C12	Copper, annealed soft-drawn	70	2124.71	567.32	1.30	2126.11	565.77	1.30	2.09	NO	10.00
C120	Copper, annealed soft-drawn	70	1899.98	784.85	1.30	1898.01	788.25	1.30	3.93	NO	10.00
C121	Copper, annealed soft-drawn	70	1901.19	781.11	1.30	1899.98	784.85	1.30	3.93	NO	10.00
C122	Copper, annealed soft-drawn	70	1901.60	777.20	1.30	1901.19	781.11	1.30	3.93	NO	10.00
C123	Copper, annealed soft-drawn	70	1867.59	788.25	1.30	1898.01	766.15	1.30	37.60	NO	10.00
C124	Copper, annealed soft-drawn	70	1892.20	793.48	1.30	1873.40	760.92	1.30	37.60	NO	10.00
C125	Copper, annealed soft-drawn	70	1662.58	1051.12	1.30	1662.80	1053.20	1.30	2.09	NO	10.00
C126	Copper, annealed soft-drawn	70	1661.94	1049.13	1.30	1662.58	1051.12	1.30	2.09	NO	10.00
C127	Copper, annealed soft-drawn	70	1660.89	1047.32	1.30	1661.94	1049.13	1.30	2.09	NO	10.00
C128	Copper, annealed soft-drawn	70	1659.49	1045.77	1.30	1660.89	1047.32	1.30	2.09	NO	10.00
C129	Copper, annealed soft-drawn	70	1657.80	1044.54	1.30	1659.49	1045.77	1.30	2.09	NO	10.00
C13	Copper, annealed soft-drawn	70	2123.67	569.13	1.30	2124.71	567.32	1.30	2.09	NO	10.00
C130	Copper, annealed soft-drawn	70	1655.89	1043.69	1.30	1657.80	1044.54	1.30	2.09	NO	10.00
C131	Copper, annealed soft-drawn	70	1653.85	1043.26	1.30	1655.89	1043.69	1.30	2.09	NO	10.00
C132	Copper, annealed soft-drawn	70	1651.76	1043.26	1.30	1653.85	1043.26	1.30	2.09	NO	10.00
C133	Copper, annealed soft-drawn	70	1649.71	1043.69	1.30	1651.76	1043.26	1.30	2.09	NO	10.00
C134	Copper, annealed soft-drawn	70	1647.80	1044.54	1.30	1649.71	1043.69	1.30	2.09	NO	10.00
C135	Copper, annealed soft-drawn	70	1646.11	1045.77	1.30	1647.80	1044.54	1.30	2.09	NO	10.00
C136	Copper, annealed soft-drawn	70	1644.71	1047.32	1.30	1646.11	1045.77	1.30	2.09	NO	10.00
C137	Copper, annealed soft-drawn	70	1643.67	1049.13	1.30	1644.71	1047.32	1.30	2.09	NO	10.00
C138	Copper, annealed soft-drawn	70	1643.02	1051.12	1.30	1643.67	1049.13	1.30	2.09	NO	10.00
C139	Copper, annealed soft-drawn	70	1642.80	1053.20	1.30	1643.02	1051.12	1.30	2.09	NO	10.00
C14	Copper, annealed soft-drawn	70	2123.02	571.12	1.30	2123.67	569.13	1.30	2.09	NO	10.00
C140	Copper, annealed soft-drawn	70	1643.02	1055.28	1.30	1642.80	1053.20	1.30	2.09	NO	10.00
C141	Copper, annealed soft-drawn	70	1643.67	1057.27	1.30	1643.02	1055.28	1.30	2.09	NO	10.00
C142	Copper, annealed soft-drawn	70	1644.71	1059.08	1.30	1643.67	1057.27	1.30	2.09	NO	10.00
C143	Copper, annealed soft-drawn	70	1646.11	1060.63	1.30	1644.71	1059.08	1.30	2.09	NO	10.00
C144	Copper, annealed soft-drawn	70	1647.80	1061.86	1.30	1646.11	1060.63	1.30	2.09	NO	10.00
C145	Copper, annealed soft-drawn	70	1649.71	1062.71	1.30	1647.80	1061.86	1.30	2.09	NO	10.00
C146	Copper, annealed soft-drawn	70	1651.76	1063.15	1.30	1649.71	1062.71	1.30	2.09	NO	10.00
C147	Copper, annealed soft-drawn	70	1653.85	1063.15	1.30	1651.76	1063.15	1.30	2.09	NO	10.00
C148	Copper, annealed soft-drawn	70	1655.89	1062.71	1.30	1653.85	1063.15	1.30	2.09	NO	10.00
C149	Copper, annealed soft-drawn	70	1657.80	1061.86	1.30	1655.89	1062.71	1.30	2.09	NO	10.00
C15	Copper, annealed soft-drawn	70	2122.80	573.20	1.30	2123.02	571.12	1.30	2.09	NO	10.00

Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C150	Copper, annealed soft-drawn	70	1659.49	1060.63	1.30	1657.80	1061.86	1.30	2.09	NO	10.00
C151	Copper, annealed soft-drawn	70	1660.89	1059.08	1.30	1659.49	1060.63	1.30	2.09	NO	10.00
C152	Copper, annealed soft-drawn	70	1661.94	1057.27	1.30	1660.89	1059.08	1.30	2.09	NO	10.00
C153	Copper, annealed soft-drawn	70	1662.58	1055.28	1.30	1661.94	1057.27	1.30	2.09	NO	10.00
C154	Copper, annealed soft-drawn	70	1662.80	1053.20	1.30	1662.58	1055.28	1.30	2.09	NO	10.00
C155	Copper, annealed soft-drawn	70	1671.19	1049.29	1.30	1671.60	1053.20	1.30	3.93	NO	10.00
C156	Copper, annealed soft-drawn	70	1669.98	1045.55	1.30	1671.19	1049.29	1.30	3.93	NO	10.00
C157	Copper, annealed soft-drawn	70	1668.01	1042.15	1.30	1669.98	1045.55	1.30	3.93	NO	10.00
C158	Copper, annealed soft-drawn	70	1665.38	1039.23	1.30	1668.01	1042.15	1.30	3.93	NO	10.00
C159	Copper, annealed soft-drawn	70	1662.20	1036.92	1.30	1665.38	1039.23	1.30	3.93	NO	10.00
C16	Copper, annealed soft-drawn	70	2123.02	575.28	1.30	2122.80	573.20	1.30	2.09	NO	10.00
C160	Copper, annealed soft-drawn	70	1658.61	1035.32	1.30	1662.20	1036.92	1.30	3.93	NO	10.00
C161	Copper, annealed soft-drawn	70	1654.77	1034.50	1.30	1658.61	1035.32	1.30	3.93	NO	10.00
C162	Copper, annealed soft-drawn	70	1650.84	1034.50	1.30	1654.77	1034.50	1.30	3.93	NO	10.00
C163	Copper, annealed soft-drawn	70	1646.99	1035.32	1.30	1650.84	1034.50	1.30	3.93	NO	10.00
C164	Copper, annealed soft-drawn	70	1643.40	1036.92	1.30	1646.99	1035.32	1.30	3.93	NO	10.00
C165	Copper, annealed soft-drawn	70	1640.22	1039.23	1.30	1643.40	1036.92	1.30	3.93	NO	10.00
C166	Copper, annealed soft-drawn	70	1637.59	1042.15	1.30	1640.22	1039.23	1.30	3.93	NO	10.00
C167	Copper, annealed soft-drawn	70	1635.63	1045.55	1.30	1637.59	1042.15	1.30	3.93	NO	10.00
C168	Copper, annealed soft-drawn	70	1634.41	1049.29	1.30	1635.63	1045.55	1.30	3.93	NO	10.00
C169	Copper, annealed soft-drawn	70	1634.00	1053.20	1.30	1634.41	1049.29	1.30	3.93	NO	10.00
C17	Copper, annealed soft-drawn	70	2123.67	577.27	1.30	2123.02	575.28	1.30	2.09	NO	10.00
C170	Copper, annealed soft-drawn	70	1634.41	1057.11	1.30	1634.00	1053.20	1.30	3.93	NO	10.00
C171	Copper, annealed soft-drawn	70	1635.63	1060.85	1.30	1634.41	1057.11	1.30	3.93	NO	10.00
C172	Copper, annealed soft-drawn	70	1637.59	1064.25	1.30	1635.63	1060.85	1.30	3.93	NO	10.00
C173	Copper, annealed soft-drawn	70	1640.22	1067.17	1.30	1637.59	1064.25	1.30	3.93	NO	10.00
C174	Copper, annealed soft-drawn	70	1643.40	1069.48	1.30	1640.22	1067.17	1.30	3.93	NO	10.00
C175	Copper, annealed soft-drawn	70	1646.99	1071.08	1.30	1643.40	1069.48	1.30	3.93	NO	10.00
C176	Copper, annealed soft-drawn	70	1650.84	1071.90	1.30	1646.99	1071.08	1.30	3.93	NO	10.00
C177	Copper, annealed soft-drawn	70	1654.77	1071.90	1.30	1650.84	1071.90	1.30	3.93	NO	10.00
C178	Copper, annealed soft-drawn	70	1658.61	1071.08	1.30	1654.77	1071.90	1.30	3.93	NO	10.00
C179	Copper, annealed soft-drawn	70	1662.20	1069.48	1.30	1658.61	1071.08	1.30	3.93	NO	10.00
C18	Copper, annealed soft-drawn	70	2124.71	579.08	1.30	2123.67	577.27	1.30	2.09	NO	10.00
C180	Copper, annealed soft-drawn	70	1665.38	1067.17	1.30	1662.20	1069.48	1.30	3.93	NO	10.00
C181	Copper, annealed soft-drawn	70	1668.01	1064.25	1.30	1665.38	1067.17	1.30	3.93	NO	10.00
C182	Copper, annealed soft-drawn	70	1669.98	1060.85	1.30	1668.01	1064.25	1.30	3.93	NO	10.00
C183	Copper, annealed soft-drawn	70	1671.19	1057.11	1.30	1669.98	1060.85	1.30	3.93	NO	10.00
C184	Copper, annealed soft-drawn	70	1671.60	1053.20	1.30	1671.19	1057.11	1.30	3.93	NO	10.00
C185	Copper, annealed soft-drawn	70	1637.59	1064.25	1.30	1668.01	1042.15	1.30	37.60	NO	10.00
C186	Copper, annealed soft-drawn	70	1662.20	1069.48	1.30	1643.40	1036.92	1.30	37.60	NO	10.00
C187	Copper, annealed soft-drawn	70	1195.58	1133.12	1.30	1195.80	1135.20	1.30	2.09	NO	10.00

Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C188	Copper, annealed soft-drawn	70	1194.94	1131.13	1.30	1195.58	1133.12	1.30	2.09	NO	10.00
C189	Copper, annealed soft-drawn	70	1193.89	1129.32	1.30	1194.94	1131.13	1.30	2.09	NO	10.00
C19	Copper, annealed soft-drawn	70	2126.11	580.63	1.30	2124.71	579.08	1.30	2.09	NO	10.00
C190	Copper, annealed soft-drawn	70	1192.49	1127.77	1.30	1193.89	1129.32	1.30	2.09	NO	10.00
C191	Copper, annealed soft-drawn	70	1190.80	1126.54	1.30	1192.49	1127.77	1.30	2.09	NO	10.00
C192	Copper, annealed soft-drawn	70	1188.89	1125.69	1.30	1190.80	1126.54	1.30	2.09	NO	10.00
C193	Copper, annealed soft-drawn	70	1186.85	1125.26	1.30	1188.89	1125.69	1.30	2.09	NO	10.00
C194	Copper, annealed soft-drawn	70	1184.76	1125.26	1.30	1186.85	1125.26	1.30	2.09	NO	10.00
C195	Copper, annealed soft-drawn	70	1182.71	1125.69	1.30	1184.76	1125.26	1.30	2.09	NO	10.00
C196	Copper, annealed soft-drawn	70	1180.80	1126.54	1.30	1182.71	1125.69	1.30	2.09	NO	10.00
C197	Copper, annealed soft-drawn	70	1179.11	1127.77	1.30	1180.80	1126.54	1.30	2.09	NO	10.00
C198	Copper, annealed soft-drawn	70	1177.71	1129.32	1.30	1179.11	1127.77	1.30	2.09	NO	10.00
C199	Copper, annealed soft-drawn	70	1176.67	1131.13	1.30	1177.71	1129.32	1.30	2.09	NO	10.00
C2	Copper, annealed soft-drawn	70	2141.94	569.13	1.30	2142.58	571.12	1.30	2.09	NO	10.00
C20	Copper, annealed soft-drawn	70	2127.80	581.86	1.30	2126.11	580.63	1.30	2.09	NO	10.00
C200	Copper, annealed soft-drawn	70	1176.02	1133.12	1.30	1176.67	1131.13	1.30	2.09	NO	10.00
C201	Copper, annealed soft-drawn	70	1175.80	1135.20	1.30	1176.02	1133.12	1.30	2.09	NO	10.00
C202	Copper, annealed soft-drawn	70	1176.02	1137.28	1.30	1175.80	1135.20	1.30	2.09	NO	10.00
C203	Copper, annealed soft-drawn	70	1176.67	1139.27	1.30	1176.02	1137.28	1.30	2.09	NO	10.00
C204	Copper, annealed soft-drawn	70	1177.71	1141.08	1.30	1176.67	1139.27	1.30	2.09	NO	10.00
C205	Copper, annealed soft-drawn	70	1179.11	1142.63	1.30	1177.71	1141.08	1.30	2.09	NO	10.00
C206	Copper, annealed soft-drawn	70	1180.80	1143.86	1.30	1179.11	1142.63	1.30	2.09	NO	10.00
C207	Copper, annealed soft-drawn	70	1182.71	1144.71	1.30	1180.80	1143.86	1.30	2.09	NO	10.00
C208	Copper, annealed soft-drawn	70	1184.76	1145.15	1.30	1182.71	1144.71	1.30	2.09	NO	10.00
C209	Copper, annealed soft-drawn	70	1186.85	1145.15	1.30	1184.76	1145.15	1.30	2.09	NO	10.00
C21	Copper, annealed soft-drawn	70	2129.71	582.71	1.30	2127.80	581.86	1.30	2.09	NO	10.00
C210	Copper, annealed soft-drawn	70	1188.89	1144.71	1.30	1186.85	1145.15	1.30	2.09	NO	10.00
C211	Copper, annealed soft-drawn	70	1190.80	1143.86	1.30	1188.89	1144.71	1.30	2.09	NO	10.00
C212	Copper, annealed soft-drawn	70	1192.49	1142.63	1.30	1190.80	1143.86	1.30	2.09	NO	10.00
C213	Copper, annealed soft-drawn	70	1193.89	1141.08	1.30	1192.49	1142.63	1.30	2.09	NO	10.00
C214	Copper, annealed soft-drawn	70	1194.94	1139.27	1.30	1193.89	1141.08	1.30	2.09	NO	10.00
C215	Copper, annealed soft-drawn	70	1195.58	1137.28	1.30	1194.94	1139.27	1.30	2.09	NO	10.00
C216	Copper, annealed soft-drawn	70	1195.80	1135.20	1.30	1195.58	1137.28	1.30	2.09	NO	10.00
C217	Copper, annealed soft-drawn	70	1204.19	1131.29	1.30	1204.60	1135.20	1.30	3.93	NO	10.00
C218	Copper, annealed soft-drawn	70	1202.98	1127.55	1.30	1204.19	1131.29	1.30	3.93	NO	10.00
C219	Copper, annealed soft-drawn	70	1201.01	1124.15	1.30	1202.98	1127.55	1.30	3.93	NO	10.00
C22	Copper, annealed soft-drawn	70	2131.76	583.15	1.30	2129.71	582.71	1.30	2.09	NO	10.00
C220	Copper, annealed soft-drawn	70	1198.38	1121.23	1.30	1201.01	1124.15	1.30	3.93	NO	10.00
C221	Copper, annealed soft-drawn	70	1195.20	1118.92	1.30	1198.38	1121.23	1.30	3.93	NO	10.00
C222	Copper, annealed soft-drawn	70	1191.61	1117.32	1.30	1195.20	1118.92	1.30	3.93	NO	10.00
C223	Copper, annealed soft-drawn	70	1187.77	1116.50	1.30	1191.61	1117.32	1.30	3.93	NO	10.00

Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C224	Copper, annealed soft-drawn	70	1183.84	1116.50	1.30	1187.77	1116.50	1.30	3.93	NO	10.00
C225	Copper, annealed soft-drawn	70	1179.99	1117.32	1.30	1183.84	1116.50	1.30	3.93	NO	10.00
C226	Copper, annealed soft-drawn	70	1176.40	1118.92	1.30	1179.99	1117.32	1.30	3.93	NO	10.00
C227	Copper, annealed soft-drawn	70	1173.22	1121.23	1.30	1176.40	1118.92	1.30	3.93	NO	10.00
C228	Copper, annealed soft-drawn	70	1170.59	1124.15	1.30	1173.22	1121.23	1.30	3.93	NO	10.00
C229	Copper, annealed soft-drawn	70	1168.63	1127.55	1.30	1170.59	1124.15	1.30	3.93	NO	10.00
C23	Copper, annealed soft-drawn	70	2133.85	583.15	1.30	2131.76	583.15	1.30	2.09	NO	10.00
C230	Copper, annealed soft-drawn	70	1167.41	1131.29	1.30	1168.63	1127.55	1.30	3.93	NO	10.00
C231	Copper, annealed soft-drawn	70	1167.00	1135.20	1.30	1167.41	1131.29	1.30	3.93	NO	10.00
C232	Copper, annealed soft-drawn	70	1167.41	1139.11	1.30	1167.00	1135.20	1.30	3.93	NO	10.00
C233	Copper, annealed soft-drawn	70	1168.63	1142.85	1.30	1167.41	1139.11	1.30	3.93	NO	10.00
C234	Copper, annealed soft-drawn	70	1170.59	1146.25	1.30	1168.63	1142.85	1.30	3.93	NO	10.00
C235	Copper, annealed soft-drawn	70	1173.22	1149.17	1.30	1170.59	1146.25	1.30	3.93	NO	10.00
C236	Copper, annealed soft-drawn	70	1176.40	1151.48	1.30	1173.22	1149.17	1.30	3.93	NO	10.00
C237	Copper, annealed soft-drawn	70	1179.99	1153.08	1.30	1176.40	1151.48	1.30	3.93	NO	10.00
C238	Copper, annealed soft-drawn	70	1183.84	1153.90	1.30	1179.99	1153.08	1.30	3.93	NO	10.00
C239	Copper, annealed soft-drawn	70	1187.77	1153.90	1.30	1183.84	1153.90	1.30	3.93	NO	10.00
C24	Copper, annealed soft-drawn	70	2135.89	582.71	1.30	2133.85	583.15	1.30	2.09	NO	10.00
C240	Copper, annealed soft-drawn	70	1191.61	1153.08	1.30	1187.77	1153.90	1.30	3.93	NO	10.00
C241	Copper, annealed soft-drawn	70	1195.20	1151.48	1.30	1191.61	1153.08	1.30	3.93	NO	10.00
C242	Copper, annealed soft-drawn	70	1198.38	1149.17	1.30	1195.20	1151.48	1.30	3.93	NO	10.00
C243	Copper, annealed soft-drawn	70	1201.01	1146.25	1.30	1198.38	1149.17	1.30	3.93	NO	10.00
C244	Copper, annealed soft-drawn	70	1202.98	1142.85	1.30	1201.01	1146.25	1.30	3.93	NO	10.00
C245	Copper, annealed soft-drawn	70	1204.19	1139.11	1.30	1202.98	1142.85	1.30	3.93	NO	10.00
C246	Copper, annealed soft-drawn	70	1204.60	1135.20	1.30	1204.19	1139.11	1.30	3.93	NO	10.00
C247	Copper, annealed soft-drawn	70	1170.59	1146.25	1.30	1201.01	1124.15	1.30	37.60	NO	10.00
C248	Copper, annealed soft-drawn	70	1195.20	1151.48	1.30	1176.40	1118.92	1.30	37.60	NO	10.00
C249	Copper, annealed soft-drawn	70	827.58	1112.12	1.30	827.80	1114.20	1.30	2.09	NO	10.00
C25	Copper, annealed soft-drawn	70	2137.80	581.86	1.30	2135.89	582.71	1.30	2.09	NO	10.00
C250	Copper, annealed soft-drawn	70	826.94	1110.13	1.30	827.58	1112.12	1.30	2.09	NO	10.00
C251	Copper, annealed soft-drawn	70	825.89	1108.32	1.30	826.94	1110.13	1.30	2.09	NO	10.00
C252	Copper, annealed soft-drawn	70	824.49	1106.77	1.30	825.89	1108.32	1.30	2.09	NO	10.00
C253	Copper, annealed soft-drawn	70	822.80	1105.54	1.30	824.49	1106.77	1.30	2.09	NO	10.00
C254	Copper, annealed soft-drawn	70	820.89	1104.69	1.30	822.80	1105.54	1.30	2.09	NO	10.00
C255	Copper, annealed soft-drawn	70	818.85	1104.26	1.30	820.89	1104.69	1.30	2.09	NO	10.00
C256	Copper, annealed soft-drawn	70	816.76	1104.26	1.30	818.85	1104.26	1.30	2.09	NO	10.00
C257	Copper, annealed soft-drawn	70	814.71	1104.69	1.30	816.76	1104.26	1.30	2.09	NO	10.00
C258	Copper, annealed soft-drawn	70	812.80	1105.54	1.30	814.71	1104.69	1.30	2.09	NO	10.00
C259	Copper, annealed soft-drawn	70	811.11	1106.77	1.30	812.80	1105.54	1.30	2.09	NO	10.00
C26	Copper, annealed soft-drawn	70	2139.49	580.63	1.30	2137.80	581.86	1.30	2.09	NO	10.00
C260	Copper, annealed soft-drawn	70	809.71	1108.32	1.30	811.11	1106.77	1.30	2.09	NO	10.00



Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C261	Copper, annealed soft-drawn	70	808.67	1110.13	1.30	809.71	1108.32	1.30	2.09	NO	10.00
C262	Copper, annealed soft-drawn	70	808.02	1112.12	1.30	808.67	1110.13	1.30	2.09	NO	10.00
C263	Copper, annealed soft-drawn	70	807.80	1114.20	1.30	808.02	1112.12	1.30	2.09	NO	10.00
C264	Copper, annealed soft-drawn	70	808.02	1116.28	1.30	807.80	1114.20	1.30	2.09	NO	10.00
C265	Copper, annealed soft-drawn	70	808.67	1118.27	1.30	808.02	1116.28	1.30	2.09	NO	10.00
C266	Copper, annealed soft-drawn	70	809.71	1120.08	1.30	808.67	1118.27	1.30	2.09	NO	10.00
C267	Copper, annealed soft-drawn	70	811.11	1121.63	1.30	809.71	1120.08	1.30	2.09	NO	10.00
C268	Copper, annealed soft-drawn	70	812.80	1122.86	1.30	811.11	1121.63	1.30	2.09	NO	10.00
C269	Copper, annealed soft-drawn	70	814.71	1123.71	1.30	812.80	1122.86	1.30	2.09	NO	10.00
C27	Copper, annealed soft-drawn	70	2140.89	579.08	1.30	2139.49	580.63	1.30	2.09	NO	10.00
C270	Copper, annealed soft-drawn	70	816.76	1124.15	1.30	814.71	1123.71	1.30	2.09	NO	10.00
C271	Copper, annealed soft-drawn	70	818.85	1124.15	1.30	816.76	1124.15	1.30	2.09	NO	10.00
C272	Copper, annealed soft-drawn	70	820.89	1123.71	1.30	818.85	1124.15	1.30	2.09	NO	10.00
C273	Copper, annealed soft-drawn	70	822.80	1122.86	1.30	820.89	1123.71	1.30	2.09	NO	10.00
C274	Copper, annealed soft-drawn	70	824.49	1121.63	1.30	822.80	1122.86	1.30	2.09	NO	10.00
C275	Copper, annealed soft-drawn	70	825.89	1120.08	1.30	824.49	1121.63	1.30	2.09	NO	10.00
C276	Copper, annealed soft-drawn	70	826.94	1118.27	1.30	825.89	1120.08	1.30	2.09	NO	10.00
C277	Copper, annealed soft-drawn	70	827.58	1116.28	1.30	826.94	1118.27	1.30	2.09	NO	10.00
C278	Copper, annealed soft-drawn	70	827.80	1114.20	1.30	827.58	1116.28	1.30	2.09	NO	10.00
C279	Copper, annealed soft-drawn	70	836.19	1110.29	1.30	836.60	1114.20	1.30	3.93	NO	10.00
C28	Copper, annealed soft-drawn	70	2141.94	577.27	1.30	2140.89	579.08	1.30	2.09	NO	10.00
C280	Copper, annealed soft-drawn	70	834.98	1106.55	1.30	836.19	1110.29	1.30	3.93	NO	10.00
C281	Copper, annealed soft-drawn	70	833.01	1103.15	1.30	834.98	1106.55	1.30	3.93	NO	10.00
C282	Copper, annealed soft-drawn	70	830.38	1100.23	1.30	833.01	1103.15	1.30	3.93	NO	10.00
C283	Copper, annealed soft-drawn	70	827.20	1097.92	1.30	830.38	1100.23	1.30	3.93	NO	10.00
C284	Copper, annealed soft-drawn	70	823.61	1096.32	1.30	827.20	1097.92	1.30	3.93	NO	10.00
C285	Copper, annealed soft-drawn	70	819.77	1095.50	1.30	823.61	1096.32	1.30	3.93	NO	10.00
C286	Copper, annealed soft-drawn	70	815.84	1095.50	1.30	819.77	1095.50	1.30	3.93	NO	10.00
C287	Copper, annealed soft-drawn	70	811.99	1096.32	1.30	815.84	1095.50	1.30	3.93	NO	10.00
C288	Copper, annealed soft-drawn	70	808.40	1097.92	1.30	811.99	1096.32	1.30	3.93	NO	10.00
C289	Copper, annealed soft-drawn	70	805.22	1100.23	1.30	808.40	1097.92	1.30	3.93	NO	10.00
C29	Copper, annealed soft-drawn	70	2142.58	575.28	1.30	2141.94	577.27	1.30	2.09	NO	10.00
C290	Copper, annealed soft-drawn	70	802.59	1103.15	1.30	805.22	1100.23	1.30	3.93	NO	10.00
C291	Copper, annealed soft-drawn	70	800.63	1106.55	1.30	802.59	1103.15	1.30	3.93	NO	10.00
C292	Copper, annealed soft-drawn	70	799.41	1110.29	1.30	800.63	1106.55	1.30	3.93	NO	10.00
C293	Copper, annealed soft-drawn	70	799.00	1114.20	1.30	799.41	1110.29	1.30	3.93	NO	10.00
C294	Copper, annealed soft-drawn	70	799.41	1118.11	1.30	799.00	1114.20	1.30	3.93	NO	10.00
C295	Copper, annealed soft-drawn	70	800.63	1121.85	1.30	799.41	1118.11	1.30	3.93	NO	10.00
C296	Copper, annealed soft-drawn	70	802.59	1125.25	1.30	800.63	1121.85	1.30	3.93	NO	10.00
C297	Copper, annealed soft-drawn	70	805.22	1128.17	1.30	802.59	1125.25	1.30	3.93	NO	10.00
C298	Copper, annealed soft-drawn	70	808.40	1130.48	1.30	805.22	1128.17	1.30	3.93	NO	10.00

Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C299	Copper, annealed soft-drawn	70	811.99	1132.08	1.30	808.40	1130.48	1.30	3.93	NO	10.00
C3	Copper, annealed soft-drawn	70	2140.89	567.32	1.30	2141.94	569.13	1.30	2.09	NO	10.00
C30	Copper, annealed soft-drawn	70	2142.80	573.20	1.30	2142.58	575.28	1.30	2.09	NO	10.00
C300	Copper, annealed soft-drawn	70	815.84	1132.90	1.30	811.99	1132.08	1.30	3.93	NO	10.00
C301	Copper, annealed soft-drawn	70	819.77	1132.90	1.30	815.84	1132.90	1.30	3.93	NO	10.00
C302	Copper, annealed soft-drawn	70	823.61	1132.08	1.30	819.77	1132.90	1.30	3.93	NO	10.00
C303	Copper, annealed soft-drawn	70	827.20	1130.48	1.30	823.61	1132.08	1.30	3.93	NO	10.00
C304	Copper, annealed soft-drawn	70	830.38	1128.17	1.30	827.20	1130.48	1.30	3.93	NO	10.00
C305	Copper, annealed soft-drawn	70	833.01	1125.25	1.30	830.38	1128.17	1.30	3.93	NO	10.00
C306	Copper, annealed soft-drawn	70	834.98	1121.85	1.30	833.01	1125.25	1.30	3.93	NO	10.00
C307	Copper, annealed soft-drawn	70	836.19	1118.11	1.30	834.98	1121.85	1.30	3.93	NO	10.00
C308	Copper, annealed soft-drawn	70	836.60	1114.20	1.30	836.19	1118.11	1.30	3.93	NO	10.00
C309	Copper, annealed soft-drawn	70	802.59	1125.25	1.30	833.01	1103.15	1.30	37.60	NO	10.00
C31	Copper, annealed soft-drawn	70	2151.19	569.29	1.30	2151.60	573.20	1.30	3.93	NO	10.00
C310	Copper, annealed soft-drawn	70	827.20	1130.48	1.30	808.40	1097.92	1.30	37.60	NO	10.00
C311	Copper, annealed soft-drawn	70	33.58	1151.12	1.30	33.80	1153.20	1.30	2.09	NO	10.00
C312	Copper, annealed soft-drawn	70	32.94	1149.13	1.30	33.58	1151.12	1.30	2.09	NO	10.00
C313	Copper, annealed soft-drawn	70	31.89	1147.32	1.30	32.94	1149.13	1.30	2.09	NO	10.00
C314	Copper, annealed soft-drawn	70	30.49	1145.77	1.30	31.89	1147.32	1.30	2.09	NO	10.00
C315	Copper, annealed soft-drawn	70	28.80	1144.54	1.30	30.49	1145.77	1.30	2.09	NO	10.00
C316	Copper, annealed soft-drawn	70	26.89	1143.69	1.30	28.80	1144.54	1.30	2.09	NO	10.00
C317	Copper, annealed soft-drawn	70	24.85	1143.26	1.30	26.89	1143.69	1.30	2.09	NO	10.00
C318	Copper, annealed soft-drawn	70	22.76	1143.26	1.30	24.85	1143.26	1.30	2.09	NO	10.00
C319	Copper, annealed soft-drawn	70	20.71	1143.69	1.30	22.76	1143.26	1.30	2.09	NO	10.00
C32	Copper, annealed soft-drawn	70	2149.98	565.55	1.30	2151.19	569.29	1.30	3.93	NO	10.00
C320	Copper, annealed soft-drawn	70	18.80	1144.54	1.30	20.71	1143.69	1.30	2.09	NO	10.00
C321	Copper, annealed soft-drawn	70	17.11	1145.77	1.30	18.80	1144.54	1.30	2.09	NO	10.00
C322	Copper, annealed soft-drawn	70	15.71	1147.32	1.30	17.11	1145.77	1.30	2.09	NO	10.00
C323	Copper, annealed soft-drawn	70	14.67	1149.13	1.30	15.71	1147.32	1.30	2.09	NO	10.00
C324	Copper, annealed soft-drawn	70	14.02	1151.12	1.30	14.67	1149.13	1.30	2.09	NO	10.00
C325	Copper, annealed soft-drawn	70	13.80	1153.20	1.30	14.02	1151.12	1.30	2.09	NO	10.00
C326	Copper, annealed soft-drawn	70	14.02	1155.28	1.30	13.80	1153.20	1.30	2.09	NO	10.00
C327	Copper, annealed soft-drawn	70	14.67	1157.27	1.30	14.02	1155.28	1.30	2.09	NO	10.00
C328	Copper, annealed soft-drawn	70	15.71	1159.08	1.30	14.67	1157.27	1.30	2.09	NO	10.00
C329	Copper, annealed soft-drawn	70	17.11	1160.63	1.30	15.71	1159.08	1.30	2.09	NO	10.00
C33	Copper, annealed soft-drawn	70	2148.01	562.15	1.30	2149.98	565.55	1.30	3.93	NO	10.00
C330	Copper, annealed soft-drawn	70	18.80	1161.86	1.30	17.11	1160.63	1.30	2.09	NO	10.00
C331	Copper, annealed soft-drawn	70	20.71	1162.71	1.30	18.80	1161.86	1.30	2.09	NO	10.00
C332	Copper, annealed soft-drawn	70	22.76	1163.15	1.30	20.71	1162.71	1.30	2.09	NO	10.00
C333	Copper, annealed soft-drawn	70	24.85	1163.15	1.30	22.76	1163.15	1.30	2.09	NO	10.00
C334	Copper, annealed soft-drawn	70	26.89	1162.71	1.30	24.85	1163.15	1.30	2.09	NO	10.00

Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C335	Copper, annealed soft-drawn	70	28.80	1161.86	1.30	26.89	1162.71	1.30	2.09	NO	10.00
C336	Copper, annealed soft-drawn	70	30.49	1160.63	1.30	28.80	1161.86	1.30	2.09	NO	10.00
C337	Copper, annealed soft-drawn	70	31.89	1159.08	1.30	30.49	1160.63	1.30	2.09	NO	10.00
C338	Copper, annealed soft-drawn	70	32.94	1157.27	1.30	31.89	1159.08	1.30	2.09	NO	10.00
C339	Copper, annealed soft-drawn	70	33.58	1155.28	1.30	32.94	1157.27	1.30	2.09	NO	10.00
C34	Copper, annealed soft-drawn	70	2145.38	559.23	1.30	2148.01	562.15	1.30	3.93	NO	10.00
C340	Copper, annealed soft-drawn	70	33.80	1153.20	1.30	33.58	1155.28	1.30	2.09	NO	10.00
C341	Copper, annealed soft-drawn	70	42.19	1149.29	1.30	42.60	1153.20	1.30	3.93	NO	10.00
C342	Copper, annealed soft-drawn	70	40.98	1145.55	1.30	42.19	1149.29	1.30	3.93	NO	10.00
C343	Copper, annealed soft-drawn	70	39.01	1142.15	1.30	40.98	1145.55	1.30	3.93	NO	10.00
C344	Copper, annealed soft-drawn	70	36.38	1139.23	1.30	39.01	1142.15	1.30	3.93	NO	10.00
C345	Copper, annealed soft-drawn	70	33.20	1136.92	1.30	36.38	1139.23	1.30	3.93	NO	10.00
C346	Copper, annealed soft-drawn	70	29.61	1135.32	1.30	33.20	1136.92	1.30	3.93	NO	10.00
C347	Copper, annealed soft-drawn	70	25.77	1134.50	1.30	29.61	1135.32	1.30	3.93	NO	10.00
C348	Copper, annealed soft-drawn	70	21.84	1134.50	1.30	25.77	1134.50	1.30	3.93	NO	10.00
C349	Copper, annealed soft-drawn	70	17.99	1135.32	1.30	21.84	1134.50	1.30	3.93	NO	10.00
C35	Copper, annealed soft-drawn	70	2142.20	556.92	1.30	2145.38	559.23	1.30	3.93	NO	10.00
C350	Copper, annealed soft-drawn	70	14.40	1136.92	1.30	17.99	1135.32	1.30	3.93	NO	10.00
C351	Copper, annealed soft-drawn	70	11.22	1139.23	1.30	14.40	1136.92	1.30	3.93	NO	10.00
C352	Copper, annealed soft-drawn	70	8.59	1142.15	1.30	11.22	1139.23	1.30	3.93	NO	10.00
C353	Copper, annealed soft-drawn	70	6.63	1145.55	1.30	8.59	1142.15	1.30	3.93	NO	10.00
C354	Copper, annealed soft-drawn	70	5.41	1149.29	1.30	6.63	1145.55	1.30	3.93	NO	10.00
C355	Copper, annealed soft-drawn	70	5.00	1153.20	1.30	5.41	1149.29	1.30	3.93	NO	10.00
C356	Copper, annealed soft-drawn	70	5.41	1157.11	1.30	5.00	1153.20	1.30	3.93	NO	10.00
C357	Copper, annealed soft-drawn	70	6.63	1160.85	1.30	5.41	1157.11	1.30	3.93	NO	10.00
C358	Copper, annealed soft-drawn	70	8.59	1164.25	1.30	6.63	1160.85	1.30	3.93	NO	10.00
C359	Copper, annealed soft-drawn	70	11.22	1167.17	1.30	8.59	1164.25	1.30	3.93	NO	10.00
C36	Copper, annealed soft-drawn	70	2138.61	555.32	1.30	2142.20	556.92	1.30	3.93	NO	10.00
C360	Copper, annealed soft-drawn	70	14.40	1169.48	1.30	11.22	1167.17	1.30	3.93	NO	10.00
C361	Copper, annealed soft-drawn	70	17.99	1171.08	1.30	14.40	1169.48	1.30	3.93	NO	10.00
C362	Copper, annealed soft-drawn	70	21.84	1171.90	1.30	17.99	1171.08	1.30	3.93	NO	10.00
C363	Copper, annealed soft-drawn	70	25.77	1171.90	1.30	21.84	1171.90	1.30	3.93	NO	10.00
C364	Copper, annealed soft-drawn	70	29.61	1171.08	1.30	25.77	1171.90	1.30	3.93	NO	10.00
C365	Copper, annealed soft-drawn	70	33.20	1169.48	1.30	29.61	1171.08	1.30	3.93	NO	10.00
C366	Copper, annealed soft-drawn	70	36.38	1167.17	1.30	33.20	1169.48	1.30	3.93	NO	10.00
C367	Copper, annealed soft-drawn	70	39.01	1164.25	1.30	36.38	1167.17	1.30	3.93	NO	10.00
C368	Copper, annealed soft-drawn	70	40.98	1160.85	1.30	39.01	1164.25	1.30	3.93	NO	10.00
C369	Copper, annealed soft-drawn	70	42.19	1157.11	1.30	40.98	1160.85	1.30	3.93	NO	10.00
C37	Copper, annealed soft-drawn	70	2134.77	554.50	1.30	2138.61	555.32	1.30	3.93	NO	10.00
C370	Copper, annealed soft-drawn	70	42.60	1153.20	1.30	42.19	1157.11	1.30	3.93	NO	10.00
C371	Copper, annealed soft-drawn	70	2196.63	19.11	1.30	2199.16	13.70	1.30	5.97	NO	10.00

Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C372	Copper, annealed soft-drawn	70	2169.55	5.00	1.30	2196.63	19.11	1.30	30.53	NO	10.00
C373	Copper, annealed soft-drawn	70	2160.58	6.62	1.30	2169.55	5.00	1.30	9.12	NO	10.00
C374	Copper, annealed soft-drawn	70	2179.12	105.56	1.30	2160.58	6.62	1.30	100.66	NO	10.00
C375	Copper, annealed soft-drawn	70	2180.53	136.93	1.30	2179.12	105.56	1.30	31.40	NO	10.00
C376	Copper, annealed soft-drawn	70	2134.92	245.22	1.30	2180.53	136.93	1.30	117.50	NO	10.00
C377	Copper, annealed soft-drawn	70	2110.23	270.25	1.30	2134.92	245.22	1.30	35.16	NO	10.00
C378	Copper, annealed soft-drawn	70	2100.12	284.99	1.30	2110.23	270.25	1.30	17.88	NO	10.00
C379	Copper, annealed soft-drawn	70	2097.52	302.79	1.30	2100.12	284.99	1.30	17.99	NO	10.00
C38	Copper, annealed soft-drawn	70	2130.84	554.50	1.30	2134.77	554.50	1.30	3.93	NO	10.00
C380	Copper, annealed soft-drawn	70	2102.13	326.41	1.30	2097.52	302.79	1.30	24.06	NO	10.00
C381	Copper, annealed soft-drawn	70	2090.52	339.43	1.30	2102.13	326.41	1.30	17.44	NO	10.00
C382	Copper, annealed soft-drawn	70	2075.76	337.37	1.30	2090.52	339.43	1.30	14.90	NO	10.00
C383	Copper, annealed soft-drawn	70	2059.22	338.52	1.30	2075.76	337.37	1.30	16.58	NO	10.00
C384	Copper, annealed soft-drawn	70	2043.65	346.44	1.30	2059.22	338.52	1.30	17.47	NO	10.00
C385	Copper, annealed soft-drawn	70	2024.77	359.55	1.30	2043.65	346.44	1.30	22.98	NO	10.00
C386	Copper, annealed soft-drawn	70	2146.09	581.18	1.30	2132.80	573.20	1.30	15.50	NO	10.00
C387	Copper, annealed soft-drawn	70	2149.56	573.88	1.30	2146.09	581.18	1.30	8.08	NO	10.00
C388	Copper, annealed soft-drawn	70	2158.29	561.22	1.30	2149.56	573.88	1.30	15.38	NO	10.00
C389	Copper, annealed soft-drawn	70	2163.01	546.48	1.30	2158.29	561.22	1.30	15.48	NO	10.00
C39	Copper, annealed soft-drawn	70	2126.99	555.32	1.30	2130.84	554.50	1.30	3.93	NO	10.00
C390	Copper, annealed soft-drawn	70	2098.29	508.46	1.30	2163.01	546.48	1.30	75.07	NO	10.00
C391	Copper, annealed soft-drawn	70	2074.94	512.04	1.30	2098.29	508.46	1.30	23.62	NO	10.00
C392	Copper, annealed soft-drawn	70	2046.19	493.85	1.30	2074.94	512.04	1.30	34.03	NO	10.00
C393	Copper, annealed soft-drawn	70	2018.51	464.27	1.30	2046.19	493.85	1.30	40.51	NO	10.00
C394	Copper, annealed soft-drawn	70	2017.74	452.92	1.30	2018.51	464.27	1.30	11.37	NO	10.00
C395	Copper, annealed soft-drawn	70	2012.35	453.55	1.30	2017.74	452.92	1.30	5.43	NO	10.00
C396	Copper, annealed soft-drawn	70	2006.71	426.93	1.30	2012.35	453.55	1.30	27.20	NO	10.00
C397	Copper, annealed soft-drawn	70	2009.37	393.53	1.30	2006.71	426.93	1.30	33.51	NO	10.00
C398	Copper, annealed soft-drawn	70	2024.77	359.55	1.30	2009.37	393.53	1.30	37.30	NO	10.00
C399	Copper, annealed soft-drawn	70	2015.74	350.50	1.30	2024.77	359.55	1.30	12.79	NO	10.00
C4	Copper, annealed soft-drawn	70	2139.49	565.77	1.30	2140.89	567.32	1.30	2.09	NO	10.00
C40	Copper, annealed soft-drawn	70	2123.40	556.92	1.30	2126.99	555.32	1.30	3.93	NO	10.00
C400	Copper, annealed soft-drawn	70	1939.67	434.11	1.30	2015.74	350.50	1.30	113.04	NO	10.00
C401	Copper, annealed soft-drawn	70	1916.49	494.72	1.30	1939.67	434.11	1.30	64.89	NO	10.00
C402	Copper, annealed soft-drawn	70	1907.71	603.03	1.30	1916.49	494.72	1.30	108.67	NO	10.00
C403	Copper, annealed soft-drawn	70	1889.96	692.51	1.30	1907.71	603.03	1.30	91.22	NO	10.00
C404	Copper, annealed soft-drawn	70	1873.79	697.64	1.30	1889.96	692.51	1.30	16.97	NO	10.00
C405	Copper, annealed soft-drawn	70	1864.33	721.67	1.30	1873.79	697.64	1.30	25.83	NO	10.00
C406	Copper, annealed soft-drawn	70	1858.37	725.95	1.30	1864.33	721.67	1.30	7.34	NO	10.00
C407	Copper, annealed soft-drawn	70	1861.36	730.68	1.30	1858.37	725.95	1.30	5.59	NO	10.00
C408	Copper, annealed soft-drawn	70	1846.24	771.56	1.30	1861.36	730.68	1.30	43.59	NO	10.00

Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C409	Copper, annealed soft-drawn	70	1856.57	779.83	1.30	1846.24	771.56	1.30	13.23	NO	10.00
C41	Copper, annealed soft-drawn	70	2120.22	559.23	1.30	2123.40	556.92	1.30	3.93	NO	10.00
C410	Copper, annealed soft-drawn	70	1875.63	790.15	1.30	1882.80	777.20	1.30	14.81	NO	10.00
C411	Copper, annealed soft-drawn	70	1856.57	779.83	1.30	1875.63	790.15	1.30	21.67	NO	10.00
C412	Copper, annealed soft-drawn	70	1850.13	789.75	1.30	1856.57	779.83	1.30	11.83	NO	10.00
C413	Copper, annealed soft-drawn	70	1836.83	804.93	1.30	1850.13	789.75	1.30	20.18	NO	10.00
C414	Copper, annealed soft-drawn	70	1813.78	818.85	1.30	1836.83	804.93	1.30	26.92	NO	10.00
C415	Copper, annealed soft-drawn	70	1640.33	1064.48	1.30	1652.80	1053.20	1.30	16.81	NO	10.00
C416	Copper, annealed soft-drawn	70	1625.28	1052.30	1.30	1640.33	1064.48	1.30	19.36	NO	10.00
C417	Copper, annealed soft-drawn	70	1613.98	1033.40	1.30	1625.28	1052.30	1.30	22.02	NO	10.00
C418	Copper, annealed soft-drawn	70	1672.63	981.18	1.30	1613.98	1033.40	1.30	78.52	NO	10.00
C419	Copper, annealed soft-drawn	70	1686.75	981.86	1.30	1672.63	981.18	1.30	14.13	NO	10.00
C42	Copper, annealed soft-drawn	70	2117.59	562.15	1.30	2120.22	559.23	1.30	3.93	NO	10.00
C420	Copper, annealed soft-drawn	70	1694.41	977.86	1.30	1686.75	981.86	1.30	8.65	NO	10.00
C421	Copper, annealed soft-drawn	70	1759.55	893.83	1.30	1694.41	977.86	1.30	106.32	NO	10.00
C422	Copper, annealed soft-drawn	70	1781.31	881.42	1.30	1759.55	893.83	1.30	25.05	NO	10.00
C423	Copper, annealed soft-drawn	70	1802.92	862.04	1.30	1781.31	881.42	1.30	29.03	NO	10.00
C424	Copper, annealed soft-drawn	70	1820.39	835.80	1.30	1802.92	862.04	1.30	31.52	NO	10.00
C425	Copper, annealed soft-drawn	70	1813.78	818.85	1.30	1820.39	835.80	1.30	18.20	NO	10.00
C426	Copper, annealed soft-drawn	70	1795.82	823.71	1.30	1814.13	818.75	1.30	18.96	NO	10.00
C427	Copper, annealed soft-drawn	70	1756.87	823.04	1.30	1795.82	823.71	1.30	38.96	NO	10.00
C428	Copper, annealed soft-drawn	70	1694.60	823.07	1.30	1756.87	823.04	1.30	62.27	NO	10.00
C429	Copper, annealed soft-drawn	70	1644.47	839.96	1.30	1694.60	823.07	1.30	52.90	NO	10.00
C43	Copper, annealed soft-drawn	70	2115.63	565.55	1.30	2117.59	562.15	1.30	3.93	NO	10.00
C430	Copper, annealed soft-drawn	70	1579.88	882.72	1.30	1644.47	839.96	1.30	77.46	NO	10.00
C431	Copper, annealed soft-drawn	70	1574.36	879.72	1.30	1579.88	882.72	1.30	6.28	NO	10.00
C432	Copper, annealed soft-drawn	70	1567.55	889.07	1.30	1574.36	879.72	1.30	11.56	NO	10.00
C433	Copper, annealed soft-drawn	70	1532.78	901.62	1.30	1567.55	889.07	1.30	36.97	NO	10.00
C434	Copper, annealed soft-drawn	70	1527.59	898.97	1.30	1532.78	901.62	1.30	5.82	NO	10.00
C435	Copper, annealed soft-drawn	70	1523.41	904.53	1.30	1527.59	898.97	1.30	6.95	NO	10.00
C436	Copper, annealed soft-drawn	70	1393.18	918.79	1.30	1523.41	904.53	1.30	131.01	NO	10.00
C437	Copper, annealed soft-drawn	70	1380.00	911.58	1.30	1393.18	918.79	1.30	15.03	NO	10.00
C438	Copper, annealed soft-drawn	70	1376.08	918.75	1.30	1380.00	911.58	1.30	8.17	NO	10.00
C439	Copper, annealed soft-drawn	70	1360.33	923.31	1.30	1376.08	918.75	1.30	16.40	NO	10.00
C44	Copper, annealed soft-drawn	70	2114.41	569.29	1.30	2115.63	565.55	1.30	3.93	NO	10.00
C440	Copper, annealed soft-drawn	70	1192.68	943.09	1.30	1360.33	923.31	1.30	168.81	NO	10.00
C441	Copper, annealed soft-drawn	70	1171.94	952.53	1.30	1192.68	943.09	1.30	22.79	NO	10.00
C442	Copper, annealed soft-drawn	70	1139.23	976.51	1.30	1171.94	952.53	1.30	40.56	NO	10.00
C443	Copper, annealed soft-drawn	70	1081.98	1049.16	1.30	1139.23	976.51	1.30	92.50	NO	10.00
C444	Copper, annealed soft-drawn	70	1173.33	1122.97	1.30	1185.80	1135.20	1.30	17.47	NO	10.00
C445	Copper, annealed soft-drawn	70	1115.11	1107.93	1.30	1173.33	1122.97	1.30	60.13	NO	10.00



Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C446	Copper, annealed soft-drawn	70	1116.00	1096.23	1.30	1115.11	1107.93	1.30	11.74	NO	10.00
C447	Copper, annealed soft-drawn	70	1096.97	1061.95	1.30	1116.00	1096.23	1.30	39.21	NO	10.00
C448	Copper, annealed soft-drawn	70	1081.98	1049.16	1.30	1096.97	1061.95	1.30	19.70	NO	10.00
C449	Copper, annealed soft-drawn	70	1045.67	1083.69	1.30	1081.98	1049.16	1.30	50.10	NO	10.00
C45	Copper, annealed soft-drawn	70	2114.00	573.20	1.30	2114.41	569.29	1.30	3.93	NO	10.00
C450	Copper, annealed soft-drawn	70	1011.68	1095.34	1.30	1045.67	1083.69	1.30	35.93	NO	10.00
C451	Copper, annealed soft-drawn	70	944.19	1091.94	1.30	1011.68	1095.34	1.30	67.58	NO	10.00
C452	Copper, annealed soft-drawn	70	894.90	1088.58	1.30	944.19	1091.94	1.30	49.40	NO	10.00
C453	Copper, annealed soft-drawn	70	883.65	1076.73	1.30	894.90	1088.58	1.30	16.34	NO	10.00
C454	Copper, annealed soft-drawn	70	841.97	1077.25	1.30	883.65	1076.73	1.30	41.69	NO	10.00
C455	Copper, annealed soft-drawn	70	808.81	1074.52	1.30	841.97	1077.25	1.30	33.27	NO	10.00
C456	Copper, annealed soft-drawn	70	794.29	1085.45	1.30	808.81	1074.52	1.30	18.18	NO	10.00
C457	Copper, annealed soft-drawn	70	795.45	1112.88	1.30	817.80	1114.20	1.30	22.39	NO	10.00
C458	Copper, annealed soft-drawn	70	794.29	1085.45	1.30	795.45	1112.88	1.30	27.45	NO	10.00
C459	Copper, annealed soft-drawn	70	767.92	1087.26	1.30	794.29	1085.45	1.30	26.42	NO	10.00
C46	Copper, annealed soft-drawn	70	2114.41	577.11	1.30	2114.00	573.20	1.30	3.93	NO	10.00
C460	Copper, annealed soft-drawn	70	708.60	1106.38	1.30	767.92	1087.26	1.30	62.33	NO	10.00
C461	Copper, annealed soft-drawn	70	694.09	1102.04	1.30	708.60	1106.38	1.30	15.14	NO	10.00
C462	Copper, annealed soft-drawn	70	691.26	1112.43	1.30	694.09	1102.04	1.30	10.76	NO	10.00
C463	Copper, annealed soft-drawn	70	523.02	1150.68	1.30	691.26	1112.43	1.30	172.53	NO	10.00
C464	Copper, annealed soft-drawn	70	513.74	1144.03	1.30	523.02	1150.68	1.30	11.41	NO	10.00
C465	Copper, annealed soft-drawn	70	479.36	1176.78	1.30	513.74	1144.03	1.30	47.48	NO	10.00
C466	Copper, annealed soft-drawn	70	352.94	1264.42	1.30	479.36	1176.78	1.30	153.84	NO	10.00
C467	Copper, annealed soft-drawn	70	243.86	1297.11	1.30	352.94	1264.42	1.30	113.87	NO	10.00
C468	Copper, annealed soft-drawn	70	175.38	1297.65	1.30	243.86	1297.11	1.30	68.48	NO	10.00
C469	Copper, annealed soft-drawn	70	113.47	1278.48	1.30	175.38	1297.65	1.30	64.82	NO	10.00
C47	Copper, annealed soft-drawn	70	2115.63	580.85	1.30	2114.41	577.11	1.30	3.93	NO	10.00
C470	Copper, annealed soft-drawn	70	68.87	1251.46	1.30	113.47	1278.48	1.30	52.14	NO	10.00
C471	Copper, annealed soft-drawn	70	45.46	1219.57	1.30	68.87	1251.46	1.30	39.56	NO	10.00
C472	Copper, annealed soft-drawn	70	21.26	1173.16	1.30	45.46	1219.57	1.30	52.34	NO	10.00
C473	Copper, annealed soft-drawn	70	23.80	1153.20	1.30	21.26	1173.16	1.30	20.12	NO	10.00
C474	Copper, annealed soft-drawn	70	8.59	1164.25	1.30	39.01	1142.15	1.30	37.60	NO	10.00
C475	Copper, annealed soft-drawn	70	33.20	1169.48	1.30	14.40	1136.92	1.30	37.60	NO	10.00
C48	Copper, annealed soft-drawn	70	2117.59	584.25	1.30	2115.63	580.85	1.30	3.93	NO	10.00
C49	Copper, annealed soft-drawn	70	2120.22	587.17	1.30	2117.59	584.25	1.30	3.93	NO	10.00
C5	Copper, annealed soft-drawn	70	2137.80	564.54	1.30	2139.49	565.77	1.30	2.09	NO	10.00
C50	Copper, annealed soft-drawn	70	2123.40	589.48	1.30	2120.22	587.17	1.30	3.93	NO	10.00
C51	Copper, annealed soft-drawn	70	2126.99	591.08	1.30	2123.40	589.48	1.30	3.93	NO	10.00
C52	Copper, annealed soft-drawn	70	2130.84	591.90	1.30	2126.99	591.08	1.30	3.93	NO	10.00
C53	Copper, annealed soft-drawn	70	2134.77	591.90	1.30	2130.84	591.90	1.30	3.93	NO	10.00
C54	Copper, annealed soft-drawn	70	2138.61	591.08	1.30	2134.77	591.90	1.30	3.93	NO	10.00

Conductor Data

Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C55	Copper, annealed soft-drawn	70	2142.20	589.48	1.30	2138.61	591.08	1.30	3.93	NO	10.00
C56	Copper, annealed soft-drawn	70	2145.38	587.17	1.30	2142.20	589.48	1.30	3.93	NO	10.00
C57	Copper, annealed soft-drawn	70	2148.01	584.25	1.30	2145.38	587.17	1.30	3.93	NO	10.00
C58	Copper, annealed soft-drawn	70	2149.98	580.85	1.30	2148.01	584.25	1.30	3.93	NO	10.00
C59	Copper, annealed soft-drawn	70	2151.19	577.11	1.30	2149.98	580.85	1.30	3.93	NO	10.00
C6	Copper, annealed soft-drawn	70	2135.89	563.69	1.30	2137.80	564.54	1.30	2.09	NO	10.00
C60	Copper, annealed soft-drawn	70	2151.60	573.20	1.30	2151.19	577.11	1.30	3.93	NO	10.00
C61	Copper, annealed soft-drawn	70	2117.59	584.25	1.30	2148.01	562.15	1.30	37.60	NO	10.00
C62	Copper, annealed soft-drawn	70	2142.20	589.48	1.30	2123.40	556.92	1.30	37.60	NO	10.00
C63	Copper, annealed soft-drawn	70	1892.58	775.12	1.30	1892.80	777.20	1.30	2.09	NO	10.00
C64	Copper, annealed soft-drawn	70	1891.94	773.13	1.30	1892.58	775.12	1.30	2.09	NO	10.00
C65	Copper, annealed soft-drawn	70	1890.89	771.32	1.30	1891.94	773.13	1.30	2.09	NO	10.00
C66	Copper, annealed soft-drawn	70	1889.49	769.77	1.30	1890.89	771.32	1.30	2.09	NO	10.00
C67	Copper, annealed soft-drawn	70	1887.80	768.54	1.30	1889.49	769.77	1.30	2.09	NO	10.00
C68	Copper, annealed soft-drawn	70	1885.89	767.69	1.30	1887.80	768.54	1.30	2.09	NO	10.00
C69	Copper, annealed soft-drawn	70	1883.85	767.26	1.30	1885.89	767.69	1.30	2.09	NO	10.00
C7	Copper, annealed soft-drawn	70	2133.85	563.26	1.30	2135.89	563.69	1.30	2.09	NO	10.00
C70	Copper, annealed soft-drawn	70	1881.76	767.26	1.30	1883.85	767.26	1.30	2.09	NO	10.00
C71	Copper, annealed soft-drawn	70	1879.71	767.69	1.30	1881.76	767.26	1.30	2.09	NO	10.00
C72	Copper, annealed soft-drawn	70	1877.80	768.54	1.30	1879.71	767.69	1.30	2.09	NO	10.00
C73	Copper, annealed soft-drawn	70	1876.11	769.77	1.30	1877.80	768.54	1.30	2.09	NO	10.00
C74	Copper, annealed soft-drawn	70	1874.71	771.32	1.30	1876.11	769.77	1.30	2.09	NO	10.00
C75	Copper, annealed soft-drawn	70	1873.67	773.13	1.30	1874.71	771.32	1.30	2.09	NO	10.00
C76	Copper, annealed soft-drawn	70	1873.02	775.12	1.30	1873.67	773.13	1.30	2.09	NO	10.00
C77	Copper, annealed soft-drawn	70	1872.80	777.20	1.30	1873.02	775.12	1.30	2.09	NO	10.00
C78	Copper, annealed soft-drawn	70	1873.02	779.28	1.30	1872.80	777.20	1.30	2.09	NO	10.00
C79	Copper, annealed soft-drawn	70	1873.67	781.27	1.30	1873.02	779.28	1.30	2.09	NO	10.00
C8	Copper, annealed soft-drawn	70	2131.76	563.26	1.30	2133.85	563.26	1.30	2.09	NO	10.00
C80	Copper, annealed soft-drawn	70	1874.71	783.08	1.30	1873.67	781.27	1.30	2.09	NO	10.00
C81	Copper, annealed soft-drawn	70	1876.11	784.63	1.30	1874.71	783.08	1.30	2.09	NO	10.00
C82	Copper, annealed soft-drawn	70	1877.80	785.86	1.30	1876.11	784.63	1.30	2.09	NO	10.00
C83	Copper, annealed soft-drawn	70	1879.71	786.71	1.30	1877.80	785.86	1.30	2.09	NO	10.00
C84	Copper, annealed soft-drawn	70	1881.76	787.15	1.30	1879.71	786.71	1.30	2.09	NO	10.00
C85	Copper, annealed soft-drawn	70	1883.85	787.15	1.30	1881.76	787.15	1.30	2.09	NO	10.00
C86	Copper, annealed soft-drawn	70	1885.89	786.71	1.30	1883.85	787.15	1.30	2.09	NO	10.00
C87	Copper, annealed soft-drawn	70	1887.80	785.86	1.30	1885.89	786.71	1.30	2.09	NO	10.00
C88	Copper, annealed soft-drawn	70	1889.49	784.63	1.30	1887.80	785.86	1.30	2.09	NO	10.00
C89	Copper, annealed soft-drawn	70	1890.89	783.08	1.30	1889.49	784.63	1.30	2.09	NO	10.00
C9	Copper, annealed soft-drawn	70	2129.71	563.69	1.30	2131.76	563.26	1.30	2.09	NO	10.00
C90	Copper, annealed soft-drawn	70	1891.94	781.27	1.30	1890.89	783.08	1.30	2.09	NO	10.00
C91	Copper, annealed soft-drawn	70	1892.58	779.28	1.30	1891.94	781.27	1.30	2.09	NO	10.00

Conductor Data

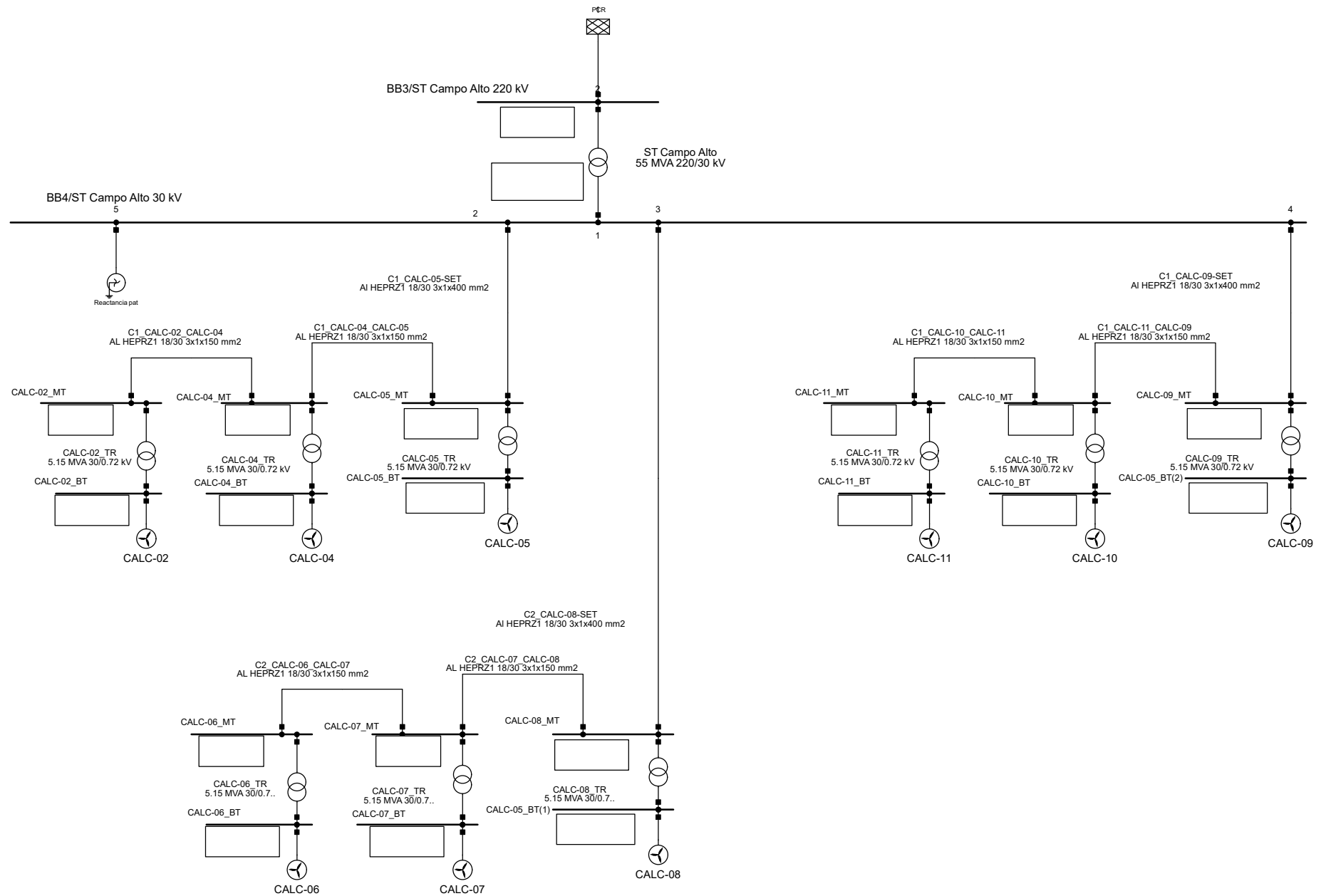
Label	Type	mm²	From			To			Length m	Insulated Yes/No	Cost \$/m
			X	Y	Z	X	Y	Z			
C92	Copper, annealed soft-drawn	70	1892.80	777.20	1.30	1892.58	779.28	1.30	2.09	NO	10.00
C93	Copper, annealed soft-drawn	70	1901.19	773.29	1.30	1901.60	777.20	1.30	3.93	NO	10.00
C94	Copper, annealed soft-drawn	70	1899.98	769.55	1.30	1901.19	773.29	1.30	3.93	NO	10.00
C95	Copper, annealed soft-drawn	70	1898.01	766.15	1.30	1899.98	769.55	1.30	3.93	NO	10.00
C96	Copper, annealed soft-drawn	70	1895.38	763.23	1.30	1898.01	766.15	1.30	3.93	NO	10.00
C97	Copper, annealed soft-drawn	70	1892.20	760.92	1.30	1895.38	763.23	1.30	3.93	NO	10.00
C98	Copper, annealed soft-drawn	70	1888.61	759.32	1.30	1892.20	760.92	1.30	3.93	NO	10.00
C99	Copper, annealed soft-drawn	70	1884.77	758.50	1.30	1888.61	759.32	1.30	3.93	NO	10.00


Cost

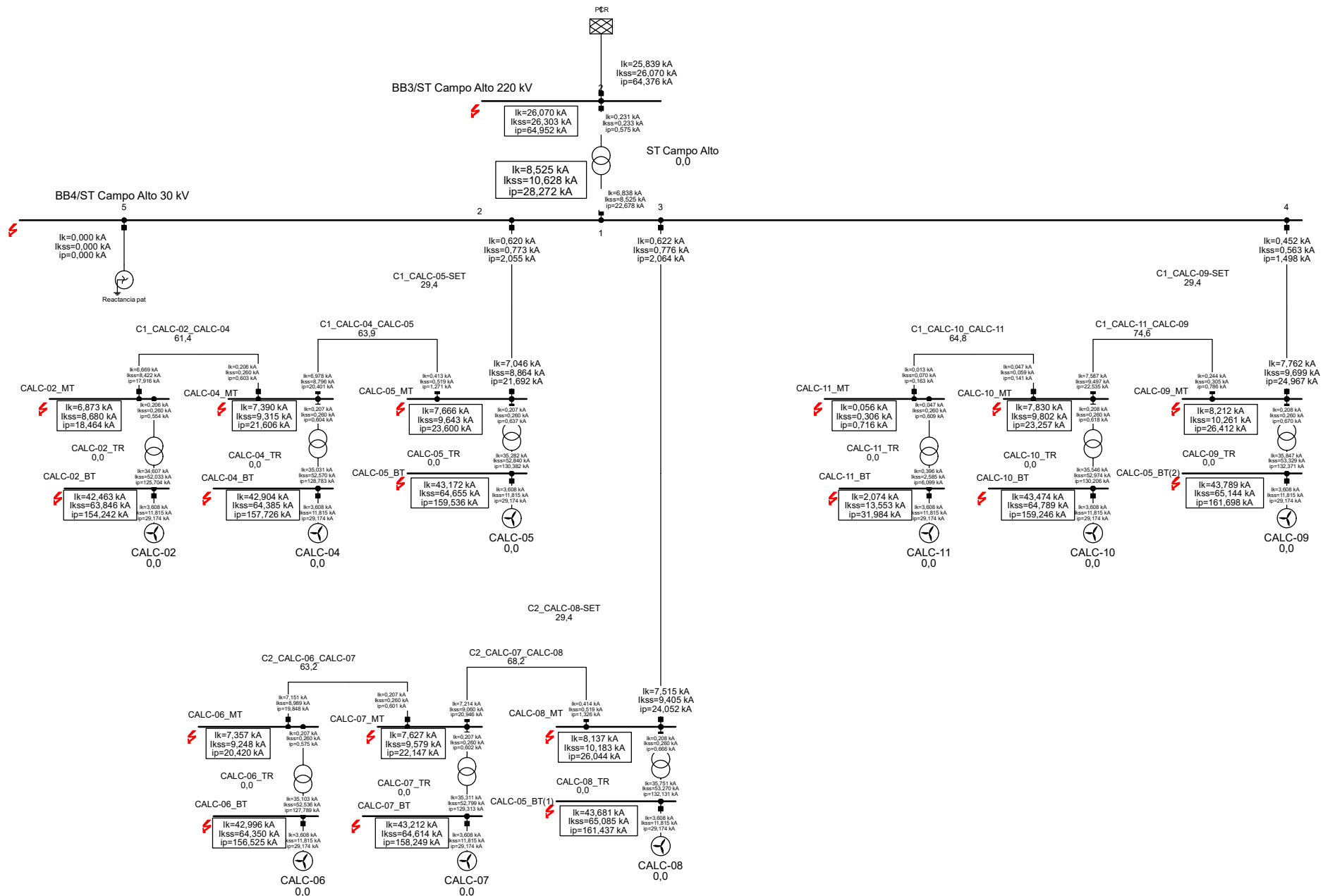
Conductor			Rod			Total Cost \$
Total No.	Total Length m	Cost \$	Total No.	Total Length m	Cost \$	
475	5560	55604.77	0	0	0.00	55604.77

Ground Grid Summary Report

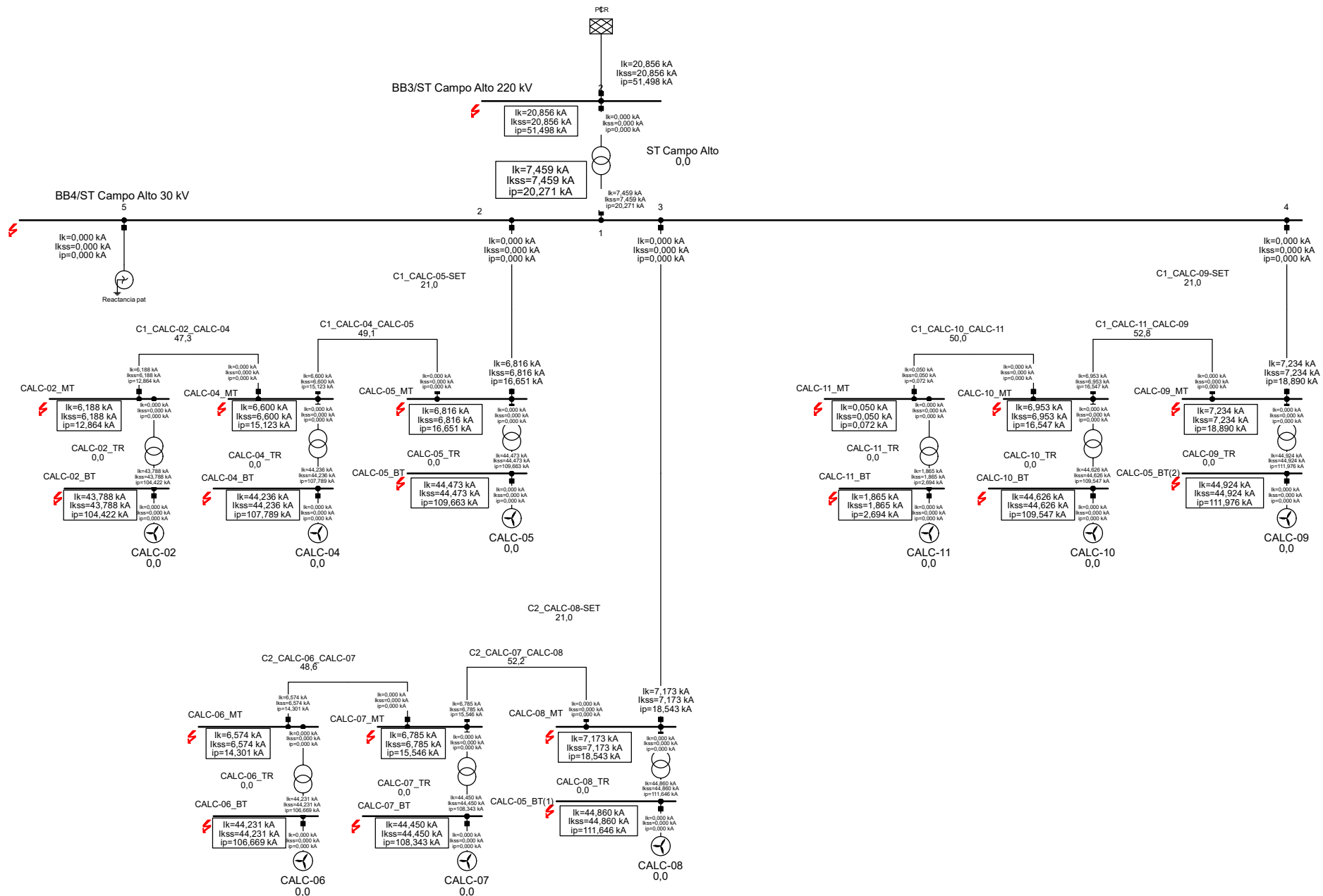
Rg Ground Resistance ohm	GPR Ground Potential Rise Volts	Maximum Touch Potential					Maximum Step Potential				
		Tolerable	Calculated		Coordinates (m)		Tolerable	Calculated		Coordinates (m)	
			Volts	%	X	Y		Volts	%	X	Y
0.166	84.1	150.8	56.6	37.5	211.0	1134.5	255.2	5.2	2.0	2160.60	6.60
Total Fault Current		0.500 kA		Reflection Factor (K):		0.000					
Maximum Grid Current:		0.508 kA		Surface Layer Derating Factor (Cs):		1.000					
				Decrement Factor (Df):		1.016					

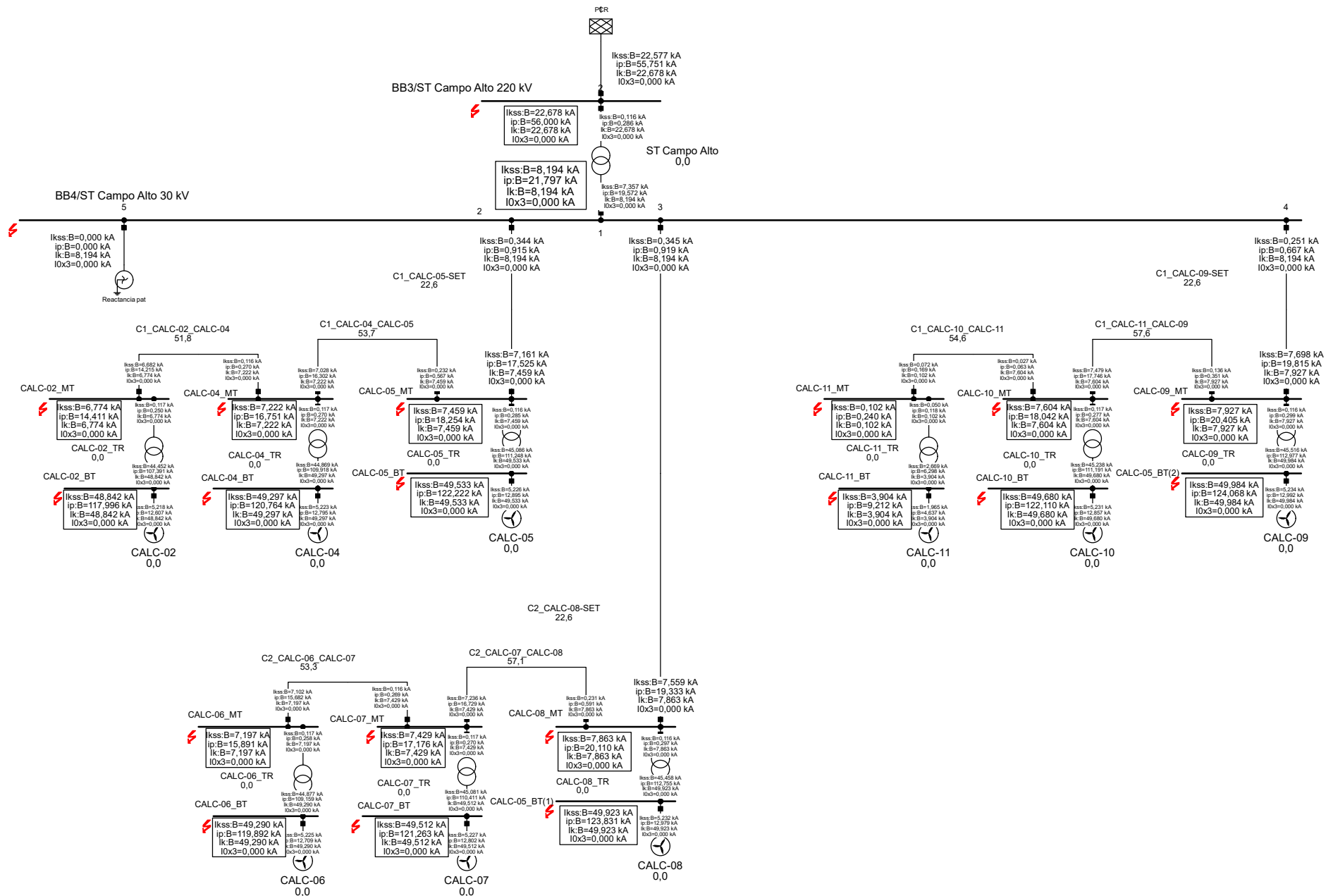


	PPEE Costana y Campo Alto_Corto_0A	Project:
	5_Cortocircuito monofasico	Graphic: Grid
		Date: 07/03/2023
		Annex:

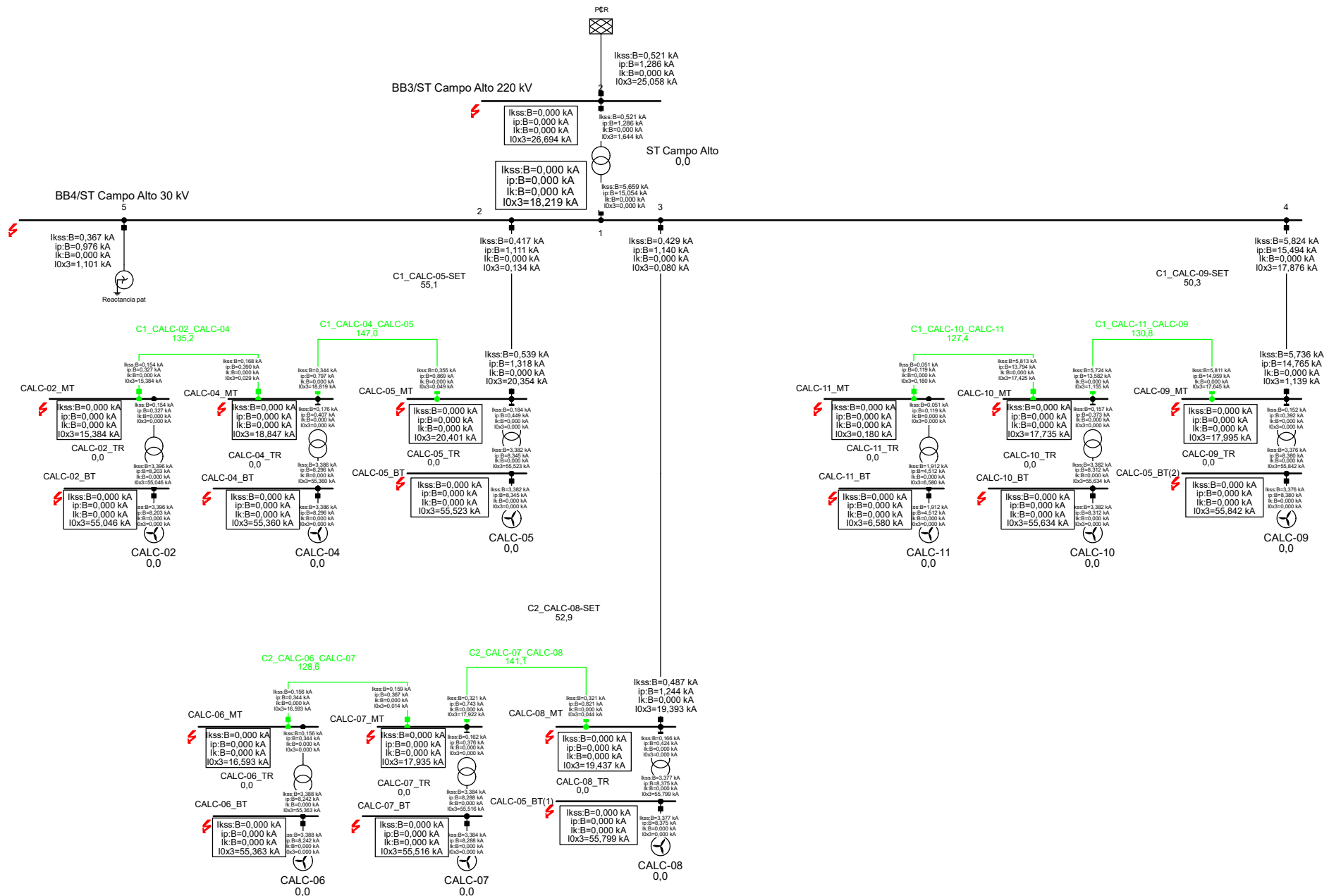












## ANEXO 6. SISTEMAS GENERADOR Y CONTROL

Rev.	Fecha	Descripción	Emitido	Revisado	Aprobado
V0	13/03/2023	Primera Edición	AADM	VCG	BRJ
V1	16/03/2023	Segunda Edición	RACA	AADM	BRJ
V2	15/05/2023	Adenda Biodiversidad	IVM	JIVM	BRJ

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. AEROGENERADORES	3
3. SISTEMA DE CONTROL	5
4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	5
5. RESTRICCIONES GENERALES	6
6. CONCLUSIÓN	7



## **1. INTRODUCCIÓN**

En el presente anejo se describe el funcionamiento general y las características técnicas de los aerogeneradores que se instalarán en el parque eólico, así como la estructura eléctrica (instalaciones de baja tensión) del aerogenerador. Estos elementos constituyen el Sistema Generador transformando la energía cinética del viento en energía eléctrica a baja tensión.

En este anexo del sistema de control se desarrolla su gestión e interrelación con el sistema generador para posibilitar la operación automática de la planta.

El parque estará formado por seis (6) aerogeneradores Vestas V136-4.5, de potencia nominal 4500 kW y tensión de generación de 720 V.

La potencia total instalada del Parque Eólico Campo Alto será de 27 MW.

Los aerogeneradores son de eje horizontal, rotor tripala a barlovento, regulados por un sistema de cambio de paso independiente en cada pala y cuentan con un sistema de orientación activo. Cada aerogenerador estará formado por una torre metálica, fijada al terreno mediante zapata de hormigón. En la parte superior de la torre se encuentra la turbina y en su parte inferior el cuadro de mando y protección del aerogenerador.

## **2. AEROGENERADORES**

### **2.1 MODELO DE AEROGENERADOR PROYECTADO**

Los aerogeneradores V136-4.5 MW disponen de un rotor tripala a barlovento y su producción de potencia nominal es de 4,5 MW.

El diámetro del rotor es de 136 m y la altura del buje de 82 m.

Los aerogeneradores V136-4.5 MW están regulados por un sistema de cambio de paso independiente para cada pala y equipados con un sistema de orientación activo. El sistema de control permite utilizar el aerogenerador a velocidad variable maximizando la potencia producida en todos los regímenes de funcionamiento y con cualquier velocidad del viento, y minimizando las cargas y el ruido.

	<b>Vestas V136-4.5</b>
Potencia nominal	4500 kW
Tensión	720 V
Frecuencia	50 Hz
Clase de viento	IEC IA
Diámetro del rotor	136 m
Área de barrido	14.527 m <sup>2</sup>

	<b>Vestas V136-4.5</b>
Número de palas	3
Altura de buje	82 m
Torre	Standard
Material	Compuesto de fibra de vidrio con inyección de resina epoxi

#### **Especificaciones técnicas del aerogenerador**

## **2.2 DESCRIPCIÓN DE LA GÓNDOLA**

La góndola ha sido diseñada para facilitar un acceso seguro a todos los puntos de servicio durante las labores de mantenimiento programado. Además, su diseño también garantiza que los técnicos de servicio estén presentes en la góndola con total seguridad durante las pruebas de servicio con el aerogenerador en pleno funcionamiento. Esto permite llevar a cabo un servicio de gran calidad y facilita unas condiciones óptimas para la resolución de problemas.

## **2.3 SISTEMA DE CONTROL**

Un sistema basado en un PLC (controlador lógico programable) controla las funciones del aerogenerador en tiempo real. El sistema de control consiste en algoritmos de control y monitorización.

El sistema de control selecciona el par óptimo del eje, el ángulo de paso de la pala y las referencias de potencia y los modifica constantemente, dependiendo de la velocidad del viento que llegue al aerogenerador y garantizando de este modo un funcionamiento seguro y fiable con cualquier tipo de viento.

Las ventajas principales del sistema son:

- maximización de la producción de energía.
- limitación de cargas mecánicas.
- reducción aerodinámica del ruido.
- gran calidad de la energía.

Además, el sistema monitoriza continuamente el estado de los diferentes sensores, así como el de los parámetros internos:

- Condiciones ambientales: velocidad y dirección del viento o temperatura ambiente.
- Parámetros internos de los diversos componentes, p. ej. temperaturas, niveles y presiones de aceite, vibraciones, cableado de cables de media tensión, etc.
- Estado del rotor: velocidad de rotación y posición del control de cambio de paso.
- Situación de la red: generación de energía activa y reactiva, tensión, corrientes y frecuencia.

## **2.4 VESTAS MUTIPROCESADOR (VPM) CONTROLLER**

La turbina es controlada y monitorizada por el sistema de control VMP8000. VMP8000 es un sistema de control multiprocesador compuesto por el controlador principal, nodos de control distribuidos, nodos de E / S (entrada y salida) distribuidos y conmutadores Ethernet y otros equipos de red. El controlador principal se coloca en la parte inferior de la torre de la turbina. Ejecuta los algoritmos de control de la turbina, así como la comunicación entre todos los nodos de entrada y salida.

La red de comunicaciones es una red Ethernet activada por tiempo (TTEthernet).

El sistema de control VMP8000 cumple las siguientes funciones principales:

- Monitorización y supervisión de la operación global.
- Sincronización del generador a la red durante la secuencia de conexión.
- Funcionamiento del aerogenerador en diversas situaciones de fallo.
- Orientación automática de la góndola.
- OptiTip® - control de inclinación de la pala.
- Control de potencia reactiva y operación de velocidad variable.
- Control de emisión de ruido.
- Seguimiento de las condiciones ambientales.
- Seguimiento de la red.
- Seguimiento del sistema de detección de humos.

## **3. SISTEMA DE CONTROL**

El control y maniobra del parque eólico se realizará desde la Subestación Elevadora a la que se conecta el parque eólico, en donde se instalará un SCADA, que permitirá el control de la instalación y la obtención de datos.

Se ha proyectado la interconexión de todos los aerogeneradores entre sí con el armario de comunicaciones de la Subestación a través de una red de Fibra Óptica en forma de anillo de 16 fibras de tipo monomodo 9/125 con conectores tipo SC.

El circuito de fibra óptica se instalará en las zanjas eléctricas, por encima de la cama de los cables de media tensión. El detalle del cableado de fibra óptica se detalla en el plano IIES-TPY-CAA-0600\_Layout Líneas MT, Fibra Óptica y Red de Tierras.

## **4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

A continuación, se detallan las especificaciones técnicas de los diferentes componentes de los aerogeneradores Vestas V136-4.5

#### **4.1 GENERADOR**

<b>Tipo</b>	Asíncrono, DFIG
<b>Potencia nominal (kW)</b>	4500 (estator + rotor)
<b>Tensión (V)</b>	720
<b>Frecuencia (Hz)</b>	50

#### **4.2 TRANSFORMADOR**

<b>Tipo</b>	Trifásico, seco, encapsulado
<b>Potencia nominal (kVA)</b>	5.000
<b>Tensión (kV)</b>	30
<b>Frecuencia (Hz)</b>	50
<b>Clase de aislamiento</b>	F / H

### **5. RESTRICCIONES GENERALES**

- Todos los datos mostrados son válidos para condiciones al nivel del mar y densidad de aire estándar.
- Durante los periodos de vientos bajos, es de esperar un aumento del consumo de potencia para el calentamiento y la deshumidificación de la góndola.
- Respecto a la acumulación de gran cantidad de hielo en las palas y otros componentes del aerogenerador, es de esperar interrupciones en la operación. Asimismo, la combinación de vientos altos con las siguientes condiciones de altas temperaturas, bajas temperaturas, baja densidad y/o bajo voltaje de red, puede ocurrir una disminución de la potencia nominal para asegurar que las condiciones térmicas de algunos componentes principales como la multiplicadora, generador, transformador, cables de potencia, etc. Se mantengan dentro de los límites.
- Generalmente se recomienda que la tensión de red eléctrica se mantenga tan cerca del nominal como sea posible.
- En caso de pérdida de tensión eléctrica y muy bajas temperaturas, se debe esperar un cierto tiempo para el calentamiento antes de que el aerogenerador comience a operar.
- Si el terreno, dentro de un radio de 100 m en torno a un aerogenerador, tiene una pendiente de más de 10°, podrían ser necesarias consideraciones particulares.
- Todos los parámetros de arranque y parada descritos (temperaturas, velocidades de viento...) llevan asociados una histéresis en el sistema de control. Esto puede suponer en ciertas condiciones la parada del aerogenerador,

aun cuando los parámetros ambiente instantáneos estén dentro de los límites especificados.

- Las intermitentes o rápidas fluctuaciones de la frecuencia de la red eléctrica pueden causar serios problemas al aerogenerador.
- Las caídas de la tensión eléctricas no deberán ocurrir más de 52 veces al año.

## **6. CONCLUSIÓN**

El Sistema Generador de energía formado por los aerogeneradores e infraestructura eléctrica de baja tensión, así como el Sistema de Control de la planta quedan, a juicio del técnico redactor, suficientemente descritos en los distintos apartados de este anexo, complementándose el resto de los capítulos que componen el proyecto, esperando la aprobación ante los Organismos Oficiales correspondientes.

## ANEXO 7. CALENDARIO DE EJECUCIÓN

Rev.	Fecha	Descripción	Emitido	Revisado	Aprobado
V0	13/03/2023	Primera Edición	HGL	HGL	BRJ
V1	16/03/2023	Actualización N° Anexo	HGL	HGL	BRJ



## ÍNDICE

1.	OBJETO	3
2.	CALENDARIO DE EJECUCIÓN	4

## TABLAS

TABLA 1	CALENDARIO DE EJECUCIÓN	4
---------	-------------------------	---

## 1. OBJETO

El presente anexo tiene por objeto establecer unos plazos de ejecución para los distintos trabajos del proyecto:

- Acceso y viales, 4 meses.
- Cimentaciones aerogeneradores, 2,5 meses.
- Canalización cables, 2,5 meses.
- Montaje aerogeneradores, 2,5 meses.
- Centros de transformación, 3 meses.
- Red de media tensión, 2,5 meses.
- Puesta en marcha de aerogeneradores y red de media tensión, 0,5 meses.
- Recepción provisional aerogeneradores, 0,25 meses.
- Recepción provisional del resto del parque, 0,25 mes

## 2. CALENDARIO DE EJECUCIÓN

PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA												
ACTIVIDAD	MES											
	1	2	3	4	5	6						
INICIO CONSTRUCCIÓN												
ACCESOS Y VIALES												
CIMENTACIÓN AEROGENERADORES												
CANALIZACIÓN CABLE												
MONTAJE AEROGENERADORES												
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN												
RED DE MEDIA TENSIÓN												
PUESTA EN MARCHA AEROGENERADORES												
PRUEBAS AEROGENERADORES												
RECEPCIÓN PROVISIONAL AEROGENERADORES												
RECEPCIÓN PROVISIONAL RESTO DEL PARQUE												

**Tabla 1      Calendario de ejecución**

## ANEXO 8. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Rev.	Fecha	Descripción	Emitido	Revisado	Aprobado
V0	13/03/2023	Primera Edición	HGL	HGL	BRJ
V1	16/03/2023	Comentarios Iberdrola	HGL	HGL	BRJ

## ÍNDICE

1.	OBJETO DEL ESTUDIO	4
2.	CONTENIDO	4
3.	ABREVIATURAS	5
4.	NORMATIVA APLICABLE	5
4.1	NORMATIVA DE LA UNIÓN EUROPEA	5
4.2	NORMATIVA ESTATAL	6
4.3	NORMATIVA AUTONÓMICA	7
4.3.1	COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA	7
5.	DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO	7
6.	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD, EXPRESADA EN TONELADAS Y EN METROS CÚBICOS DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA	10
7.	MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA	11
8.	OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA	13
8.1	REUTILIZACIÓN	13
8.2	VALORACIÓN	13
8.3	ELIMINACIÓN	14
9.	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA	14
10.	PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS	15
11.	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS	18
12.	VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	18

## FIGURAS

FIGURA 1	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	8
FIGURA 2	LOCALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PE	9
FIGURA 3	SITUACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE PUNTO LIMPIO	16
FIGURA 4	INSTALACIONES DE PUNTO LIMPIO	16
FIGURA 5	DETALLE ALMACÉN DE RESIDUOS PELIGROSOS	16
FIGURA 6	DETALLE ZONIFICACIÓN AUXILIAR DE OBRA	18

## TABLAS

TABLA 1 OCUPACIONES DEL PE	9
TABLA 2 ESTIMACIÓN EN VOLUMEN Y PESO DE RESIDUOS	11
TABLA 3 CANTIDADES UMBRALES DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS	14
TABLA 4 CANTIDADES UMBRALES DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS	17
TABLA 5 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS	21



## **1. OBJETO DEL ESTUDIO**

El objeto del presente documento es desarrollar el Estudio de Gestión de Residuos de construcción y demolición (en adelante EGR) del Proyecto Administrativo Constructivo del Parque Eólico Campo Alto 27 MW, que concreta las actuaciones a llevar a cabo respecto a la manipulación, almacenamiento, recogida y tratamiento de los residuos.

Este documento se redacta con el fin de colaborar en la reducción del volumen de residuos que se generarán durante la ejecución de las obras, así como para asegurar la correcta separación y tratamiento de los residuos generados, contribuyendo así a frenar el impacto ambiental que estos residuos ocasionan y reduciendo la contaminación de aguas y suelos y el deterioro paisajístico.

El presente Estudio de Gestión de Residuos se redacta conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (en adelante RCD).

El ámbito de aplicación del Real Decreto 105/2008 (Artículo 3) son los residuos de construcción y demolición definidos como cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo con la definición de residuos incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición, con excepción de las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

El productor de los residuos velará por el cumplimiento de la normativa específica vigente, fomentando la prevención de los residuos de obra, la reutilización, reciclado, y otras formas de valorización, asegurando siempre el tratamiento adecuado para asegurar el desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

El presente EGR del proyecto servirá de base para que posteriormente el Contratista de la obra (poseedor de los residuos) elabore su Plan de Gestión de Residuos (PGR).

## **2. CONTENIDO**

Este EGR incluye la normativa aplicable en materia de gestión de residuos y los datos básicos del proyecto, así como los contenidos siguientes que se exigen en el Artículo 4.1.a) del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos.

- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la Dirección facultativa de la obra.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

### **3. ABREVIATURAS**

- EGR: Estudio de Gestión de Residuos
- IEC: Iniciativas Eólicas de Cantabria
- PE: Parque Eólico
- LER: Lista Europea de Residuos
- RCD: Residuo de Construcción y Demolición
- RP: Residuo Peligroso
- RNP: Residuo No Peligroso
- t: Peso de los residuos expresado en tonelada
- m<sup>3</sup>: Volumen de los residuos expresados en metro cubico
- DIA: Declaración de Impacto Ambiental
- IIA: Informe de Impacto Ambiental
- EIA: Estudio de Impacto Ambiental
- PEM: Presupuesto de Ejecución Material
- SAO: Supervisor Ambiental de Obra
- PPTP: Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

### **4. NORMATIVA APLICABLE**

Se indica a continuación la legislación vigente de ámbito comunitario, estatal autonómico y local que es de aplicación para la gestión de residuos durante la ejecución de las obras.

#### **4.1 NORMATIVA DE LA UNIÓN EUROPEA**

- Ley 7/2022, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados
- Directiva 851/2018, de 30/05/2018, se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos. (DOCE nº L 150, de 14/06/2018)
- Directiva 850/2018, de 30/05/2018, se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos. (DOCE nº L 150, de 14/06/2018)
- Directiva 1127/2015, de 10/07/2015, se modifica el anexo II de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. (DOCE nº L 184, de 11/07/2015)
- Decisión 955/2014, de 18/12/2014, se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. (DOCE nº L 370, de 30/12/2014)

- Reglamento 1357/2014, de 18/12/2014, se sustituye el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. (DOCE n ° L 365, de 19/12/2014)
- Directiva 98/2008, de 19/11/2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. (DOCE n ° L 312, de 22/11/2008)
- Decisión 33/2003, de 19/12/2002, se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al Artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CEE. (DOCE n ° L 11, de 16/01/2003)
- Directiva 31/1999, de 26/04/1999, relativa al vertido de residuos. (DOCE n ° L 182, de 16/07/1999)
- Resolución /1997, de 24/02/1997, sobre una estrategia comunitaria de gestión de residuos. (DOCE n ° C 76, de 11/03/1997)

#### **4.2 NORMATIVA ESTATAL**

- Real Decreto 646/2020, de 07/07/2020, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. (BOE n° 187, de 08/07/2020)
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Orden 1080/2017, de 02/11/2017, se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y Estándares para la declaración de suelos contaminados. (BOE n° 272, de 09/11/2017).
- Orden 1007/2017, de 10/10/2017, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron. (BOE n° 254, de 21/10/2017).
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (BOE n° 140, de 12 de junio de 2013).
- Ley 11/2012, de 19/12/2012, Artículo tercero de la Ley 11/2012, de medidas urgentes en materia de medio ambiente, por el que se modifica la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. (BOE n° 305, de 20/12/2012).
- Real Decreto-Ley 17/2012, de 04/05/2012, Artículo tercero del Real Decreto-Ley 17/2012 por la que se modifica la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. (BOE n° 108, de 05/05/2012).
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (BOE n° 181, de 29 de julio de 2011).
- Real Decreto 717/2010, de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos (BOE n° 139, de 8 de junio de 2010).
- Real Decreto 105/2008, de 01/02/2008, se regula la producción y gestión de los Residuos de construcción y demolición. (BOE n° 38, de 13/02/2008).
- Real Decreto 9/2005, de 14/01/2005, se establece la relación de Actividades Potencialmente Contaminantes del Suelo y los Criterios y Estándares para la declaración de suelos contaminados. (BOE n° 15, de 18/01/2005).

- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (BOE nº 43, de 19 de febrero de 2002. Corrección de errores: BOE nº 61, de 12 de marzo de 2002).
- Real Decreto 1.481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (BOE nº 25, de 29 de enero de 2002).
- Real decreto 782/1998, de 30/04/1998, se aprueba el reglamento para el desarrollo y ejecución de la ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases. (BOE nº 104, de 01/05/1998).
- 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 (BOE nº 160, de 5 de julio de 1997).
- Ley 11/1997, de 24/04/1997, de envases y residuos de envases. (BOE nº 99, de 25/04/1997).
- Real Decreto 833/1988 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos (BOE nº 182, de 30 de julio de 1988).
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Real Decreto 27/2021, de 19 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos, y el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

#### **4.3 NORMATIVA AUTONÓMICA**

##### **4.3.1 COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA**

- Decreto 14/2017, de 23 de marzo de 2017, por el que se aprueba el Plan de Residuos de la Comunidad Autónoma de Cantabria 2017-2023
- Decreto 42/2001 de 18/06/2001, por el que se crea y regula el Registro de Pequeños Productores de Residuos Tóxicos y Peligrosos. (BOC nº 116 de 18/06/2001).

#### **5. DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO**

El titular de la instalación objeto de este Proyecto es INICIATIVAS EÓLICAS DE CANTABRIA, S.L.

La redacción del Proyecto y del Estudio de Gestión de Residuos corresponde a AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA S.L.

El Parque Eólico Campo Alto de 27 MW de potencia eléctrica bruta, está integrado por los siguientes elementos:

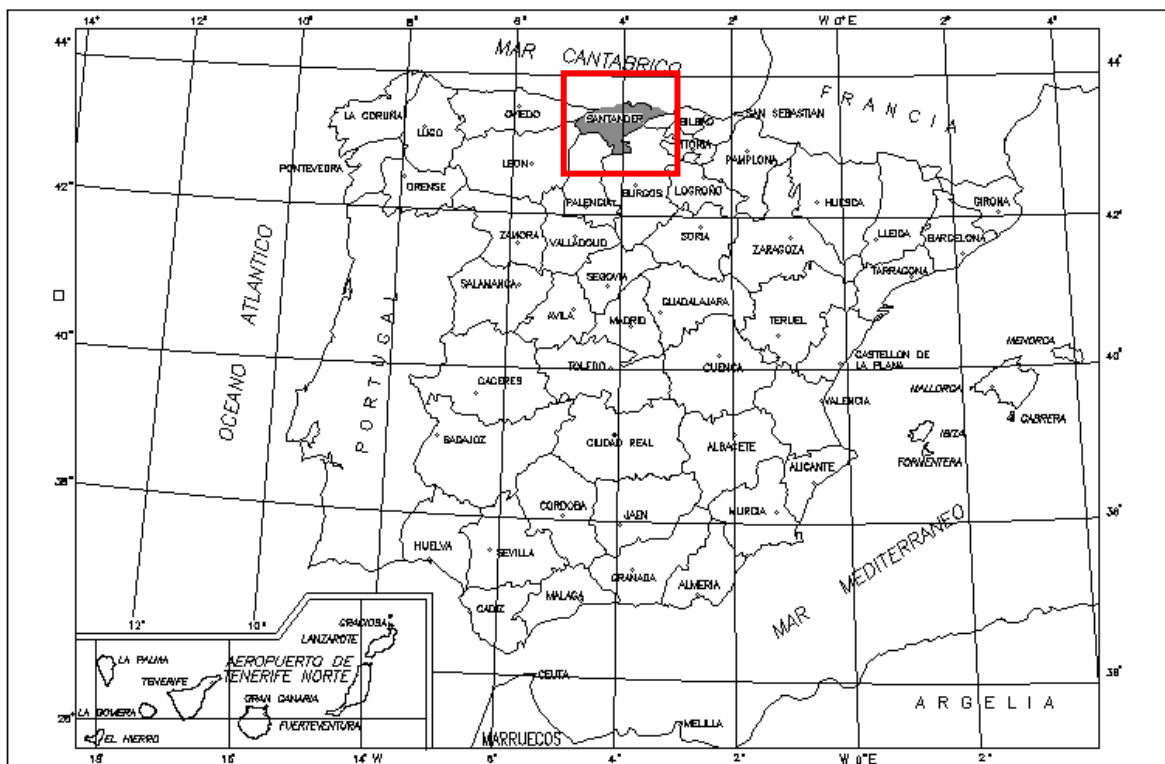
- 6 aerogeneradores, modelo Vestas V136-4.5 HH 82 m de 4,5 MW de potencia nominal unitaria, con rotor de 136 m. de diámetro, sobre torre de 82 m. de altura, con transformador de 5000 kVA. de potencia unitaria y relación de transformación 0,72/30 kV.

- Red subterránea de media tensión a 30 kV. de interconexión de los aerogeneradores, con llegadas a la Subestación Transformadora del parque eólico.
- Red de viales internos y plataformas.

Por tanto, se excluyen del alcance de este EGR otras infraestructuras de la instalación, como son la subestación eléctrica y la línea de evacuación de Alta Tensión.

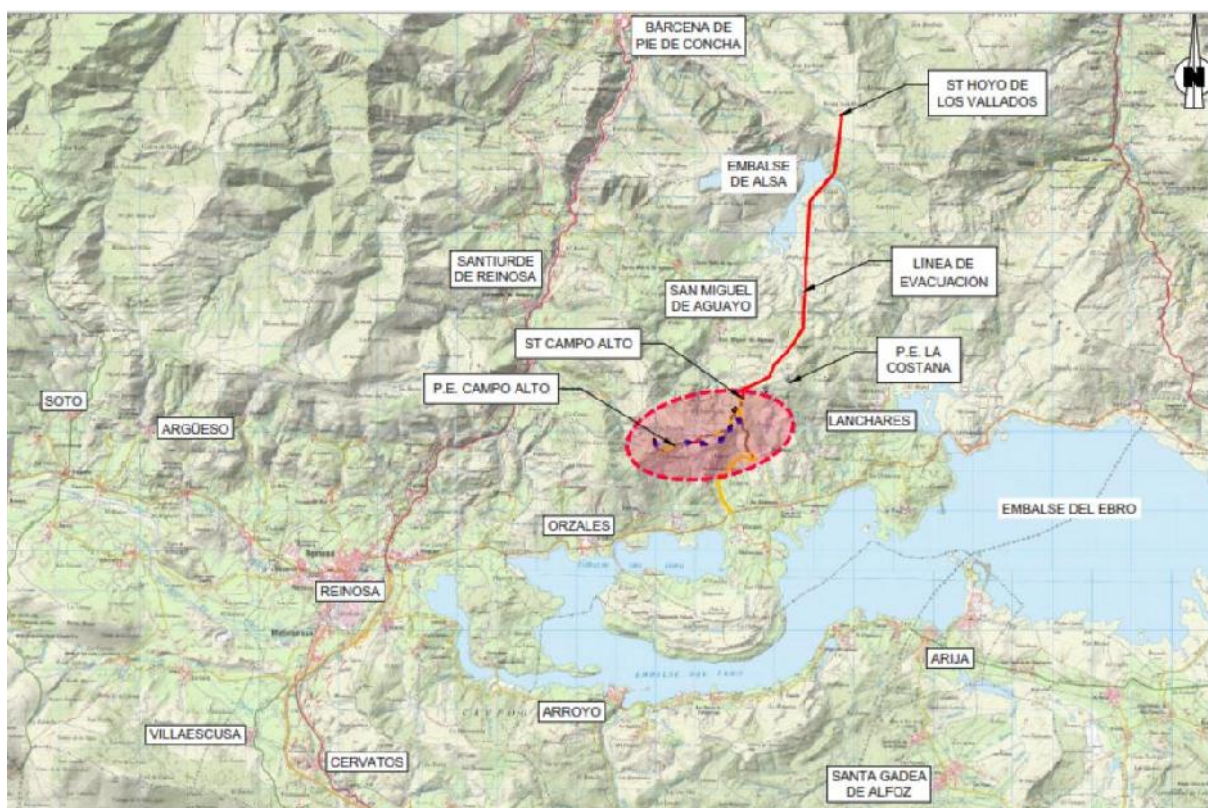
El Parque Eólico Campo Alto se sitúa en la provincia de Cantabria, en la Comunidad Autónoma homónima.

A continuación, se incluye mapa de localización de la instalación.



**Figura 1 Situación geográfica**





**Figura 2 Localización de las instalaciones del PE**

Las provincias y términos municipales afectados por las distintas ocupaciones del PE Campo Alto son los siguientes:

TÉRMINO MUNICIPAL	PROVINCIA	ÁREA AFECTADA (m <sup>2</sup> )
Campoo de Yuso	Cantabria	162.376,5

**Tabla 1 Ocupaciones del PE**

Los trabajos susceptibles de generación de residuos en la construcción del parque eólico Campo Alto:

- Trabajos previos.
  - Retirada de elementos: bionda, señalización, postes, etc.
  - Despeje y desbroce.
  - Demoliciones elementos varios.
  - Retirada de capa vegetal.
- Movimiento de tierras.
  - Desmonte
  - Terraplén
  - Apertura/relleno de zanjas
  - Apertura cimentaciones
- Obras de drenaje
  - Apertura de cunetas
  - Instalación de ODT
- Firme



- Extendido de zahorra
- Señalización y límites
  - Bionda
  - Señalización vertical y horizontal
  - Vallado
- Cimentaciones
  - Encofrados
  - Armaduras
  - Hormigonado
- Montaje de los muros

## **6. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD, EXPRESADA EN TONELADAS Y EN METROS CÚBICOS DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA**

A continuación se incluye una estimación de los residuos de construcción y demolición previstos durante la ejecución de la obra, codificados de acuerdo con lo señalado en la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, y a partir de la Decisión (2014/955/UE) de la Comisión de 3 de mayo de 2000 y la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Residuo	Código LER	Actividad origen	Peso (t)	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>				
<b>Envases de papel y cartón</b>	<b>15 01 01</b>	Embalajes de material de equipos, estructuras y materiales	5,10	5,67
<b>Envases de plástico</b>	<b>15 01 02</b>	Embalaje de material de equipos	4,20	6,00
<b>Hormigón</b>	<b>17 01 01</b>	Restos de hormigón de limpieza de canaletas y sobrante proveniente de vallado	60,25	25,10
<b>Madera</b>	<b>17 02 01</b>	Encofrados	0,06	0,06
<b>Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06</b>	<b>17 01 07</b>	Restos adecuaciones ODT, eventuales demoliciones.	92,00	46,00
<b>Plástico</b>	<b>17 02 03</b>	Restos de tubo corrugado canalización eléctrica, línea subterránea MT, peladura de conducto String, BT y MT	0,07	0,07
<b>Cobre, bronce, latón</b>	<b>17 04 01</b>	Resto de conductores de cobre	31,66	15,83
<b>Aluminio</b>	<b>17 04 02</b>	Restos de conductores de aluminio	0,03	0,02

Hierro y acero	17 04 05	Retirada de bionda, postes de señalización, restos y costes de armadura.	0,77	0,52
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	17 04 11	Resto de conductores	0,05	0,03
Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	17 05 04	Movimiento de tierras y desbroce. Reutilización total en la obra.	13.466,92	12.704,64
Equipos eléctricos y electrónicos desechados distintos de los especificados en los códigos 20 01 21, 20 01 23 y 20 01 35	20 01 36	Equipos eléctricos o electrónicos desechados	1,20	1,20
Residuos biodegradables	20 02 01	Desbroce y tala	1.232,94	821,96
Mezclas de residuos municipales	20 03 01	Restos de comida del personal en obra. Residuos de oficina de obra.	79,70	88,55
Lodos de fosas sépticas	20 03 04	Recogida de efluentes de baños, vestuarios e instalaciones auxiliares	53,13	53,13
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>				
Aceites minerales no clorados de motor, transmisión mecánica y lubricantes	13 02 05*	Generación de aceites en los diferentes equipos mecánicos que componen la instalación	1,2	1
Agua aceitosa procedente de separadores de agua/sustancias aceitosas	13 05 07*	Agua acumulada en las bandejas de retención de depósitos de combustible y grupos electrógenos	1,44	1,2
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	15 01 10*	Aplicación de productos químicos en elementos de la instalación.	1,2	1
Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminadas por sustancias peligrosas	15 02 02*	Limpieza y retirada de vertidos accidentales. Aplicación de productos químicos en elementos de la instalación.	0,48	0,4
Gases en recipientes a presión (incluidos los halones) que contienen sustancias peligrosas	16 05 04*	Aplicación de productos químicos y pinturas en elementos de la instalación (aerosoles).	0,72	0,6
Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	17 05 03*	Vertidos accidentales de sustancias químicas en el terreno	0,72	0,6

**Tabla 2 Estimación en volumen y peso de residuos**

## **7. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA**

Durante la ejecución de los trabajos, todas las contratas participantes, implantarán las medidas dispuestas en el presente EGR. Se llevarán a cabo las siguientes medidas para la prevención de los residuos en obra, de tal forma que se evite al máximo su generación:

- Se planificarán las épocas en las que se ejecutará cada trabajo atendiendo a los vientos y lluvias, de forma que se evite el levantamiento de polvo y otros residuos, así como el arrastre de vertidos y materiales.
- Se planificará la distribución de las infraestructuras necesarias para la ejecución de la obra, de forma que, desde antes del comienzo de cada actividad, queden bien establecidas las ubicaciones de casetas, baños, maquinaria, acopios de materiales y de residuos. Las ubicaciones atenderán a criterios técnicos y ambientales.
- Las ubicaciones de casetas y baños estarán bien delimitadas y establecidas. Los baños estarán en correctas condiciones de higiene y situados en lugares llanos y de baja insolación para evitar olores.
- El parque de maquinaria estará bien establecido y delimitado. Se realizarán revisiones periódicas de las máquinas que lo componen, debiendo encontrarse estas siempre en correcto estado. Todas las máquinas tendrán al día sus ITV y marcados CE.
- Para evitar vertidos no se llevará ningún tipo de reparación o recarga de maquinaria en la obra. Aquellas actuaciones de mantenimiento de maquinaria propias de su uso, para las que no sea posible desplazamientos a lugares externos establecidos al efecto, se realizarán siempre utilizando medios de contención y prevención de derrames (Impermeabilización de suelos, bandejas antiderrames, absorbentes etc.)
- Los acopios de materiales estarán localizados en los lugares establecidos por los responsables técnicos de la obra y se delimitarán siempre mediante cintas de balizamiento. Cada acopio será señalizado mediante cartel visible en el que se indique, con letra clara “acopio de material” y el nombre de la contrata responsable.
- Se llevará un estricto control de los acopios de materiales a utilizar, evitando la pérdida, abandono y deterioro de materias primas potencialmente aprovechables. Los materiales a utilizar se preservarán del deterioro, acopiándolos en zonas protegidas de robos, lluvia, insolación y otros factores degradantes.
- Todos los acopios de material permanecerán limpios y ordenados en todo momento, atendiendo a la separación establecida de cada material como indica la normativa vigente.
- Se vigilará el correcto empleo y uso de los materiales y sus cantidades, evitando derroches.
- Se elegirán siempre que sea posible, materiales sin envolturas y envases innecesarios.
- Los materiales químicos y peligrosos seguirán las pautas específicamente establecidas de acopio de este tipo de materiales.
- Se implantarán las medidas específicas para el almacenamiento de materiales.
- Se dispondrá de los suficientes medios de contención y prevención de derrames, así como de lo necesario para su retirada en caso de que suceda un incidente.
- Con la información contenida en este EGR se elaborará, previo al inicio de los trabajos, un Plan de Gestión de los Residuos (PGR) en el que se concretará cómo se aplicará el presente EGR.
- Antes del inicio de las actividades se formará a los trabajadores para el buen uso de materiales y las buenas prácticas en lo referente a la separación de residuos y su gestión en obra, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:
  - Todo operario deberá saber identificar y separar los residuos que se van a generar en su actividad y conocer la situación de los distintos Acopios de Residuos.
  - El personal responsable de la documentación de las contratas será capaz de rellenar partes de transferencia de residuos al transportista (apreciar

cantidades y características de los residuos), verificar la calificación de los transportistas y supervisar que los residuos se manipulan y retiran correctamente.

- La formación se llevará a cabo previamente al inicio de los trabajos, mediante charlas formativas por persona con preparación ambiental y formativa.
- Todos los materiales susceptibles de considerarse residuo serán reutilizados en la propia obra siempre que sea posible, evitando la generación de residuos.

## **8. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA**

### **8.1 REUTILIZACIÓN**

Todo material, equipo o máquina, antes de ser considerado residuo, y siempre que sea posible, debe reutilizarse. Es fundamental para conseguir reutilizar al máximo ejercer una correcta planificación y ejecución de los acopios de residuos.

### **8.2 VALORACIÓN**

Cuando el material, equipo o máquina no pueda reutilizarse, pasará a considerarse residuo y se gestionará a través de una empresa autorizada específica para el residuo, quién lo someterá, siempre que sea posible, a tratamientos de reciclaje apropiados.

Por tanto, todos los residuos de obra serán reciclados siempre que sea posible, en función de su naturaleza, no destinándose ningún residuo a eliminación directa.

Las operaciones de reciclaje a las que sometan los residuos que se produzcan serán las especificadas por los correspondientes gestores en sus autorizaciones y en los documentos de control y seguimiento correspondientes a cada residuo.

Los acopios de estos materiales, sus transportes y gestión se acogerán a lo dispuesto en los correspondientes apartados de acopio, segregación, contenedores y transportes del presente documento y a la normativa específica vigente. Se dispondrá de toda la documentación resultante de la gestión de cada residuo que justifique su trazabilidad y asegure el sometimiento a estos procesos de valorización.

En lo que respecta a estos procesos por residuos, cabe destacar lo siguiente:

- Para residuos no peligrosos (RNP) los procesos de valorización más comunes, atendiendo a lo regulado en el Anexo II de la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados, son los siguientes:
  - R3: Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas.
  - R4: Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos.
  - R5: Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
  - R10: Tratamiento de los suelos que produzca un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos.
  - R11: Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones numeradas de R1 a R10.
- Para los residuos peligrosos (RP) los procesos de valorización más comunes, atendiendo a lo regulado en el Anexo II de la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados, son:

- R2: Recuperación o regeneración de disolventes.
- R3: Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes.
- R5: Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas.
- R7: Valorización de componentes utilizados para reducir la contaminación.
- R11: Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones numeradas de R1 a R10.

### 8.3 ELIMINACIÓN

Tal y como se ha indicado, durante la obra se velará por que ningún residuo se elimine directamente si es viable su valorización previa, y la eliminación siempre será la última opción a considerar. La eliminación se realizará en vertedero autorizado específicamente diseñado para el tipo de residuo a entregar.

Las operaciones de eliminación efectuadas por cada gestor de residuos y tipo de residuo vendrán determinadas durante la ejecución de la obra, en las autorizaciones y certificados de entrega.

Las operaciones de eliminación que suelen realizarse, atendiendo a lo regulado en el Anexo I de la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados, son las siguientes:

- D1: Depósito sobre el suelo o en su interior (por ejemplo, vertido, etc.).
- D5: Depósito controlado en lugares especialmente diseñados.
- D9: Tratamientos fisicoquímicos no especificados por otros procedimientos.
- D15: Almacenamiento en espera de cualquiera de las operaciones numeradas de D1 a D14 (excluido el almacenamiento temporal, en espera de recogida, en el lugar donde se produjo el residuo).

Se revisará y archivará (por un plazo mínimo de 5 años) la documentación justificativa de la trazabilidad de todos los residuos que se destinen a eliminación. Se atenderá a lo dispuesto por la normativa vigente en la materia.

## 9. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

Los RCD, conforme a lo regulado en el Artículo 5.5 Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

SEPARACIÓN DE RESIDUOS	
RESIDUO	CANTIDAD UMBRAL (t)
Hormigón.	80
Ladrillos, tejas, cerámicos	40
Metal	2
Madera	1
Vidrio	1
Plástico	0,5
Papel y cartón.	0,5

**Tabla 3 Cantidades umbrales de separación de residuos**

Las áreas y contenedores de los distintos tipos de residuos se agruparán en función de su naturaleza en zonas concretas. Se ha previsto la instalación de los siguientes tipos de contenedores:

- Contenedores de segregación de residuos no peligrosos diferenciados para papel, maderas, residuos sólidos urbanos, tierras, hormigón etc
- Contenedores de segregación de residuos peligrosos diferenciados para cada tipo de residuo en función de su código LER.

Se prevé una zona para la limpieza de canaletas y recogida de restos de hormigón.

Para la separación de residuos se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- Las zonas de acopio / almacenamiento de residuos se señalarán e identificarán mediante carteles visibles y legibles en los que se identifiquen los residuos o materiales que contiene y la contrata a la que pertenece.
- Los residuos acumulados en dichas zonas se deberán depositar en contenedores.
- Los contenedores estarán siempre identificados, localizados y ubicados en los sitios indicados en la documentación de cada proyecto, cumpliendo las características reguladas por la normativa legal vigente. Así mismo, los contenedores deberán adaptarse siempre a la tipología del material o residuo que contienen. Las empresas que realicen los trabajos estarán informadas de los requisitos mínimos necesarios que debe cumplir cada contenedor y de su ubicación en los distintos puntos de acopio.
- Se prestará especial atención a la separación y almacenamiento de residuos peligrosos con la finalidad de dar cumplimiento a la legislación vigente en materia de residuos peligrosos (Real Decreto 952/1997, Real Decreto 833/1988, etc.).
- La disposición, mantenimiento y retirada de los contenedores de obra es responsabilidad de las contratas.
- No se ubicará ningún contenedor fuera de la obra.
- Los contenedores de residuos susceptibles de generar suspensión de polvo o materiales pulverulentos se cubrirán con lonas, particularmente cuando sea más esperable que se levante viento.
- Los contenedores deberán situarse con una separación unos de otros que evite mezclas y con una accesibilidad tal que el uso por los trabajadores cumpla las medidas de seguridad, permita el tránsito del personal y su fácil manejo (recomendado 1 m para cumplir ambos requisitos). Siempre quedará un lateral del contenedor libre para la recogida y utilización. Permanecerán siempre en correcto estado de orden y limpieza, realizándose batidas diarias que eviten la dispersión de los residuos y materiales por la obra.
- Durante los traslados de residuos en el interior de la zona de obras se respetarán las normas establecidas de velocidad de circulación de vehículos y máquinas, para evitar pérdidas de carga y levantamiento de polvo.

## **10. PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS**

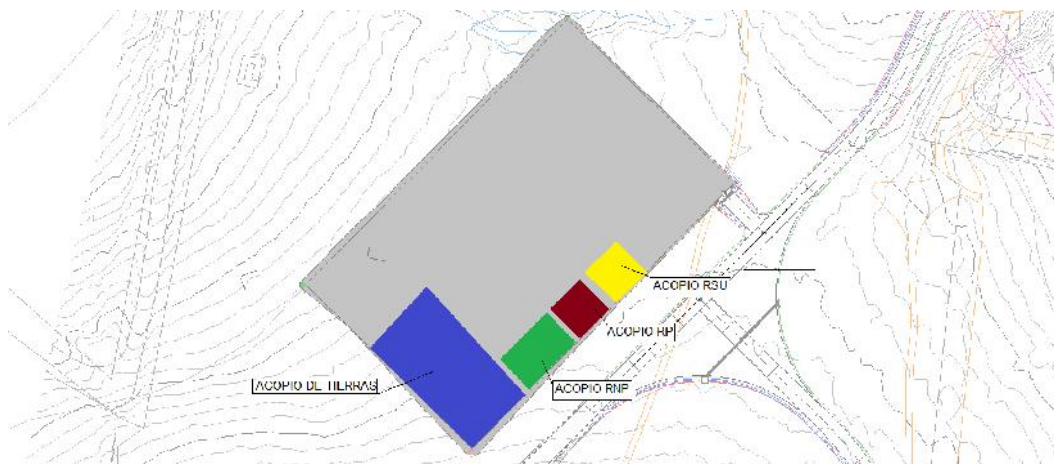
Para llevar a cabo una correcta segregación, almacenamiento y recogida de residuos, se proyectará la instalación de unas áreas o puntos limpios, que estarán localizadas en la zona de instalaciones auxiliares de obra.



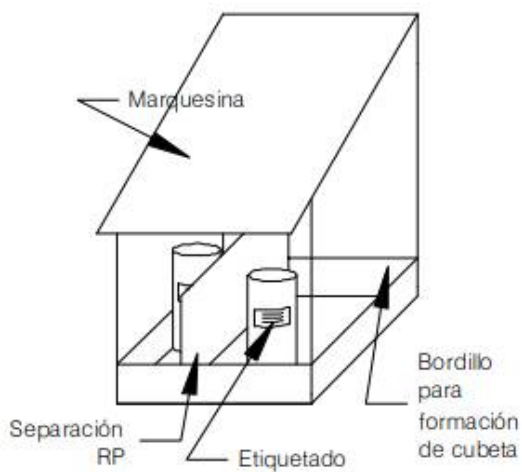
En las siguientes figuras se muestra la localización del punto limpio y detalles de las instalaciones.








**Figura 3 Situación de las instalaciones de Punto Limpio**



**Figura 4 Instalaciones de Punto Limpio**



**Figura 5 Detalle almacén de residuos peligrosos**

MATERIAL RESIDUO	DISPOSITIVO DE ALMACENAMIENTO	
<b>Residuos pétreos, escombros y restos de obra</b>	En contenedor metálico de 3-4 m <sup>3</sup> ubicado en la zona habilitada para residuos.	
<b>Maderas</b>	En contenedor metálico de 3-4 m <sup>3</sup> ubicado en la zona habilitada para residuos.	
<b>Metales</b>	En contenedor metálico de 3-4 m <sup>3</sup> ubicado en la zona habilitada para residuos.	
<b>Residuos para reciclar (Papel, plásticos, cartón...) y Residuos asimilables a urbanos (R.S.U.)</b>	Cubos adecuados para una correcta segregación por colores	
<b>Residuos peligrosos</b>	Se dispondrá de cubos, bidones, barriles estancos necesarios para cada residuo según su naturaleza conforme a la legislación vigente.	

**Tabla 4 Cantidades umbrales de separación de residuos**

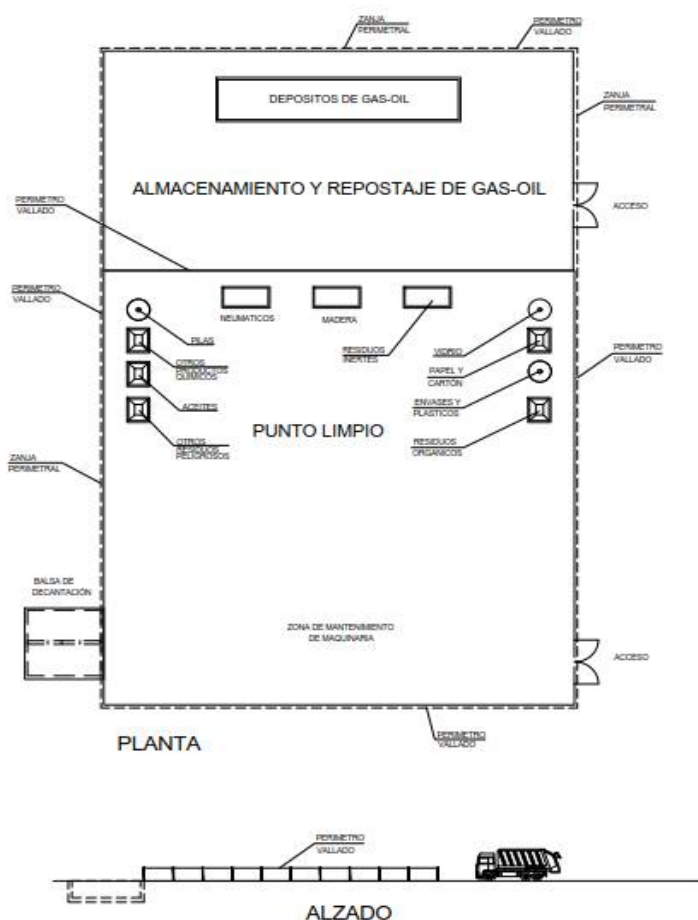


Figura 6 Detalle zonificación auxiliar de obra

## 11. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO EN MATERIA DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Las condiciones particulares del proyecto en lo referente a la gestión de residuos están reflejadas en el capítulo 9 “Gestión de residuos de la construcción y demolición”, del pliego de prescripciones técnicas del proyecto.

## 12. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

A continuación, se indica la valoración económica de los gastos derivados de la gestión de los residuos de construcción y demolición del presente Proyecto.

Residuo	Código LER	Actividad origen	Peso (t)	Coste de gestión (€/t)	Importe (€)
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>					
Envases de papel y cartón	15 01 01	Embalajes de material de equipos, estructuras, y materiales	5,10	28,31 €	160,56 €
Envases de plástico	15 01 02	Embalajes de material de equipos	4,20	28,31 €	169,99 €
Hormigón	17 01 01	Restos de hormigón de limpieza de canaletas y sobrante proveniente de vallado, losas de cimentación de inversores, canalización subterránea	60,25	21,99 €	552,15 €
Madera	17 02 01	Encofrados	0,06	28,31 €	1,56 €
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06	17 01 07	Restos adecuaciones ODT, eventuales demoliciones.	92,00	22,69 €	1.043,96 €
Plástico	17 02 03	Restos de tubo corrugado canalización eléctrica, línea subterránea MT, peladura de conductor String, BT y MT	0,07	38,30 €	2,73 €
Cobre, bronce, latón	17 04 01	Restos de conductores de cobre	31,66	29,65 €	469,39 €
Aluminio	17 04 02	Restos de conductores de aluminio	0,03	29,65 €	0,56 €
Hierro y acero	17 04 05	Restos estructura de módulos	0,77	29,65 €	15,30 €
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	17 04 11	Resto conductores	0,05	29,65 €	0,98 €
Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	17 05 04	Levantamiento de la capa vegetal	13.466,92	6,22 €	79.022,89 €

Equipos eléctricos y electrónicos desechados distintos de los especificados en los códigos 20 01 21, 20 01 23 y 20 01 35	20 01 36	Equipos eléctricos o electrónicos desechados	1,20	123,54 €	148,25 €
Residuos biodegradables	20 02 01	Restos de desbroce y poda de vegetación	1.232,94	11,47 €	9.427,85 €
Mezclas de residuos municipales	20 03 01	Restos de comida del personal en obra. Residuos de oficina de obra.	79,70	30,65 €	2.714,48 €
Lodos de fosas sépticas	20 03 04	Recogida de efluentes de baños, vestuarios e instalaciones auxiliares	53,13	50,00 €	2.656,50 €
<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>					
Aceites minerales no clorados de motor, transmisión mecánica y lubricantes	13 02 5*	Generación de aceites en los diferentes equipos mecánicos que componen la instalación	1,2	1.278,95 €	1.278,95 €
Agua aceitosa procedente de separadores de agua/sustancias aceitosas	13 05 07*	Agua acumulada en las bandejas de retención de depósitos de combustible y grupos electrógenos	1,44	1.278,95 €	1.534,74 €
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	15 01 10*	Aplicación de productos químicos en elementos de la instalación.	1,2	1.270,55 €	1.270,55 €
Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminadas por sustancias peligrosas	15 02 02*	Limpieza y retirada de vertidos accidentales. Aplicación de productos químicos en elementos de la instalación.	0,48	1.270,55 €	508,22 €
Gases en recipientes a presión (incluidos los halones) que contienen sustancias peligrosas	16 05 04*	Aplicación de productos químicos y pinturas en elementos de la instalación (aerosoles).	0,72	2.168,05 €	1.300,83 €
Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	17 05 03*	Vertidos accidentales de sustancias químicas en el terreno	0,72	1.280,55 €	768,33 €
<b>Separación de residuos</b>			<b>132,96</b>	<b>15,00</b>	<b>768,33</b>

<b>TOTAL</b>	<b>104.151,31 €</b>
--------------	---------------------

Tabla 5 Valoración económica de los residuos



## ANEXO 9. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

Rev.	Fecha	Descripción	Emitido	Revisado	Aprobado
V0	13/03/2023	Primera edición	HGL	HGL	BRJ
V1	16/03/2023	Comentarios Iberdrola	HGL	HGL	BRJ

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y LOCALIZACIÓN	3
2.	CONCLUSIONES	10

## FIGURAS

FIGURA 1	ENTRONQUE LA CARRETERA CA-171 Y EL INICIO DEL CAMINO DE ACCESO	3
FIGURA 2	PRIMER TRAMO DEL CAMINO DE ACCESO	4
FIGURA 3	VERJA GANADERA EN CAMINO DE ACCESO	4
FIGURA 4	FINAL DEL CAMINO DE ACCESO EN EL ENTORNO DE LA POSICIÓN CALC2-08	5
FIGURA 5	POSICIÓN CALC2-02.	5
FIGURA 6	CAMINO EXISTENTE EN LA CIMA DEL CERRO FUENTE DEL MORO.	6
FIGURA 7	POSICIÓN CALC2-04.	6
FIGURA 8	POSICIÓN CALC2-05. APROVECHAMIENTO GANADERO, Balsa Y TORRE METÁLICA.	7
FIGURA 9	POSICIÓN CALC2-06.	7
FIGURA 10	BIFURCACIÓN DE CAMINO CON VERJA EN EL ENTORNO DE LA POSICIÓN CALC2-06.	8
FIGURA 11	POSICIÓN CALC2-07.	8
FIGURA 12	POSICIÓN CALC2-08.	9
FIGURA 13	LÍNEA ELÉCTRICA EN ZONA HACIA PE LA COSTANA Y SUBESTACIÓN SET CAMPO ALTO.	9

## 1. INTRODUCCIÓN Y LOCALIZACIÓN

A continuación se adjuntan una serie de fotos obtenidas tras la visita de campo realizada los días 13/10/2021 y 14/10/2021, con el objetivo de analizar las localizaciones de las posiciones de montaje de los aerogeneradores, los caminos existentes en campo de cara a su utilización durante la obra del parque eólico y la identificación de posibles afecciones del parque eólico y su zanja de media tensión con otros servicios tales como líneas eléctricas, arroyos o carreteras.



**Figura 1**    **Entronque la carretera CA-171 y el inicio del camino de acceso**



**Figura 2** Primer tramo del camino de acceso



**Figura 3** Verja ganadera en camino de acceso





**Figura 4** Final del camino de acceso en el entorno de la posición CALC2-08



**Figura 5** Posición CALC2-02.



**Figura 6** Camino existente en la cima del cerro Fuente del Moro.



**Figura 7** Posición CALC2-04.





**Figura 8** Posición CALC2-05. Aprovechamiento ganadero, balsa y torre metálica.



**Figura 9** Posición CALC2-06.



**Figura 10** Bifurcación de camino con verja en el entorno de la posición CALC2-06.



**Figura 11** Posición CALC2-07.





Figura 12 Posición CALC2-08.



Figura 13 Línea eléctrica en zona hacia PE La Costana y Subestación SET Campo Alto.

## **2. CONCLUSIONES**

Tras la visita al Parque Eólico Campo Alto, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Accesos: Se diferencia en dos tramos principales, un primer tramo en buen estado y asfaltándose en el momento de la visita de campo, y un segundo donde el camino pasa a convertirse en una rodada, donde aumentan considerablemente las pendientes, encontrándose zonas cercanas al 20%.
- En cuanto a los caminos internos y plataformas, no se han encontrado especiales dificultades en campo a parte de la constatación de que será necesario adecuar toda la zona al paso de los vehículos de transporte de los componentes de los aerogeneradores, y que podrán generarse pendientes elevadas. Se han identificado también balsas, una torre metálica, y una línea eléctrica aérea.

## ANEXO 10. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Rev.	Fecha	Descripción	Emitido	Revisado	Aprobado
V0	13/03/2023	Edición preliminar	HGL	HGL	BRJ
V1	16/03/2023	Actualización nº Anexo	HGL	HGL	BRJ
V2	15/05/2023	Adenda Biodiversidad	MJBS	HGL	BRJ

## ÍNDICE

1.	OBJETO	3
2.	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO EMPLEADO	3
2.1.1	DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS	3
2.1.2	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	4
2.1.3	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	5
2.1.4	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	8
2.1.5	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	10
2.2	CUENCAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS	11
2.3	TABLAS DE DATOS	15

## FIGURAS

FIGURA 1	EJEMPLO DE CUENCAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS (FIG 1.1 DE NORMA 5.2-IC)	4
FIGURA 2	VALORES DE $C_V$ Y $P$ (PLANO GUÍA DE MÁXIMAS LLUVIAS ESPAÑA PENINSULAR)	7
FIGURA 3	VALORES DE ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD $I_1/I_D$ (TABLA 2.4 DE LA NORMA 5.2-IC)	8
FIGURA 4	REGIONES PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA (FIG 2.9 DE LA NORMA 5.2-IC)	9
FIGURA 5	MAPA DE GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO	10

## TABLAS

TABLA 1	VALORES DEL COEFICIENTE DE FLUJO DIFUSO $N_{DIF}$ (TABLA 2.1. DE LA NORMA 5.2. IC)	5
TABLA 2	DETERMINACIÓN DE $T_C$ EN CONDICIONES DE FLUJO DIFUSO (TABLA 2.2. DE LA NORMA 5.2. IC)	5
TABLA 3	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN EN LAS CUENCAS.	13
TABLA 4	CÁLCULO DE CAUDALES SEGÚN PERIODO DE RETORNO.	14
TABLA 5	VALORES DE $K_T$ (TABLA 7.1 DE MÁXIMAS LLUVIAS ESPAÑA PENINSULAR)	15
TABLA 6	VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA (TABLA 2.5 DE NORMA 5.2-IC)	16
TABLA 7	VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA $P_0^I$ (MM) (TABLA 2.3. DE LA NORMA 5.2-IC)	19



## 1. OBJETO

El objeto de este anexo es la definición de la metodología empleada para la obtención de los caudales de las distintas cuencas hidrográficas interceptadas por la construcción de los viales y plataformas del PE Campo Alto situado en el municipio de Campoo de Yuso en la provincia de Cantabria.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO EMPLEADO

Se realizará un estudio hidrológico completo, en base a la Normativa vigente (Norma 5.2.-IC “Drenaje superficial” del Ministerio de Fomento), que permita obtener los caudales máximos de avenida de las distintas cuencas vertientes al parque.

La Norma establece como método de cálculo el Método Racional para cuencas de área inferior a 50 km<sup>2</sup>.

En él, se establece que el máximo caudal anual  $Q_T$ , correspondiente a un período de retorno  $T$ , se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

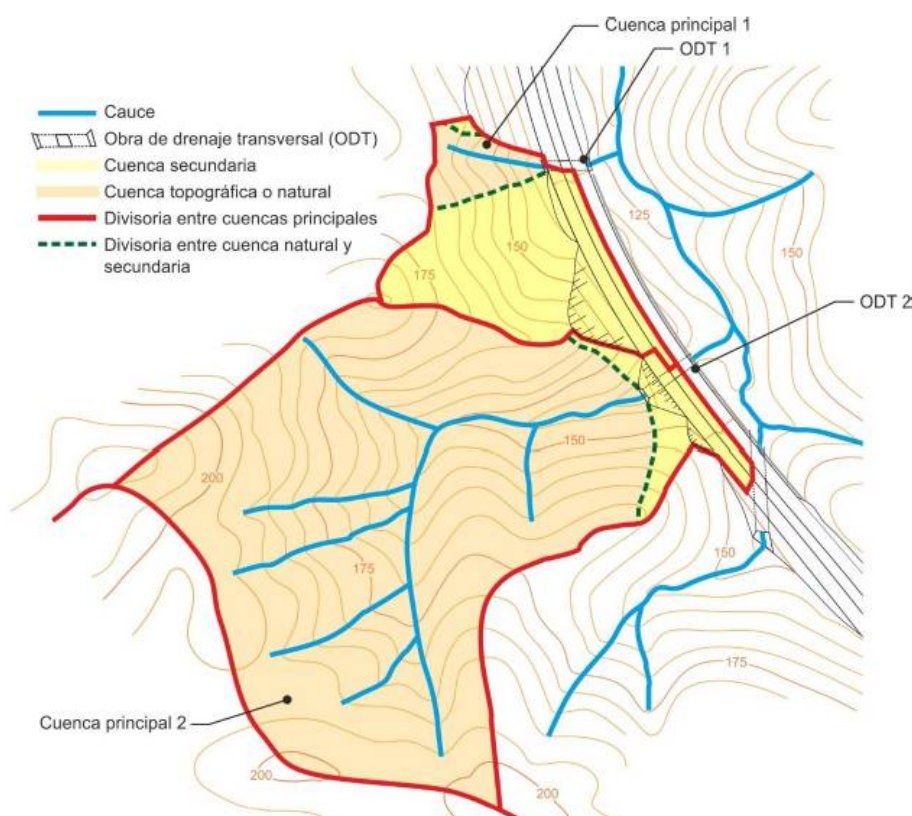
Donde:

- $Q_T$  (l/s) es el caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno  $T$ , en el punto de desagüe de la cuenca.
- $A$  (ha) es la superficie (medida horizontalmente) de la cuenca.
- $I_t$  (mm/h) es la intensidad de lluvia correspondiente a la máxima tormenta para el periodo de retorno considerado  $T$  y con una duración igual al tiempo de concentración ( $t_c$ ).
- $C$ , adimensional, es el coeficiente de escorrentía de la cuenca.
- $K_t$ , adimensional, es el coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

### 2.1.1 DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS

Las cuencas vendrán determinadas por la superficie encajada entre los diferentes viales y/o plataformas y quedan representadas en el plano IIES-TPY-CAA0430-0001. Planta General de Cuencas

En la identificación de las cuencas se distinguirá, según indicaciones la Norma, entre cuencas secundarias y cuencas principales.



**Figura 1 Ejemplo de cuencas principales y secundarias (Fig 1.1 de Norma 5.2-IC)**

Una cuenca principal será aquella cuyo punto de desagüe es una obra de drenaje transversal del camino. Una cuenca principal se compone de la cuenca topográfica o natural del cauce correspondiente a una obra de drenaje transversal, más las cuencas secundarias que comprenda.

Las cuencas secundarias serán la generadas por la construcción de los caminos del PE, cuya escorrentía se vierte a sus elementos de drenaje de plataforma márgenes. Pueden comprender terrenos tanto de la propia explanación como otros exteriores que viertan su escorrentía hacia ellas.

En el proyecto del Parque Eólico Campo Alto existen tres desagües de cuencas principales correspondientes a dos cruces del camino de acceso con un arroyo existente denominado Arroyo del Rebañal, y un cruce del eje 1 con la cabecera del Río Irbienza. Las obras proyectadas se tratarán como desagües de cuencas principales, mientras que el resto de las cuencas creadas en los márgenes de los caminos se tratarán como cuencas secundarias.

### 2.1.2 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Tiempo de concentración “ $t_c$ ”, es 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 las siguientes formulaciones:

Para cuencas principales:

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

donde:

- $t_c$  (horas) Tiempo de concentración.
- $L_c$  (km) Longitud del cauce.
- $J_c$  (adimensional) Pendiente media del cauce.

En cuencas secundaria, el tiempo de concentración debe distinguir entre:

- Flujo canalizado a través de cunetas: determinado mediante Manning.
- Flujo difuso sobre el terreno.

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0,408} \cdot n_{dif}^{0,312} \cdot J_{dif}^{-0,209}$$

donde:

- $t_{dif}$  (minutos) Tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno.
- $n_{dif}$  (adimensional) Coeficiente de flujo difuso.
- $L_{dif}$  (m) Longitud de recorrido en flujo difuso
- $J_{dif}$  (adimensional) Pendiente media

En base a las características de la cobertura vegetal del terreno se adoptará un valor de  $n_{dif}$  tal y como se indica en la siguiente tabla.

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  $n_{dif}$  (Tabla 2.1. de la Norma 5.2. IC)**

El valor del tiempo de concentración  $t_c$  se obtiene de la siguiente tabla:

$t_{dif}$ (minutos)	$t_c$ (minutos)
$\leq 5$	5
$5 \leq t_{dif} \leq 40$	$t_{dif}$
$\geq 40$	40

**Tabla 2 Determinación de  $t_c$  en condiciones de flujo difuso (Tabla 2.2. de la Norma 5.2. IC)**

### **2.1.3 INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN**

La intensidad de precipitación  $I$  ( $T$ ,  $t_c$ ) correspondiente a un período de retorno  $T$  y una duración de aguacero  $t_c$  se determina mediante la fórmula siguiente:

$$I(T, t_c) = I_d \cdot F_{int}$$

donde:

- $I_d$  (mm/h) es la intensidad media diaria de precipitación corregida.
- $F_{int}$  es el factor de intensidad.

### 2.1.3.1 INTENSIDAD MEDIA DIARIA DE PRECIPITACIÓN “I<sub>d</sub>”

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T, se obtiene mediante la fórmula:

$$I_d = (P_d \cdot K_A) / 24$$

donde:

- $I_d$  (mm/h) es la intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T.
- $P_d$  (mm) es la precipitación diaria correspondiente al período de retorno T.
- El valor de  $P_d$  se obtiene de los datos del Manual “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”, del Ministerio de Fomento.
- $K_A$  (adimensional) es el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1$$

$$\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1 \frac{\log_{10} A}{15}$$

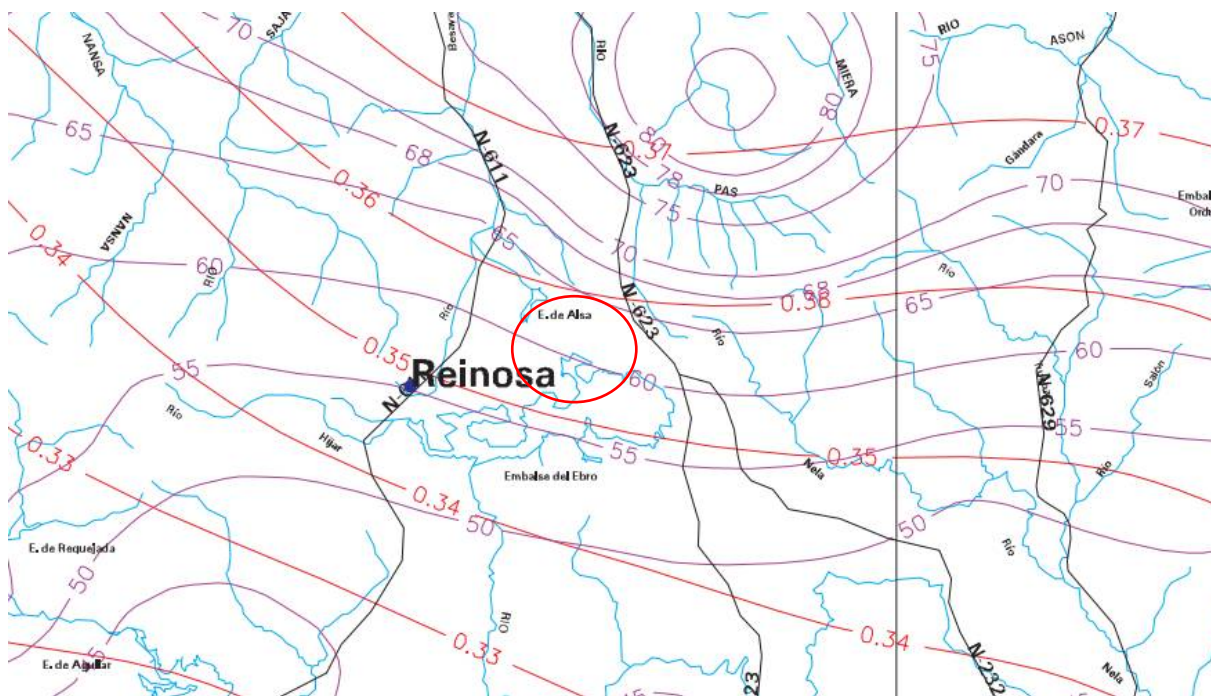
Para la determinación de la precipitación diaria correspondiente al período de T,  $P_d$ , se adoptarán los valores obtenidos a partir del documento “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” del Ministerio de Fomento.

De manera que:

$$P_d \left( \frac{\text{mm}}{h} \right) = K_t \cdot P$$

El valor del factor de amplificación,  $K_t$ , se obtiene a partir del valor de  $C_V$  y el periodo de retorno, T, deseado: Se obtiene a partir de la Tabla 5 en el Apartado 2.3 Tablas de datos

Para obtener  $C_V$  de la zona de proyecto:



**Figura 2 Valores de  $C_v$  y  $P$  (Plano guía de Máximas lluvias España peninsular)**

De manera que:

$C_v=0,355$  y  $P=60$  (mm/día)

Obtenidos los valores de estos parámetros podemos calcular el valor de  $P_d$  para distintos periodos de retorno, siendo:

$$P_d = P \times K_t$$

### 2.1.3.2 FACTOR DE INTENSIDAD

El factor de intensidad  $F_{int}$  introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero  $t$ .
- El período de retorno  $T$

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = \max (F_a, F_b)$$

Donde:

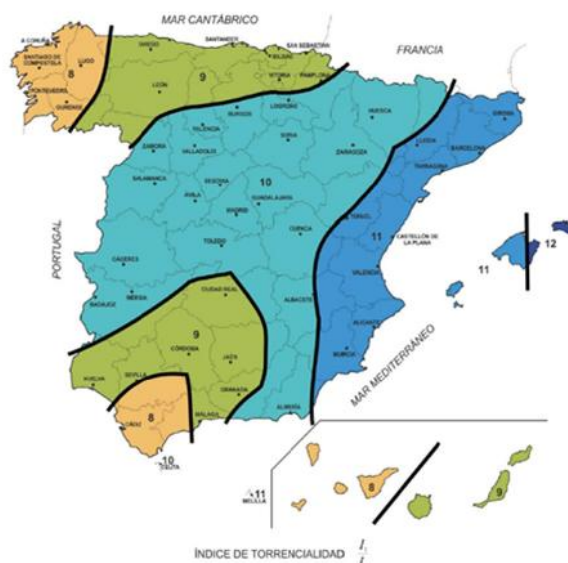
$$F_a = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 \cdot t^{0,1}}$$

siendo:

$t$  (horas): duración del aguacero, igual al tiempo de concentración  $t_c$ , por lo que dependerá de cada cuenca en estudio.

En la zona de estudio, según los valores mostrados el mapa de torrencialidad, el parque eólico se encuentra en la zona con valores de  $I_1/I_d=9$ .





**Figura 3 Valores de Índice de torrencialidad  $I_1/I_0$  (Tabla 2.4 de la Norma 5.2-IC)**

Finalmente,  $F_b$  es un factor adimensional obtenido a partir de las curvas IDF

### 2.1.4 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.

Se obtiene mediante la fórmula (siempre y cuando el umbral de escorrentía  $P_0$  sea menor que la precipitación diaria  $P_d$ . De lo contrario, no se produce escorrentía):

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \quad C = 0$$

Siendo  $K_A$  el factor reductor de la precipitación por área de cuenca, indicado en el apartado 2.1.3.1

#### Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía  $P_0$  (mm) representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determina mediante la fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

donde:

- $P_0$  (mm) es el umbral de escorrentía
- $P_0^i$  (mm) es el valor inicial del umbral de escorrentía
- $\beta$  (adimensional) es el coeficiente corrector.

Para determinar el coeficiente corrector del umbral de escorrentía, se emplea la fórmula:



Drenaje transversal de vías de servicio, ramales, caminos y drenaje de plataforma y márgenes:

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

Obras de drenaje transversal en carreteras:

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) \cdot F_T$$

donde:

- $\beta_m$ : valor medio en la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

El PE Campo Alto se encuentra localizado en la regiones 13 (parte vertiente a las cuencas cantábricas) y 91 (parte vertiente a la cuenca del Ebro).

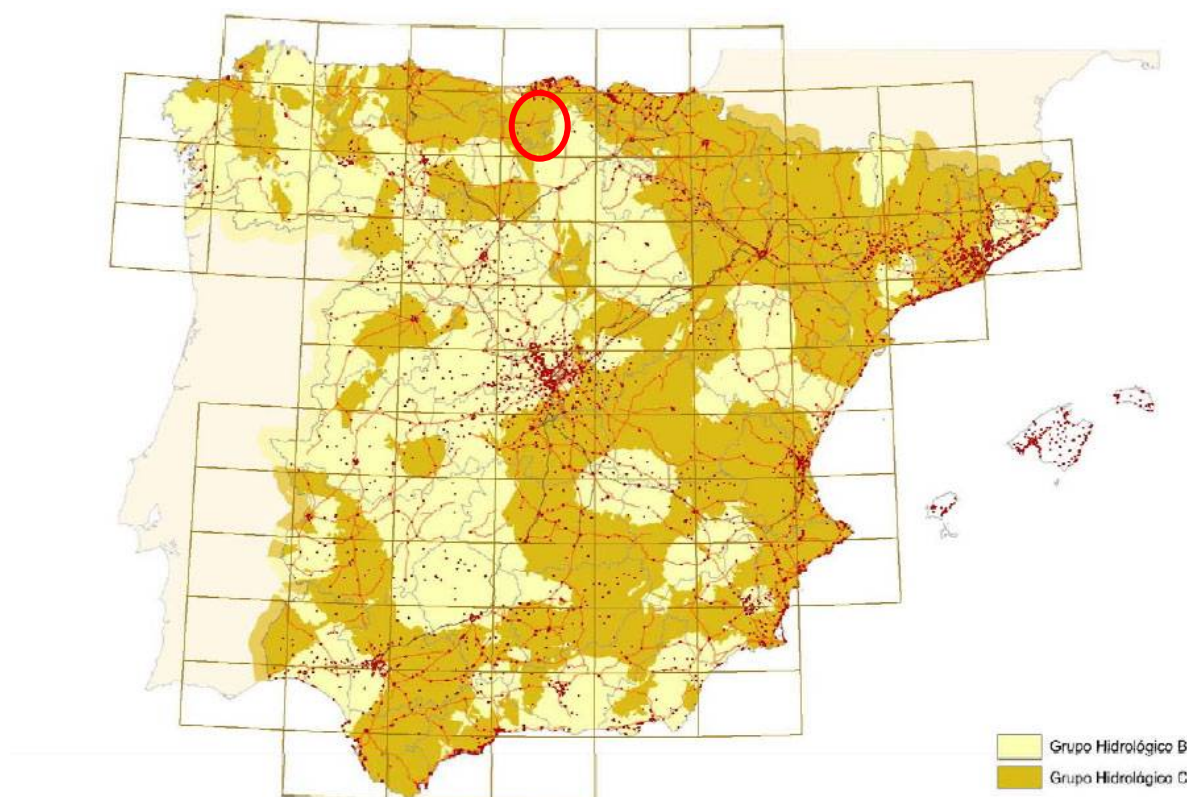


**Figura 4 Regiones para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (Fig 2.9 de la Norma 5.2-IC)**

- $F_T$ : factor función del período de retorno elegido.
- $\Delta_{50}$ : desviación respecto al valor medio: intervalo de confianza correspondiente al 50%

Los valores de  $\beta_m$  y  $F_T$  se obtiene a partir de la Tabla 6 del Apartado 2.3. Tablas de datos

Tomando un valor de  $P_0^i$ , a partir del mapa de grupos hidrológicos de suelo se puede calcular el umbral de escorrentía del terreno



**Figura 5 Mapa de grupos hidrológicos de suelo**

En el Parque Eólico Campo Alto, situado en las inmediaciones de Reinosa, en la provincia de Cantabria, el tipo de suelo según el grupo hidrológico se trata del tipo C.

### **2.1.5 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD**

El coeficiente  $K_t$  tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

#### **2.1.5.1 PERIODO DE RETORNO**

El período de retorno  $T$  es el periodo de tiempo expresado en años, para el cual el caudal máximo anual tiene una probabilidad de ser excedido igual a  $1/T$ .

Para el cálculo del caudal de proyecto la Norma de Drenajes establece una diferencia entre:

- Drenaje de plataforma y márgenes:  $T = 25$  años para cuencas secundarias.
- Drenaje transversal:  $T \geq 100$  años para cuenca principal.

Además, la especificación técnica se ha fijado el valor del periodo de retorno para el cálculo de drenajes longitudinales en 10 años.

En las obras diseñadas en el PE Campo Alto, se utilizará un periodo de retorno de 100 años para el cálculo de las ODTs de desagües de las cuencas principales, mientras que el resto de tubos pasacunetas y obras transversales de drenaje longitudinal, (OTDL), se empleará en el

cálculo de caudales un valor de 25 años, y para las obras de drenaje longitudinal (cunetas), se tomará un valor de 10 años.

## 2.2 CUENCAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS

### 0. DATOS DEL PROYECTO

HOJA DE CÁLCULO: CÁLCULO DE HIDROLOGÍA DE CUENCAS  
NOMBRE DE PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO  
CÓDIGO PROYECTO: CAA  
CLIENTE: IBERDROLA  
REVISIÓN: V2

### 1. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Cuencas principales:  $T_C = 0,3 \cdot L_C^{0,76} \cdot J_C^{-0,19}$   
Cuencas secundarias (flujo difuso):  $t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0,408} \cdot n_{dif}^{0,312} \cdot J_{dif}^{-0,209}$

Siendo,

Coeficiente de flujo difuso ( $n_{dif}$ ) 0,32

Con vegetación  
media

### 2. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

$I(T, t_C) = I_d \cdot F_{int}$

Siendo,

$I_d = (P_d \cdot K_t) / 24$

$P_d = P \cdot K_t$

$K_t$  = función de  $C_v$  para distintos T

$C_v = 0,355$  Ver Máxima lluvia peninsular

$P = 60$  Máxima precipitación diaria anual

Máximas Lluvias en España Peninsular

T-AÑOS	$K_t$	P	$P_d$ (mm/día)
	<b>0,921</b>	<b>60</b>	<b>55,26</b>
5	1,217	60	73,02
<b>10</b>	<b>1,438</b>	<b>60</b>	<b>86,28</b>
<b>25</b>	<b>1,732</b>	<b>60</b>	<b>103,92</b>
50	1,961	60	117,66
<b>100</b>	<b>2,22</b>	<b>60</b>	<b>133,20</b>
200	2,48	60	148,80
500	2,831	60	169,86

$I_1/I_d = 9$

Ver Mapa del Índice de torrencialidad (5.2-IC)

### 3. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

### Coefficiente corrector del umbral de escorrentía (Cuencas Ebro)

$$\beta^{PM} = \beta_m * F_T = 0,814$$

$$\beta^{PM} = \beta_m * F_T = 1,012$$

$$\beta^{PM} = \beta_m * F_T = 1,292$$

$$\beta^{DT} = \beta_m * F_T = 1,292$$

Siendo,

$$\text{Región} = 91$$

Región donde se localiza el proyecto (ver Fig 2.9 de la Norma 5.2-IC)

$$\beta_m = 0,85$$

Valor medio en la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

$$F_{T(25 \text{ años})} = 0,9575$$

Factor para periodo de retorno 10 años

$$F_{T(25 \text{ años})} = 1,19$$

Factor para periodo de retorno 25 años

$$F_{T(100 \text{ años})} = 1,52$$

Factor para periodo de retorno 100 años

$$\Delta_{50} = 0,15$$

### Umbral de escorrentía (Cuencas Ebro)

$$P_0 = P^I_0 * \beta^{PM} = 11,39$$

Umbral de escorrentía (10 años)

$$P_0 = P^I_0 * \beta^{PM} = 14,60$$

Umbral de escorrentía (25 años)

$$P_0 = P^I_0 * \beta^{DT} = 18,088$$

Umbral de escorrentía (100 años)

Siendo,

$$\text{Grupo} = C$$

Mapa de grupos hidrológicos de suelo

Tipo

$$\text{Suelo} = \text{Pastizales naturales} \geq 3$$

(Según Usos del suelo. CORINE 2018)

$$P^I_0 = 14,00$$

Valor inicial del coeficiente de escorrentía

### Coefficiente corrector del umbral de escorrentía (Cuencas Cantábricas)

$$\beta^{PM} = \beta_m * F_T = 0,578$$

$$\beta^{PM} = \beta_m * F_T = 0,690$$

$$\beta^{PM} = \beta_m * F_T = 0,804$$

$$\beta^{DT} = \beta_m * F_T = 0,804$$

Siendo,

$$\text{Región} = 13$$

Región donde se localiza el proyecto (ver Fig 2.9 de la Norma 5.2-IC)

$$\beta_m = 0,6$$

Valor medio en la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

$$F_{T(25 \text{ años})} = 0,9625$$

Factor para periodo de retorno 10 años

$$F_{T(25 \text{ años})} = 1,15$$

Factor para periodo de retorno 25 años

$$F_{T(100 \text{ años})} = 1,34$$

Factor para periodo de retorno 100 años

$$\Delta_{50} =$$

$$\Delta_{50} = 0,15$$

### Umbral de escorrentía (Cuencas Cantábricas)

$$P_0 = P_0^I \cdot \beta^{PM} = 8,09 \quad \text{Umbral de escorrentía (10 años)}$$

$$P_0 = P_0^I \cdot \beta^{PM} = 9,66 \quad \text{Umbral de escorrentía (25 años)}$$

$$P_0 = P_0^I \cdot \beta^{DT} = 11,256 \quad \text{Umbral de escorrentía (100 años)}$$

Siendo,

Grupo = C Mapa de grupos hidrológicos de suelo

Tipo

Suelo Pastizales naturales  $\geq 3$

(Según Usos del suelo. CORINE 2018)

$P_0^I = 14,00$  Valor inicial del coeficiente de escorrentía

Vertiente	Tipo Cuenca	Nºcuenca	Área (Ha)	L. Cau. (Km)	Z. Máx. (Mts)	Z. Mín. (Mts)	Pend. (m/m)	Tc (h)
Ebro	Secundaria	CD.1	9,620	0,784	1054,00	918,00	0,173	0,511
Ebro	Secundaria	CD.2	1,407	0,315	1113,00	1072,00	0,130	0,374
Ebro	Secundaria	CD.3	4,000	0,366	1251,02	1192,68	0,159	0,381
Ebro	Secundaria	CD.4	3,324	0,257	1251,00	1196,00	0,214	0,310
Ebro	Secundaria	CD.5	3,111	0,229	1251,00	1197,00	0,236	0,290
Ebro	Secundaria	CD.6	0,957	0,174	1251,00	1231,00	0,115	0,301
Cantábrico	Secundaria	CD.7	0,414	0,095	1251,00	1232,00	0,200	0,210
Cantábrico	Secundaria	CD.8	1,361	0,266	1079,00	1054,00	0,094	0,374
Ebro	Secundaria	CD.12	0,443	0,080	1160,50	1150,60	0,123	0,217
Ebro	Secundaria	CI.1	18,501	0,725	986,00	862,00	0,171	0,496
Ebro	Principal	CI.2	17,339	0,523	1048,00	878,00	0,325	0,380
Ebro	Secundaria	CI.3	30,927	0,882	1151,00	881,00	0,306	0,476
Ebro	Secundaria	CI.4	26,402	0,811	1149,00	902,00	0,305	0,461
Ebro	Principal	CI.5	41,969	0,847	1069,00	901,00	0,198	0,360
Ebro	Secundaria	CI.6	2,513	0,178	1067,00	1044,00	0,129	0,297
Ebro	Secundaria	CI.7	0,716	0,142	1054,00	1044,00	0,070	0,307
Cantábrico	Secundaria	CI.8	1,643	0,195	1067,00	1047,00	0,103	0,323
Cantábrico	Secundaria	CI.9	0,245	0,054	1067,00	1063,00	0,074	0,205
Cantábrico	Secundaria	CI.10	8,149	0,562	1149,00	1078,00	0,126	0,477
Cantábrico	Secundaria	CI.11	0,179	0,026	1149,00	1147,00	0,077	0,151
Cantábrico	Principal	CI.12	1,558	0,127	1052,00	1043,00	0,071	0,293
Cantábrico	Secundaria	CI.13	0,446	0,133	1250,00	1121,00	0,970	0,173
Cantábrico	Secundaria	CI.17	0,479	0,048	1145,00	1143,30	0,035	0,228
Cantábrico	Secundaria	CI.18	0,166	0,015	1145,00	1144,95	0,003	0,233

Tabla 3 Tiempo de concentración en las cuencas.



Nºcuenca	Kt	Ka	Drenaje Longitudinal (T=10 a)				Drenaje transversal (T25a/T100a)			
			P <sub>24</sub> (mm)	C	I (mm/h)	Q (m3/s)	P <sub>24</sub> (mm)	C	I (mm/h)	Q (m3/s)
CD.1	1,0299	1,00	86,28	0,58	46,41	0,744	103,92	0,57	55,90	0,880
CD.2	1,0205	1,00	86,28	0,58	54,45	0,126	103,92	0,57	65,58	0,150
CD.3	1,0209	1,00	86,28	0,58	53,93	0,356	103,92	0,57	64,96	0,421
CD.4	1,0163	1,00	86,28	0,58	59,77	0,327	103,92	0,57	71,99	0,386
CD.5	1,0150	1,00	86,28	0,58	61,78	0,316	103,92	0,57	74,42	0,373
CD.6	1,0157	1,00	86,28	0,58	60,64	0,095	103,92	0,57	73,03	0,113
CD.7	1,0100	1,00	86,28	0,69	72,27	0,058	103,92	0,70	87,05	0,070
CD.8	1,0204	1,00	86,28	0,69	54,47	0,146	103,92	0,70	65,61	0,176
CD.12	1,0104	1,00	86,28	0,58	71,15	0,052	103,92	0,57	85,70	0,061
CI.1	1,0289	1,00	86,28	0,58	47,12	1,451	103,92	0,57	56,75	1,716
CI.2	1,0209	1,00	86,28	0,58	54,02	1,547	133,20	0,57	83,40	2,350
CI.3	1,0275	1,00	86,28	0,58	48,14	2,475	103,92	0,57	57,99	2,927
CI.4	1,0264	1,00	86,28	0,58	48,97	2,147	103,92	0,57	58,99	2,539
CI.5	1,0195	1,00	86,28	0,58	55,53	3,845	133,20	0,57	85,73	5,839
CI.6	1,0154	1,00	86,28	0,58	61,09	0,252	103,92	0,57	73,58	0,298
CI.7	1,0161	1,00	86,28	0,58	60,06	0,071	103,92	0,57	72,33	0,084
CI.8	1,0171	1,00	86,28	0,69	58,56	0,189	103,92	0,70	70,54	0,228
CI.9	1,0098	1,00	86,28	0,69	73,06	0,035	103,92	0,70	88,00	0,042
CI.10	1,0275	1,00	86,28	0,69	48,12	0,776	103,92	0,70	57,95	0,938
CI.11	1,0067	1,00	86,28	0,69	84,29	0,029	103,92	0,70	101,52	0,035
CI.12	1,0152	1,00	86,28	0,69	61,46	0,187	133,20	0,72	94,88	0,302
CI.13	1,0079	1,00	86,28	0,69	79,13	0,069	103,92	0,70	95,31	0,083
CI.17	1,0111	1,00	86,28	0,69	69,45	0,065	103,92	0,70	83,65	0,078
CI.18	1,0114	1,00	86,28	0,69	68,70	0,022	103,92	0,70	82,75	0,027

**Tabla 4 Cálculo de caudales según periodo de retorno.**



## 2.3 TABLAS DE DATOS

C <sub>v</sub>	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0,3	0,935	1,194	1,377	1,625	1,823	2,022	2,251	2,541
0,31	0,932	1,198	1,385	1,640	1,854	2,068	2,296	2,602
0,32	0,929	1,202	1,400	1,671	1,884	2,098	2,342	2,663
0,33	0,927	1,209	1,415	1,686	1,915	2,144	2,388	2,724
0,34	0,924	1,213	1,423	1,717	1,930	2,174	2,434	2,785
0,35	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,220	2,480	2,831
0,36	0,919	1,225	1,446	1,747	1,991	2,251	2,525	2,892
0,37	0,917	1,232	1,461	1,778	2,022	2,281	2,571	2,953
0,38	0,914	1,240	1,469	1,793	2,052	2,327	2,617	3,014
0,39	0,912	1,243	1,484	1,808	2,083	2,357	2,663	3,067
0,4	0,909	1,247	1,492	1,839	2,113	2,403	2,708	3,128
0,41	0,906	1,255	1,507	1,854	2,144	2,434	2,754	3,189
0,42	0,904	1,259	1,514	1,884	2,174	2,480	2,800	3,250
0,43	0,901	1,263	1,534	1,900	2,205	2,510	2,846	3,311
0,44	0,898	1,270	1,541	1,915	2,220	2,556	2,892	3,372
0,45	0,896	1,274	1,549	1,945	2,251	2,586	2,937	3,433
0,46	0,894	1,278	1,564	1,961	2,281	2,632	2,983	3,494
0,47	0,892	1,286	1,579	1,991	2,312	2,663	3,044	3,555
0,48	0,89	1,289	1,595	2,007	2,342	2,708	3,098	3,616
0,49	0,887	1,293	1,603	2,022	2,373	2,739	3,128	3,677
0,5	0,885	1,297	1,610	2,052	2,403	2,785	3,189	3,738
0,51	0,883	1,301	1,625	2,068	2,434	2,815	3,220	3,799
0,52	0,881	1,308	1,640	2,098	2,464	2,861	3,281	3,860

**Tabla 5**      **Valores de Kt (Tabla 7.1 de Máximas Lluvias España peninsular)**

Región	Valor Medio $\beta_m$	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Periodo de retorno T (años), $F_T$				
		50% $\Delta_{50}$	67% $\Delta_{67}$	90% $\Delta_{90}$	2	5	25	100	500
11	0,9	0,2	0,3	0,5	0,8	0,9	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,2	0,25	0,45	0,75	0,9	1,14	1,33	1,56
13	0,6	0,15	0,25	0,4	0,74	0,9	1,15	1,34	1,55
21	1,2	0,2	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,9
22	1,5	0,15	0,2	0,35	0,74	0,9	1,12	1,27	1,37
23	0,7	0,2	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,1	0,15	0,2	0,35	0,76	0,9	1,14	1,36	1,63
25	0,6	0,15	0,2	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,9	0,2	0,3	0,5	0,87	0,93	1,1	1,26	1,45
32	1	0,2	0,3	0,5	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,4	0,65	0,7	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,2	0,2	0,25	0,45	0,91	0,96	1	1	1
42	2,25	0,2	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,1	0,15	0,2	0,81	0,91	1,12	1,3	1,5
512	0,7	0,2	0,3	0,5	1	1	1	1	1
52	0,95	0,2	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,1	0,25	0,35	0,6	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2	0,25	0,35	0,6	0,77	0,91	1,1	1,18	1,17
71	1,2	0,15	0,2	0,35	0,82	0,94	1	1	1
72	2,1	0,3	0,45	0,7	0,67	0,86	1	-	-
81	1,3	0,25	0,35	0,6	0,76	0,9	1,14	1,34	1,58
821	1,3	0,35	0,5	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,4	0,25	0,35	0,6	0,7	0,86	1,16	-	-
83	2,3	0,15	0,25	0,4	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,4	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,3	0,4	0,7	0,82	0,94	1	1	1
93	1,7	0,2	0,25	0,45	0,77	0,92	1	1	1
941	1,8	0,15	0,2	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,2	0,15	0,25	0,4	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,7	0,3	0,4	0,7	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,4	0,77	0,9	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,3	0,4	0,7	0,76	0,9	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,4	0,79	0,93	1	1	1
1022	2,05	0,15	0,25	0,4	0,79	0,93	1	1	1

**Tabla 6** Valores del coeficiente corrector del umbral de escorrentía (Tabla 2.5 de Norma 5.2-IC)

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente %	Grupo de Suelo			
				A	B	C	D
11100	Tejido urbano continuo			1	1	1	1
11200	Tejido urbano discontinuo			24	14	8	6
11200	Urbanizaciones			24	14	8	6
11210	Estructura urbana abierta			24	14	8	6
11220	Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			24	14	8	6
12100	Zonas industriales y comerciales			6	4	3	3
12100	Granjas agrícolas			24	14	8	6
12110	Zonas industriales			12	7	5	4
12120	Grandes superficies de equipamiento y servicios			6	4	3	3
12200	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados			1	1	1	1
12210	Autopistas, autovías y terrenos asociados			1	1	1	1
12220	Complejos ferroviarios			12	7	5	4
12300	Zonas portuarias			1	1	1	1
12400	Aeropuertos			24	14	8	6
13100	Zonas de extracción minera			16	9	6	5
13200	Escombreras y vertederos			20	11	8	6
13300	Zonas de construcción			24	14	8	6
14100	Zonas verdes urbanas			53	23	14	10
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			79	32	18	13
14210	Campos de golf			79	32	18	13
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			53	23	14	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R	≥ 3	29	17	10	8
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	N	≥ 3	32	19	12	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R/N	< 3	34	21	14	12
21100	Tierras de labor en secano (viveros)			0	0	0	0
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R	≥ 3	23	13	8	6
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	N	≥ 3	25	16	11	8
21100	Tierras de labor en secano (hortalizas)	R/N	< 3	29	19	14	11
21100	Tierras abandonadas		≥ 3	16	10	7	5
21100	Tierras abandonadas		< 3	20	14	11	8
21200	Terrenos regados permanentemente	R	≥ 3	37	20	12	9
21200	Terrenos regados permanentemente	N	≥ 3	42	23	14	11
21200	Terrenos regados permanentemente	R/N	< 3	47	25	16	13
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
21210	Cultivos herbáceos en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
21210	Cultivos herbáceos en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
21220	Otras zonas de irrigación			0	0	0	0
21300	Arrozales			47	25	16	13
22100	Viñedos		≥ 3	62	28	15	10
22100	Viñedos		< 3	75	34	19	14
22110	Viñedos en secano		≥ 3	62	28	15	10
22110	Viñedos en secano		< 3	75	34	19	14
22120	Viñedos en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22120	Viñedos en regadío		< 3	75	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		≥ 3	80	34	19	14
22200	Frutales y plantaciones de bayas		< 3	95	42	22	15
22210	Frutales en secano		≥ 3	62	28	15	10
22210	Frutales en secano		< 3	75	34	19	14
22220	Frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
22220	Frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22221	Cítricos		≥ 3	80	34	19	14
22221	Cítricos		< 3	95	42	22	15
22222	Frutales tropicales		≥ 3	80	34	19	14
22222	Frutales tropicales		< 3	95	42	22	15
22223	Otros frutales en regadío		≥ 3	80	34	19	14
22223	Otros frutales en regadío		< 3	95	42	22	15
22300	Olivares		≥ 3	62	28	15	10
22300	Olivares		< 3	75	34	19	14
22310	Olivares en secano		≥ 3	62	28	15	10
22310	Olivares en secano		< 3	75	34	19	14
22320	Olivares en regadío		≥ 3	62	28	15	10
22320	Olivares en regadío		< 3	75	34	19	14
23100	Prados y praderas		≥ 3	70	33	18	13
23100	Prados y praderas		< 3	120	55	22	14
23100	Pastos en tierras abandonadas		≥ 3	24	14	8	6
23100	Pastos en tierras abandonadas		< 3	58	25	12	7
23100	Prados arbolados		≥ 3	70	33	18	13

23100	Prados arbolados		< 3	120	55	22	14
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24110	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24120	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R	≥ 3	26	15	9	6
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	N	≥ 3	28	17	11	8
24211	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	R/N	< 3	30	19	13	10
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano		≥ 3	62	28	15	10
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano		< 3	75	34	19	14
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		≥ 3	39	20	12	8
24213	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano		< 3	66	29	15	10
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R	≥ 3	37	20	12	9
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	N	≥ 3	42	23	14	11
24221	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	R/N	< 3	47	25	16	13
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío		≥ 3	80	34	19	14
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío		< 3	95	42	22	15
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		≥ 3	75	33	18	14
24223	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío		< 3	106	48	22	15
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	R	≥ 3	31	17	10	8
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	N	≥ 3	34	20	13	10
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	R/N	< 3	37	22	14	11
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	26	15	9	6
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	28	17	11	8
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	30	19	13	10
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R	≥ 3	37	20	12	9
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	N	≥ 3	42	23	14	11
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural	R/N	< 3	47	25	16	13
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		≥ 3	70	33	18	13
24330	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural		< 3	120	55	22	14
24400	Sistemas agroforestales		≥ 3	53	23	14	9
24400	Sistemas agroforestales		< 3	80	35	17	10
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado		≥ 3	53	23	14	9
24410	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado		< 3	80	35	17	10
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adhesionado		≥ 3	53	23	14	9
24420	Cultivos agrícolas con arbolado adhesionado		< 3	80	35	17	10
31100	Frondosas			90	47	31	23
31110	Perennifolias			90	47	31	23
31120	Caducifolias y marcescentes			90	47	31	23
31130	Otras frondosas de plantación		≥ 3	79	34	19	14
31130	Otras frondosas de plantación		< 3	94	42	22	15
31140	Mezclas de frondosas			90	47	31	23
31150	Bosques de ribera			76	34	22	16
31160	Laurisilva macaronésica			90	47	31	23
31200	Bosques de coníferas			90	47	31	23
31210	Bosques de coníferas de hojas aciculares			90	47	31	23
31220	Bosques de coníferas de hojas tipo cupresáceo			90	47	31	23
31300	Bosque mixto			90	47	31	23
32100	Pastizales naturales		≥ 3	53	23	14	9
32100	Pastizales naturales		< 3	80	35	17	10
32100	Prados alpinos		≥ 3	70	33	18	13
32100	Prados alpinos		< 3	120	55	22	14
32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas		≥ 3	70	33	18	13

32100	Formaciones herbáceas de llanuras aluviales inundadas y llanuras costeras, tierras bajas	< 3	120	55	22	14
32110	Pastizales supraforestales	≥ 3	70	33	18	13
32110	Pastizales supraforestales	< 3	120	55	22	14
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos	≥ 3	70	33	18	13
32111	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos	< 3	120	55	22	14
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos	≥ 3	24	14	8	6
32112	Pastizales supraforestales mediterráneos	< 3	57	25	12	7
32121	Otros pastizales templado oceánicos	≥ 3	53	23	14	9
32121	Otros pastizales templado oceánicos	< 3	79	35	17	10
32122	Otros pastizales mediterráneos	≥ 3	24	14	8	6
32122	Otros pastizales mediterráneos	< 3	57	25	12	7
32200	Landas y matorrales mesófilas		76	34	22	16
32210	Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila		76	34	22	16
32220	Fayal-breza macaronésico		60	24	14	10
32300	Vegetación esclerófila		60	24	14	10
32311	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso		75	34	22	16
32312	Matorrales subarborescentes o arbustivos muy poco		60	24	14	10
32320	Matorrales xerófilos macaronésicos		40	17	8	5
32400	Matorral boscoso de transición		75	34	22	16
32400	Claras de bosques		40	17	8	5
32400	Zonas empantanadas fijas o en transición		60	24	14	10
32410	Matorral boscoso de frondosas		75	34	22	16
32420	Matorral boscoso de coníferas		75	34	22	16
32430	Matorral boscoso de bosque mixto		75	34	22	16
33110	Playas y dunas		152	152	152	152
33120	Ramblas con poca o sin vegetación		15	8	6	4
33200	Roquedo		2	2	2	2
33210	Rocas desnudas con fuerte pendiente		2	2	2	2
33220	Afloramientos rocosos y canchales	≥ 3	2	2	2	2
33220	Afloramientos rocosos y canchales	< 3	4	4	4	4
33230	Coladas lávicas cuaternarias	≥ 3	3	3	3	3
33230	Coladas lávicas cuaternarias	< 3	5	5	5	5
33300	Espacios con vegetación escasa	≥ 3	24	14	8	6
33300	Espacios con vegetación escasa	< 3	58	25	12	7
33310	Xeroestepa subdesértica	≥ 3	24	14	8	6
33310	Xeroestepa subdesértica	< 3	58	25	12	7
33320	Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión		15	8	6	4
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa	≥ 3	24	14	8	6
33330	Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa	< 3	58	25	12	7
33400	Zonas quemadas		15	8	6	4
33500	Glaciares y nieves permanentes		0	0	0	0
41100	Humedales y zonas pantanosas		2	2	2	2
41200	Turberas y prados turbosos		248	99	25	16
42100	Marismas		2	2	2	2
42200	Salinas		5	5	5	5
42300	Zonas llanas intermareales		0	0	0	0
51100	Cursos de agua		0	0	0	0
51110	Ríos y cauces naturales		0	0	0	0
51120	Canales artificiales		0	0	0	0
51210	Lagos y lagunas		0	0	0	0
51210	Lagos y lagunas (almacenamiento de agua)		0	0	0	0
51120	Embalses		0	0	0	0
51120	Embalses (almacenamiento de agua)		0	0	0	0
52100	Lagunas costeras		0	0	0	0
52200	Estuarios		0	0	0	0
52300	Mares y océanos		0	0	0	0

**Tabla 7 Valor inicial del umbral de escorrentía  $Po^i$  (mm) (Tabla 2.3. de la norma 5.2-IC)**

## **ANEXO 11. DOCUMENTO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL**



# PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

## **DOCUMENTO DE INTEGRACION AMBIENTAL**



## **ÍNDICE DEL DOCUMENTO**

<b>1. MEDIDAS DE MEJORA AMBIENTAL</b>	<b>4</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>1.2 PROPUESTA DE MEDIDAS</b>	<b>6</b>
1.2.1 MEDIDAS PREVIAS	7
1.2.2 MEDIDAS EN FASE DE DISEÑO	8
1.2.2.1 Aprovechamiento sinérgico de infraestructuras	8
1.2.2.2 Protección general del entorno	9
1.2.2.3 Replanteo	11
1.2.2.4 Gestión de residuos	12
1.2.2.4.1 Criterios generales	12
1.2.2.5 Criterios generales de protección	13
1.2.2.5.1 Protección del aire	13
1.2.2.5.2 Protección contra el ruido	14
1.2.2.5.3 Perturbaciones electromagnéticas	15
1.2.2.5.4 Protección del suelo	15
1.2.2.5.5 Protección de la hidrología, de los sistemas acuáticos y calidad de las aguas	16
1.2.2.5.6 Criterios para la protección de la vegetación, fauna y espacios naturales	18
1.2.2.5.7 Criterios para minimizar la afección a montes de utilidad pública	20
1.2.2.5.8 Integración paisajística	20
1.2.2.6 Reposición de servicios	20
1.2.3 MEDIDAS ESPECÍFICAS	20
1.2.3.1 Protección de cauces	20
1.2.3.2 Protección de los hábitats	21
1.2.3.3 Minimización del riesgo de deslizamientos	23
1.2.3.4 Protección de la fauna	23
1.2.3.5 Medidas de protección de la vegetación	28
1.2.3.6 Protección del paisaje	29
1.2.3.7 Medidas en el medio social	34
1.2.3.7.1 Compensaciones a la población	34
1.2.3.7.2 Protección del patrimonio arqueológico	35
1.2.3.7.3 Protección contra el ruido	36
1.2.3.7.4 Protección contra el tráfico de vehículos	37
1.2.3.7.5 Protección contra incendios	37
1.2.3.7.6 Fomento del empleo	37
1.2.4 MEDIDAS EN FASE DE ABANDONO	37
1.2.5 PRESUPUESTO DE LAS MEDIDAS DE MEJORA AMBIENTAL	38
<b>2. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL</b>	<b>42</b>
<b>2.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>42</b>
<b>2.2 OBJETIVOS</b>	<b>43</b>
<b>2.3 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO AMBIENTAL</b>	<b>43</b>
<b>2.4 METODOLOGÍA</b>	<b>44</b>



# **DOCUMENTO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL**

## **PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA**

---

<b>2.5</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS OBJETO DE VIGILANCIA AMBIENTAL</b>	<b>44</b>
<b>2.6</b>	<b>PROCEDIMIENTO OPERATIVO</b>	<b>45</b>
<b>2.7</b>	<b>CONTROLES GENERALES</b>	<b>45</b>
2.7.1	CONTROL 1: CONDICIONADO AMBIENTAL DE LA DIA	45
2.7.2	CONTROL 2: MEDIDAS AMBIENTALES PREVIAS	46
2.7.3	CONTROL 3: MEDIDAS DE DISEÑO	46
<b>2.8</b>	<b>CONTROLES ESPECÍFICOS</b>	<b>53</b>
2.8.1	CONTROL 4: PROTECCIÓN DE CAUCES	53
2.8.2	CONTROL 5: PROTECCIÓN DE TURBERAS	54
2.8.3	CONTROL 6: SUELO	55
2.8.4	CONTROL 7: PROTECCIÓN DE LA FAUNA	56
2.8.5	CONTROL 8: PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN	61
2.8.6	CONTROL 9: PROTECCIÓN DEL PAISAJE	62
2.8.7	CONTROL 10: PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO	63
2.8.8	CONTROL 11: PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO	64
<b>2.9</b>	<b>INFORMES</b>	<b>65</b>
<b>2.10</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>68</b>
<b>3.</b>	<b>PRESUPUESTO GLOBAL DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL</b>	<b>69</b>

---

### **ANEXOS DEL DOCUMENTO:**

- ANEXO I:** PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN CON AEROGENERADORES CONFLICTIVOS.
- ANEXO II:** METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO ESPECÍFICO DEL MILANO REAL, BUITRE LEONADO, ALIMOCHE Y AGUILUCHO PÁLIDO.
- ANEXO III:** PLAN DE VIGILANCIA ARQUEOLÓGICO.
- ANEXO IV:** PROSPECCIÓN DE CHARCAS
- ANEXO V:** MODIFICACIONES DE DISEÑO Y MEJORAS TECNOLÓGICAS PARA LA MEJOR INTEGRACIÓN AMBIENTAL DE LOS PARQUES EÓLICOS CAMPO ALTO Y LA COSTANA. SISTEMAS DE DETECCIÓN, DISUASIÓN Y PARADA. CAMBIOS DE POSICIÓN, TECNOLOGÍA Y BALIZAMIENTO NOCTURNO.



## **1. MEDIDAS DE MEJORA AMBIENTAL**

### **1.1 Introducción**

La identificación y valoración de los impactos tiene como finalidad última la propuesta de un conjunto de medidas que contribuyan a hacer compatible el desarrollo que suponen las actuaciones del proyecto con la conservación de los valores del entorno que le da acogida.

El Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Evaluación del Impacto Ambiental impone la obligación de establecer medidas protectoras y correctoras para minimizar los impactos y, si fuese necesario, incluso la anulación o sustitución de la acción causante del impacto, o impactos, por otra de menores efectos ambientales. Finalmente, el artículo 11 determina que se indicarán las medidas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales negativos significativos.

Por su parte, la vigente legislación en materia de evaluación ambiental, establece que el contenido del Estudio de Impacto Ambiental contendrá un apartado con la relación pormenorizada y el análisis de las medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales y sobre la salud significativos.

Las medidas de mejora ambiental que se proponen se clasifican según se apliquen a la acción o causa de los impactos o a sus efectos, por el momento de su aplicación, por su especificidad, por la diversidad de impactos a los que se dirige, por la naturaleza del componente ambiental y por su coste:

a) Tipos de medidas en relación con su actuación sobre el impacto:

- Medidas alternativas: son aquellas que se aplican directamente sobre las bases fundamentales de un proyecto con el fin de lograr evitar o minimizar impactos ambientales mediante la selección de emplazamientos, maquinaria, estructuras, etc. Es decir, se actúa sobre la acción motivadora del impacto proponiendo alternativas.
- Medidas preventivas: son aquellas que evitan o minimizan el impacto modificando alguno de los elementos o procesos del proyecto, de manera que se evitan o reducen los efectos negativos sobre los componentes del medio o sus procesos.
- Medidas correctoras: son aquellas que tienen como objeto subsanar los impactos ambientales detectados en las últimas fases de definición del proyecto. Se aplican en aquellos casos en los que existe una seguridad en la manifestación del impacto y no cabe la posibilidad de aplicar medidas alternativas o preventivas que descarten su aparición. Así pues, su aplicación es recomendable solo en aquellos casos en los que los requerimientos del proyecto no permitan la modificación del diseño, los materiales, el calendario



de trabajo, la tecnología empleada, etc., para evitar un impacto ambiental. Siempre es preferible evitar un impacto que corregirlo, pues las medidas correctoras suponen un coste adicional que no es despreciable, y además introducen o pueden introducir nuevos elementos de impacto y normalmente queda algún efecto residual imposible de eliminar.

- Medidas compensatorias: medidas de último recurso, aceptadas para equilibrar de la mejor forma los impactos residuales; es decir, aquellos inevitables los cuales no admiten una corrección pero sí una compensación mediante otros efectos de signo positivo. Obviamente, dentro de la escala de prioridades, ésta es la última alternativa elegible dado que el objeto de los estudios de impacto ambiental es adaptar el proyecto a los requerimientos impuestos por los factores ambientales.

b) Por la especificidad:

- Medidas genéricas: derivadas bien de la buena práctica o de cumplimientos legislativos.
- Medidas específicas: diseñadas de forma concreta para eliminar, minimizar o compensar un impacto determinado.

c) Por el momento de su aplicación en relación con las fases del proyecto:

- Medidas que tienen o se deben tener en cuenta en la fase de diseño o planificación.
- Medidas cuya aplicación se realizará en fase de construcción.
- Medidas cuya aplicación se realizará en fase de explotación.
- Medidas cuya aplicación se llevará a cabo en la fase de abandono.

d) Por su diversidad de actuaciones sobre los efectos de los impactos:

- Polivalentes: cuando la medida corrige a más de un efecto ambiental.
- Monovalente: cuando actúa la medida exclusivamente sobre un único efecto ambiental.

e) Por la naturaleza del componente ambiental:

- Medidas de aplicación en el medio social.
- Medidas dirigidas al medio natural.

f) Por el presupuesto en relación con la inversión en medidas de mejora ambiental:

- De nivel 5, si el coste supera al 20% de la inversión.
- De nivel 4, si el coste está entre el 10 y el 20%.
- De nivel 3, si el coste está entre el 5 y el 10%.
- De nivel 2, si el coste está entre el 1 y el 5%.
- De nivel 1, si el coste es menor al 1%.



Por último, hay que distinguir a las medidas que se proponen en el Estudio de Impacto Ambiental y las que figuran en la Declaración de Impacto Ambiental formulada por el Órgano Ambiental. Las primeras tienen carácter de propuesta, las segundas son de obligado cumplimiento por el promotor en caso de aprobación del proyecto.

## **1.2 Propuesta de medidas**

Se propone el siguiente conjunto de medidas que se desarrollan en los puntos siguientes:

### Medidas previas

1. Cumplimiento de la documentación ambiental y sectorial
2. Manual de buenas prácticas
3. Curso de concienciación ambiental
4. Programa de relaciones con los municipios

### Medidas en fase de diseño

5. Aprovechamiento sinérgico de infraestructuras
6. Protección general del entorno
7. Replanteo
8. Construcción sostenible
9. Plan de gestión de los residuos
10. Aplicación de criterios generales de protección
11. Reposición de servicios
12. Aplicación de los criterios impuesto por la DIA

### Medidas específicas

13. Protección de cauces
14. Protección de turberas
15. Minimización del riesgo de deslizamientos
16. Protección de la fauna
17. Medidas de protección de la vegetación
18. Protección del paisaje
19. Protección del patrimonio arqueológico
20. Protección contra el ruido
21. Protección contra el tráfico de vehículos
22. Protección contra incendios





23. Fomento del empleo

24. Medidas en fase de abandono

### **1.2.1 Medidas previas**

Se desarrollarán y aplicarán las siguientes medidas:

1. El titular o promotor del proyecto tendrá, y aportará en cada caso y cuando corresponda, la documentación ambiental conforme a la legislación específica de evaluación ambiental (Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental), así como cualquiera otra de aplicación derivada de la legislación de carácter sectorial, previo al desarrollo de cualquiera de las fases del proyecto: construcción, explotación y abandono.

El Estudio de Impacto Ambiental y el cumplimiento por el promotor del proyecto de lo que disponga la Declaración de Impacto Ambiental no exime al mismo de la necesaria disposición de todas aquellas autorizaciones, licencias o permisos que hubiere lugar, tanto de otros organismos, además del sustantivo y del ambiental, como por parte de terceras personas conforme a la legislación vigente.

Se realizará un reconocimiento del terreno antes de iniciar las obras para actualizar el Estudio de Impacto Ambiental adaptándolo a la misma escala del proyecto constructivo y para cumplir con las exigencias del Plan de Vigilancia Ambiental que se propone en el mismo, así como con las exigencias de la Declaración de Impacto Ambiental que en su día formule el órgano sustantivo.

2. Con carácter previo al comienzo de las obras, se redactará un manual de buenas prácticas ambientales. Este manual incluirá todas las medidas para evitar impactos derivados de las obras. Entre otras determinaciones se incluirá:

- Prácticas de control de residuos y basuras. Se mencionarán explícitamente las referentes a control de aceites usados, restos de alquitrán, latas, envolturas de materiales de construcción, tanto plásticos como de madera, etc.
- Actuaciones prohibidas, mencionándose explícitamente la realización de hogueras, los vertidos de aceites usados, aguas de limpieza de hormigoneras, escombros y basuras.
- Prácticas de conducción, velocidades máximas y obligatoriedad de circulación por los caminos estipulados en el plan de obras y en el replanteo.
- Prácticas tendentes a evitar daños superfluos a la vegetación o a la fauna.
- La realización de un Diario Ambiental de la Obra en el que se anotarán las operaciones ambientales realizadas y el personal responsable de cada una de



esas operaciones y de su seguimiento. Corresponde la responsabilidad del Diario al Responsable Técnico de Medio Ambiente.

- Establecimiento de un régimen de sanciones.

3. Antes del inicio de las obras, el titular del proyecto será responsable de la realización de un curso de información y concienciación a los operarios que vayan a participar en las distintas fases del proyecto, del valor ambiental de la zona de implantación del parque eólico.

4. Establecimiento de un programa de relaciones con los municipios afectados

Se considera de especial relevancia establecer canales de comunicación con la comunidad afectada por el proyecto, debiéndose redactar y aplicar un programa con al menos los siguientes principios:

- Mantener a la comunidad de los ayuntamientos afectados (Campoo de Yuso, Molledo y San Miguel de Aguayo) informados del desarrollo de las obras, los impactos previstos y las medidas de prevención y mitigación establecidas.
- Proporcionar los adecuados canales de comunicación con la comunidad, designando los responsables para satisfacer las demandas de información y posibles reclamaciones.

### **1.2.2 Medidas en fase de diseño**

Se proponen las siguientes medidas de carácter general:

- Aprovechamiento sinérgico de infraestructuras
- Protección general del entorno
- Replanteo
- Plan de gestión de los residuos
- Aplicación de criterios generales de protección
- Reposición de servicios
- Aplicación de criterios impuesto por la DIA

#### **1.2.2.1 *Aprovechamiento sinérgico de infraestructuras***

La unificación de los anteriores proyectos de Camp Alto y La Costana en un único proyecto constituye la consolidación de una proyección que ya se había realizado de manera conjunta buscando un aprovechamiento óptimo del emplazamiento. De esta forma, se habían proyectado los conjuntos de varias estructuras fundamentales como son el camino de acceso, el edificio de control y la subestación de transformación y la línea de evacuación común. De esta manera se evitan duplicidades estructurales y se



minimizan, por tanto, los impactos asociados a dichas estructuras necesarias para el desempeño funcional de los parques eólicos.

De la misma manera se ha buscado la coordinación con otros proyectos para seguir trabajando en esta línea. Con respecto a la línea de evacuación, se ha planteado la conexión en la subestación de Hoyo de los Vallados, situada en el paraje de la Braña San Martín, en el término municipal de Molledo. Esta subestación está proyectada para dar servicio al Parque Eólico del Escudo, promovido por Biocantaber y se ha planteado desde el inicio como posible punto de conexión de otros proyectos de aprovechamiento eólico, ya que los posibles emplazamientos susceptibles de explotación existentes en el entorno fueron señalados como algunos de los más interesantes de la región desde el punto de vista de la obtención de recurso viento por los diferentes planes energéticos.

Se produce de esta manera una sinergia positiva minimizando la ocupación permanente de suelo y de movimientos de tierra, de plazos de ejecución de obras, reducción de componentes antrópicos en el paisaje, minimización de efectos sobre la conectividad territorial, reducción de afectación a hábitats de la Directiva 92/43/CEE y de afección a la hidrología.

#### **1.2.2.2      *Protección general del entorno***

Se llevará a cabo una zonificación del territorio para la adecuada ubicación de aquellas actividades y actuaciones que supongan una ocupación temporal del suelo, tales como parque de maquinaria, almacenes de materiales, instalaciones provisionales, zonas de préstamos, etc., y se aplicarán criterios de construcción sostenible. Además de lo anterior se realizará la ya comentada prospección a otros posibles hábitats prioritarios en el entorno de las infraestructuras del Parque Eólico que no hayan sido previamente identificados (Cervunales, charcas etc).

El territorio se clasificará en las siguientes tres categorías:

#### **Zonas Excluidas**

Comprenderán las zonas de mayor calidad y fragilidad ambiental, tales como espacios naturales protegidos, hábitats prioritarios y zonas con yacimientos arqueológicos.

En estas zonas se evitará la localización de cualquier tipo de construcción, ocupación o actuación temporal, salvo aquellas estrictamente puntuales y que resulten inexcusables (aerogeneradores y caminos de acceso), lo que deberá ser debidamente justificado ante el Director de Obra y autorizado por él. Durante el replanteo serán balizados y su posición trasladada a la cartografía para evitar impactos accidentales.



### **Zonas Restringidas**

Son las áreas de valor ambiental cuya conservación es deseable.

Se permitirá en estas zonas la localización de instalaciones de carácter temporal y durante la realización de las obras que necesariamente no puedan ubicarse en otros lugares, debiendo quedar el terreno a su finalización en sus condiciones originales en cuanto a topografía, edafología y vegetación.

### **Zonas Admisibles**

Comprenden las zonas del territorio con menores valores ambientales.

En estas zonas se podrán localizar aquellas instalaciones y elementos de carácter temporal. Finalizadas las obras se procederá a su integración en el entorno.

Como mínimo se consideran Zonas Excluidas las siguientes:

- Todos los hábitats prioritarios según la Directiva 92/43/CEE del entorno de las obras:
  - 4020 Brezales húmedos atlánticos de zonas templadas de *Erica ciliaris* y *Erica tetralix*.
  - 6230 Formaciones herbosas con *Nardus*, con numerosas especies, sobre sustratos silíceos de zonas montañosas (y de zonas submontañosas de la Europa continental).
  - 7130 Turberas de cobertura.
  - 9580 Bosques mediterráneos de *Taxus baccata*.
  - 91E0 Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*).
- Zonas arqueológicas: No existen bienes inventariados en el área de influencia del parque, si bien se establecerá un perímetro de protección sobre los elementos culturales reconocidos durante la prospección en campo (Túmulo de las Trechas, Hito de las Horcas 1 y 2, fuente y bebedero).

Como mínimo se consideran Zonas Restringidas las siguientes:

- Los siguientes hábitats de la Directiva 92/43/CEE del entorno de las obras:
  - 4090 Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga.
  - 7140 'Mires' de transición.
  - 9120 Hayedos acidófilos atlánticos con sotobosque de *Ilex* y a veces de *Taxus* (*Quercion robori-petraeae* o *Ilici-Fagenion*).



### 1.2.2.3 *Replanteo*

Se realizará, con el asesoramiento de técnicos ambientales, un replanteo en campo y ajuste previo de la localización de infraestructuras, que será recogido en el replanteo definitivo, de modo que se minimicen las afecciones al medio natural y se eviten afecciones al patrimonio teniendo en cuenta la zonificación expuesta en el punto anterior. En estos replanteos de campo se localizarán los elementos de interés, abordándose su señalización, que deberá llevarse a cabo al inicio de las obras.

Se buscará siempre minimizar la ocupación del suelo, de manera que el proyecto constructivo dibujará en planos los límites de las superficies de ocupación del proyecto, tanto de las superficies de ocupación permanente como temporales para las distintas actuaciones e instalaciones: aerogeneradores, caminos interiores y líneas subterráneas de media tensión, subestación, torres de medición, planta móvil de machaqueo y línea de evacuación.

Durante las obras para garantizar el cumplimiento de lo antedicho se utilizará el siguiente PROGRAMA DE TRABAJO:

1º- Replanteos previos y estaquillado: Se realizará por parte del contratista.

2º- Análisis de condicionantes ambientales: se realizará conjuntamente con el análisis del resto de condicionantes previos a la obra por parte de personal especializado adscrito a la dirección de obra. Se incluye, en general, el análisis de:

- Condicionantes ambientales, incluyendo:
  - Condicionantes de carácter naturalístico (prospecciones de vegetación de interés, hábitats y espacios naturales protegidos, roquedos u otras formaciones a respetar, etc.).
  - Condicionantes del patrimonio (presencia de patrimonio protegido, inventariado o simplemente conocido).
- Condicionantes geotécnicos.

3º- Replanteo definitivo (en su caso): introduciendo de ser necesario los cambios obligados por los condicionantes detectados.

4º- Vallado y señalización: se señalizarán por parte del contratista las zonas o estructuras a proteger, vallándose en caso de ser necesario. Se deberán respetar las siguientes especificaciones:

- Los postes de vallados y señalizaciones que se encuentren en terreno natural (entorno del parque eólico, etc.) deberán ser de madera.



- En zonas ventosas y/o con presencia de ganado no se podrán emplear cintas de plástico, siendo obligatorio el uso de cuerda balizada.
- Antes del comienzo de la obra, por zonas, se deberán instalar las señales y paneles informativos que indique la Dirección de Obra con respecto al Medio Ambiente, como necesidades de limpieza, uso de contenedores, respeto al entorno, carácter de la zona, etc.

5º- Entrada de maquinaria: una vez haya entrado la maquinaria y cuando se prevea que se vaya a generar residuos con destino a vertedero, se instalarán contenedores de forma previa a su generación.

#### 1.2.2.4 *Gestión de residuos*

##### 1.2.2.4.1 *Criterios generales*

Si durante las obras del proyecto fueran necesarias tareas de repostaje de la maquinaria, para evitar la contaminación del suelo, se deberá disponer de espacios diseñados para ello conforme a lo previsto en el Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por el Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MI-IPO3, aprobadas por el Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, y MI-IPO4, aprobada por el Real Decreto 2201/1995, de 28 de diciembre.

Toda actividad relacionada con la gestión de residuos deberá llevarse a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos ni métodos que puedan perjudicar al medio ambiente y sin crear riesgos para, entre otros elementos, el agua o el suelo.

Se prohíbe el abandono, vertido o eliminación incontrolado de residuos.

Los residuos que se generen se gestionarán conforme a la legislación vigente en la materia: Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos, Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, Real Decreto 952/1997, de 20 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 el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de envases y residuos de envases, Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados, Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se aprueba la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la





producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y cualquiera otra normativa de aplicación.

De forma general, antes del inicio de las obras o de funcionamiento del parque eólico, se deberán tener identificados los gestores y el destino para cada tipo de residuo.

El proyecto constructivo deberá identificar en sus planos el espacio dedicado a la gestión de residuos durante las obras. Este espacio deberá ser acondicionado para evitar la contaminación del suelo, garantizar la protección de las inclemencias del tiempo, contener posibles derrames o vertidos y evitar la mezcla de las diferentes categorías de residuos peligrosos, entre sí, o de estos con los que no tengan tal consideración.

Para evitar la dispersión de residuos en el transporte a vertedero por las carreteras de la zona, así como la dispersión de partículas por la zona, los vehículos destinados al transporte de los distintos residuos que conforman las actividades proyectadas deberán circular, cuando lo hagan por carreteras locales, autonómicas o nacionales, con el remolque cubierto.

En todo caso, se cumplirá el plan de gestión de residuos contemplado en el anexo correspondiente (Estudio de Gestión de Residuos).

#### **1.2.2.5      *Criterios generales de protección***

Se pretende con estos criterios la mejor integración ambiental del proyecto con su entorno, de manera que las actuaciones a realizar se hagan teniendo en cuenta a los diferentes componentes del medio.

##### **1.2.2.5.1    *Protección del aire***

Durante la ejecución de las obras:

- Se procederá al riego suficiente de las distintas zonas, especialmente en los períodos más secos, a fin de evitar la emisión de polvo a la atmósfera debido a la acción de la maquinaria. Se controlarán regularmente los parámetros de emisiones atmosféricas a lo largo del plazo y cronograma establecidos.
- A lo largo de estos periodos no se podrán comenzar los movimientos de tierra sin que se encuentren dispuestos a pie de obra los medios materiales necesarios para proceder a la humectación del suelo.
- Se deberá establecer un procedimiento de limpieza periódica de los camiones que evite el arrastre y diseminación de sedimentos por las vías de comunicación próximas, como la CA-171, evitando así la emisión de polvo en las inmediaciones.



- Los camiones que transporten materiales finos deberán ir cubiertos para evitar el levantamiento de polvo durante el transporte.

#### 1.2.2.5.2 *Protección contra el ruido*

La distancia del parque eólico y sus aerogeneradores a los núcleos de población permite asegurar que se cumplirá lo dispuesto en la legislación vigente en la materia. Se incorporará su comprobación efectiva en el Plan de Vigilancia Ambiental en fase de explotación.

No obstante, con carácter general, se observarán las siguientes medidas:

Se aplicará la legislación vigente en la materia, en particular:

- Directiva 2002/49/CD del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Ley 37/2003 de 17 de noviembre de Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, de Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- 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 aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Cumplimiento de los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a las áreas acústicas definidas los municipios afectados, conforme a lo dispuesto en los artículos 14 y 15 del RD 1367/2007.

Las máquinas que operen al aire libre deberán cumplir los valores límite de potencia sonora establecidos en el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre y cualquier otra normativa que resulte de aplicación.



Todos los vehículos a motor deberán tener en buenas condiciones de funcionamiento el motor, la transmisión, carrocería y demás elementos del mismo, capaces de producir ruidos y vibraciones. El valor límite del nivel de emisión sonora  $L_{A_{fmax}}$  de un vehículo a motor o ciclomotor en circulación se obtendrá sumando 4 dB(A) al nivel de emisión sonora que figure en su ficha de homologación correspondiente al ensayo a vehículo parado de acuerdo con el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Los Ayuntamientos definirán, en caso necesario, en sus ordenanzas, los procedimientos administrativos de intervención, para el adecuado control de motocicletas, motos y vehículos a motor.

Las nuevas infraestructuras viarias deberán adoptar las medidas necesarias para que no transmitan al medio ambiente exterior de las correspondientes áreas acústicas, niveles de ruido superiores a los valores límite de inmisión establecidos en la tabla A1, del anexo III, evaluados conforme a los procedimientos del anexo IV, del RD 1367/2007.

Se cumplirá el Código Técnico de la Edificación en esta materia en la subestación de transformación.

#### *1.2.2.5.3 Perturbaciones electromagnéticas*

Lo habitual es que las perturbaciones de las señales radioeléctricas (telefonía celular, televisión) se reduzcan a unas decenas de metros.

Iniciativas Eólicas de Cantabria, como titular del proyecto en cuestión, informará a los propietarios de las instalaciones de comunicación de la construcción del parque eólico Campo Alto – La Costana y de sus características.

Se incorporará al Plan de Vigilancia Ambiental el control sobre las perturbaciones radioeléctricas que el parque pudiera ocasionar.

#### *1.2.2.5.4 Protección del suelo*

Se extraerá la capa superior de suelo vegetal de la superficie a ocupar por las obras a realizar: cimentaciones de los aerogeneradores y subestación, zanjas para la línea subterránea de media tensión, caminos interiores y acceso al parque, para su posterior utilización en la restauración del suelo y de la vegetación. Se procurará simultanear, siempre que sea posible y con la finalidad de facilitar los procesos espontáneos de colonización vegetal, la extracción de la tierra vegetal con la operación de desbroce, de forma que se incorporen propágulos de la vegetación existente en el terreno.



La tierra así obtenida se acopiará de forma conveniente, sobre terrenos llanos y de fácil drenaje y nunca en las zonas que se hayan determinado como Excluidas, en los lugares que quedarán determinados en planos en el proyecto constructivo.

El mantenimiento se llevará cabo con el mínimo posible de labores: modelado de la geometría para evitar erosiones o retención de agua y si fuese necesario enmiendas orgánicas. Su utilización deberá programarse de manera que se minimicen los tiempos de almacenamiento y de permanencia de superficies desnudas.

El proyecto constructivo realizará un balance de tierra vegetal. Cuando el balance sea negativo se calculará la cantidad de tierra vegetal suplementaria y su coste. En caso contrario se procurará su reutilización en otras obras preferentemente a su retirada a vertedero.

Todas las labores de retirada, almacenamiento y acondicionamiento de la tierra vegetal de los terrenos afectados por el proyecto quedarán completamente definidas en el proyecto constructivo. Se programará la retirada procurando que se realice antes de que el tránsito de la maquinaria compacte la tierra.

Se evitará en la medida de lo posible que la actividad constructiva coincida con los períodos de elevada pluviosidad, para minimizar la pérdida de suelo por erosión.

En relación con los préstamos, vertederos y compensación de tierras de excavación en fase de construcción, se aportará justificación sobre la naturaleza de los materiales excavados, así como de su aptitud para su compensación en el balance de tierras. Asimismo, se propondrán localizaciones concretas de los préstamos y/o depósitos de material sobrante procedente de las excavaciones, ya que la ubicación de estas instalaciones resulta fundamental para valorar otras posibles afecciones sobre el medio.

#### *1.2.2.5.5 Protección de la hidrología, de los sistemas acuáticos y calidad de las aguas*

Las riberas de todos los sistemas acuáticos, de aguas fluyentes y lénticas, se clasificarán como Zonas Excluidas y se procederá a su jalonamiento, prohibiéndose la localización de cualquier instalación o servidumbre. En la zona de implantación se ubican algunas charcas de pequeña entidad que deben ser consideradas en el proyecto constructivo pues preservan vegetación acuática y población anfibia además de servir como zona de abrevadero para el ganado. Su integridad debe ser preservada mediante su balizamiento, inclusión en la cartografía de obra y posterior supervisión durante las labores de replanteo y construcción por el encargado de la vigilancia ambiental.

Las obras a realizar, movimientos de tierra, zanjas y trazado de caminos no deberán afectar a la escorrentía de las aguas, no cambiarán o modificarán sus direcciones, ni



## **DOCUMENTO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL**

### **PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA**

---

velocidades, no provocarán barreras ni cambios en los procesos dinámicos naturales de alimentación de las turberas. El proyecto constructivo deberá incluir medidas destinadas a minimizar las alteraciones sobre la hidrología del entorno, especialmente en aquellos lugares donde se pueda influir en el régimen hídrico de los ecosistemas de turbera.

Los cruces sobre los arroyos se diseñarán de manera que se garantice la nula incidencia sobre los mismos, así como también la nula incidencia de los sistemas biológicos dependientes de ellos y su funcionalidad ecológica de conectividad territorial.

Estará prohibido todo vertido, de cualquier tipo y naturaleza, a los sistemas acuáticos, así como el detraimiento de caudales de agua.

El proyecto constructivo preverá la gestión, de acuerdo con la normativa vigente, de los aceites, combustibles, cementos y otros sólidos que puedan proceder de las zonas de obra, instalaciones, movimientos de tierra, de tal manera que, en ningún caso, lleguen a los cursos de agua o sistemas higróturbosos.

Los parques de maquinaria incorporarán plataformas completamente impermeabilizadas, con sistema de recogida de residuos y aceites usados, para las operaciones de repostaje, cambios de lubricantes y lavado.

En la zona de policía de un cauce público (zona de 100 metros de ancho que se extiende horizontalmente a ambos lados) la ejecución de cualquier obra requerirá la autorización administrativa previa del Organismo responsable de la cuenca, conforme a lo establecido en el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, y demás normativa que la desarrolla.

El peticionario de una licencia para un uso que esté comprendido en la zona de policía, deberá aportar la autorización previa del organismo de cuenca, sin cuyo requisito no se dará trámite a su solicitud.

Las talas o plantaciones de especies arbóreas, en esta zona, requerirán autorización del Organismo de cuenca.

Toda actividad susceptible de provocar la contaminación o degradación del dominio público hidráulico y, en particular, el vertido de aguas y de productos residuales susceptibles de contaminar las aguas continentales, requerirá autorización administrativa, conforme a la vigente Ley de Aguas.

La depuración de aguas residuales deberá asegurar en todo momento que los vertidos cumplan los parámetros característicos mínimos establecidos en el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, de la ley de aguas, Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, de aplicación del Reglamento del Dominio público Hidráulico, sus modificaciones y demás legislación aplicable en la materia, y/o las condiciones de vertido que



establezca el Organismo de cuenca correspondiente, en caso de vertido directo y/o indirecto de aguas residuales sobre el dominio público hidráulico.

Toda captación de agua requerirá de concesión administrativa conforme a la vigente Ley de Aguas.

Se promoverá el mantenimiento de la porosidad y permeabilidad natural de los terrenos con soluciones que provoquen una mínima afección al ciclo hidrológico natural. En este sentido, de forma general, el criterio de diseño deberá ser el de minimizar la cuantía de pavimentación u ocupación impermeable en aquellas superficies en las que sea estrictamente necesario. Tendrán la consideración de superficies permeables, entre otras, los pavimentos vegetados y los porosos, como gravas, arenas y materiales cerámicos porosos.

En fase de obras, se controlará el perfecto estado de la maquinaria utilizada, a efectos de evitar fugas de líquidos contaminantes. Los productos residuales procedentes de las operaciones de mantenimiento de los vehículos y la maquinaria empleada, así como cualquier otro producto originado durante la ejecución o explotación del proyecto, se almacenarán en recipientes estancos que serán entregados a un gestor autorizado.

Se racionalizará el uso de productos químicos y se promoverá el uso de aquellos ambientalmente mejores sobre todo fertilizantes, biocidas y aceites y grasas lubricantes, estos últimos en maquinaria y vehículos.

#### 1.2.2.5.6 *Criterios para la protección de la vegetación, fauna y espacios naturales*

Como se ha indicado con anterioridad, se consideran Zonas Excluidas, al menos, las siguientes:

- Todos los hábitats prioritarios según la Directiva 92/43/CEE del entorno de las obras:
  - 4020 Brezales húmedos atlánticos de zonas templadas de *Erica ciliaris* y *Erica tetralix*.
  - 6230 Formaciones herbosas con *Nardus*, con numerosas especies, sobre sustratos silíceos de zonas montañosas (y de zonas submontañosas de la Europa continental).
  - 7130 Turberas de cobertura.
  - 9580 Bosques mediterráneos de *Taxus baccata*.
  - 91E0 Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*).





Se consideran Zonas Restringidas las siguientes:

- Los siguientes hábitats de la Directiva 92/43/CEE del entorno de las obras:
  - 4090 Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga.
  - 6510 Prados pobres de siega de baja altitud (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*).
  - 7140 'Mires' de transición.
  - 7150 Depresiones sobre sustratos turbosos del *Rhynchosporion*.
  - 9120 Hayedos acidófilos atlánticos con sotobosque de *Ilex* y a veces de *Taxus* (*Quercion robori-petraeae* o *Ilici-Fagenion*).

Las operaciones de desbroce se realizarán por medios mecánicos poco erosivos. En labores de mantenimiento, se limitará el uso de productos fitosanitarios a los casos estrictamente imprescindibles.

Las labores de restauración de vegetación que se realicen reflejarán el carácter local del territorio, atendiendo a criterios de coherencia ecológica y paisajística, así como de funcionalidad. Los factores a considerar serán los siguientes:

- Condiciones climáticas y las particularidades microclimáticas.
- Forma y estructura geofísica de las superficies a revegetar.
- Vegetación y usos del suelo del entorno.

Todo lo cual se traducirá en la utilización de plantas y semillas de especies autóctonas de árboles, arbustos, matorrales y herbáceas, que deben proceder de la misma zona o de zonas similares, según criterios biogeográficos, litológicos, de vegetación potencial y climáticos.

Siempre que sea compatible con las condiciones que en materia de seguridad establezca la normativa sectorial correspondiente, la recuperación de la superficie forestal afectada por el desbroce y tala deberá ser repoblada, o compensada en otras zonas, con especies propias de las series de vegetación de la zona o, en el caso de masas generadas por repoblación con otras especies, con la preexistente, para lo que se recabará el informe de los órganos competentes en biodiversidad y gestión forestal de la Administración regional y la conformidad de los propietarios de los terrenos.

Para minimizar el efecto barrera, se prohíbe con carácter general el efectuar cierres, lo que deberá constar en el proyecto constructivo.



**1.2.2.5.7 Criterios para minimizar la afección a montes de utilidad pública**

Se tendrán en cuenta los siguientes criterios en relación con el desarrollo del proyecto:

- El proyecto afecta al Dominio Público Forestal, a montes incluidos en el Catálogo de Montes de Utilidad Pública de Cantabria, así como a terrenos forestales, por lo que se deberá estar a lo previsto en la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Se evitará o minimizará la afección a superficies de Dominio Público Forestal.
- Si bien la vía de acceso y caminos del parque eólico se realizan sobre caminos y senderos ya existentes, su ampliación será la mínima necesaria.

**1.2.2.5.8 Integración paisajística**

Buena parte de las medidas expuestas en los apartados anteriores tienen un carácter polivalente con efectos paisajísticos.

Se utilizarán como zonas de préstamos explotaciones y establecimientos debidamente legalizados y con planes de restauración aprobados. Los excedentes de tierra se gestionarán preferentemente en vertederos ya existentes y autorizados. En el caso de creación de un vertedero nuevo, se estará a lo dispuesto en la legislación vigente en la materia.

Todos los taludes que se generen por las obras a realizar serán revegetados.

**1.2.2.6 Reposición de servicios**

Todos los servicios afectados (alambradas, accesos, etc.) serán repuestos con la mayor brevedad posible, garantizándose su correcta funcionalidad, lo que deberá quedar plasmado en el proyecto constructivo.

**1.2.3 Medidas específicas**

**1.2.3.1 Protección de cauces**

El proyecto contempla el riesgo de afección a arroyos de la cabecera del río Hirvienza, que serán cruzados por la pista de acceso interior del parque eólico entre los aerogeneradores CALC-04 y CALC-05, y los arroyos de las Nieves y de la Breña, afectados por el vuelo de línea de evacuación, todos ellos pertenecientes a la cuenca del Besaya.



Para evitar los riesgos de afección a las orillas y de contaminación de las aguas, se propone en las zonas donde se prevé el cruce de estos cauces con la pista interior del parque la instalación de barreras de sedimentos antes de la ejecución de las obras y mientras se realicen movimientos de tierra. Se trata de obras provisionales, construidas de distintas formas y materiales: láminas filtrantes, sacos terreros, balas de paja, etc., cuyo objetivo es contener excesos de sedimentos en lugares establecidos y reducir la energía erosiva de las aguas de escorrentía antes de llegar a las vías de evacuación. A continuación, se mencionan algunos tipos de barreras y criterios para su diseño:

- Barreras de láminas filtrantes. Estructuras temporales, cuya vida útil es de unos 6 meses, construidas con postes, telas metálicas o geotextiles.
- Barreras de balas de paja. Cada bala se fija al terreno con dos estacas de madera y se entierran a una profundidad de 10 cm. Su vida efectiva es inferior a 3 meses.
- Barrera de ramajes. Se construyen con ramas y arbustos, procedentes del desbroce, y láminas geotextiles o telas metálicas. La altura de las barreras debe ser como máximo de 90 cm y la anchura de 1,5 m. Si se emplean láminas filtrantes, se fijarán al terreno mediante una pequeña zanja frontal de 10 x 10 cm y anclajes a ambos lados cada 90 cm.
- Barreras de sacos terreros. Se construyen con una altura de dos sacos terreros y se fijan al suelo con estacas de madera o pies metálicos.

En todos los casos, después de cada aguacero, debe efectuarse una inspección y reparación de daños, así como la limpieza de los sedimentos cuando alcancen una altura equivalente a la mitad de la barrera.

Esta medida será objeto de vigilancia ambiental, modificándose, ampliándose o reduciéndose en función de los resultados que se obtengan.

#### **1.2.3.2      *Protección de los hábitats***

Se tomarán las siguientes medidas preventivas para la prevención de cualquier afección a los hábitats higróturbosos:

- **Preservación de los ecosistemas de turbera**
  - En la fase de diseño del proyecto constructivo se ha evitado por completo cualquier trazado de viales, caminos, zanjas, ubicación de aerogeneradores, movimientos de tierra, etc., así como cualquiera otra infraestructura temporal o permanente que se sitúe total o parcialmente afectando a los hábitats de turbera.



- **Balizamiento**

- Con anterioridad a la realización de las obras se llevará a cabo una cartografía de todos los ecosistemas higroturbosos (turberas, charcas permanentes y temporales), en todas las zonas afectadas por las distintas actuaciones del proyecto: aerogeneradores, subestación, línea de evacuación, zanjas para líneas subterráneas de media tensión y caminos interiores.

Todos estos ecosistemas quedarán incluidos en la categoría de Zonas Excluidas y se balizarán con un perímetro de protección de al menos 5 metros.

- **Hidrología**

- La conservación de todos los ecosistemas higroturbosos se considera prioritaria, por lo que se procurará que las obras a realizar, movimientos de tierra, cimentaciones, zanjas, vías y caminos produzcan el mínimo impacto en la topografía de manera que se minimice la alteración de la escorrentía de las aguas y de los procesos de alimentación y drenaje naturales de estos ecosistemas.

El proyecto constructivo incluirá las medidas necesarias para minimizar el riesgo de afección indirecta a estos ecosistemas con especial atención al régimen hídrico de alimentación de los mismos así como al control de la contaminación del agua por lixiviados procedentes de acopios, taludes, etc.

- **Vigilancia ambiental**

- Se incluirá en el plan de vigilancia ambiental el control de las obras a realizar en relación con la preservación de los ecosistemas higroturbosos, donde se verificará el cumplimiento de estas medidas.

- **Medidas propuestas por el equipo redactor del estudio de riesgos para la fauna**

Medidas preventivas: Conservación de los suelos y recuperación de la cubierta vegetal para evitar procesos erosivos a todos los niveles. Los movimientos de tierra deben mantener la capa fértil en la parte superior y en taludes y pendientes establecer medidas de retención del suelo. Favorecer la regeneración natural de la vegetación frente a la plantación.

Evitar alteraciones del régimen hídrico natural tanto por barreras a la circulación del agua, como por creación de drenajes (pistas y zapatas de hormigón).

Identificación y balizamiento de las zonas de reproducción sensibles para anfibios más sensibles: charcas, afloramientos de agua, fuentes, etc.



Seguimiento de las obras y evaluación de los resultados una vez finalizadas para proponer medidas correctoras adecuadas (revegetaciones, barreras, drenajes, etc.). Aquí se recomienda incluir medidas para la mejora de los hábitats para la perdiz pardilla.

Repetir los itinerarios de censo de aves reproductoras en el programa de seguimiento en la fase de explotación para detectar cambios en la comunidad ornítica que, a su vez, son excelentes bioindicadores de cambios en los ecosistemas.

Medidas correctoras: no se contemplan hasta final de obra.

#### 1.2.3.3 *Minimización del riesgo de deslizamientos*

Se proponen las siguientes medidas preventivas que tienen como objeto minimizar riesgos de accidentes por deslizamientos del terreno.

- El proyecto constructivo deberá contemplar un estudio específico geotécnico que valore los riesgos por deslizamientos de las zonas del proyecto afectadas por movimientos de tierra, en la implantación de los aerogeneradores y en los caminos interiores y vía de acceso al parque eólico.
- Se incorporará al Plan de Vigilancia Ambiental el seguimiento de deslizamientos del terreno durante las fases de construcción y de explotación del parque eólico.

#### 1.2.3.4 *Protección de la fauna*

Las medidas que se proponen van encaminadas a minimizar el impacto por colisión de aves planeadoras, aves migratorias y quirópteros, así como para reducir el impacto por molestias y desplazamientos a rapaces nidificantes y a minimizar el impacto sobre la conectividad territorial por el efecto barrera a la fauna terrestre.

##### **• MEDIDAS DE APLICACIÓN PARA LAS PROTECCIÓN DE AVES PLANEADORAS**

Como medidas de carácter preventivo se proponen las siguientes:

- Implementación de sistema de detección de aves y parada automática de aerogeneradores. Como medida preventiva de las afecciones a las aves, todos los aerogeneradores deberán estar provistos de dispositivos de detección, disuasión y parada (DDP), dotados de cámaras de estereovisión 360°, con módulos de disuasión estroboscópica y mediante sonidos, y módulo de parada.



- Vigilancia y retirada de animales muertos o carroña que puedan atraer aves, al menos en una franja de 1.000 metros de la zona de ubicación de los aerogeneradores.
  - Implementación de un plan de vigilancia ambiental consistente en un seguimiento metodológico de la mortalidad de aves, con especial énfasis para rapaces y planeadoras como el Buitre leonado, Alimoche, Aguilucho pálido, Milano real, etc.
  - Si durante las labores de vigilancia se observara que algún aerogenerador resultara conflictivo por su incidencia en el número de colisiones, se procederá a su análisis y se tomarán medidas tales como:
    - Incrementar la visibilidad de las palas.
    - Paradas técnicas temporales, en determinadas épocas del año.
    - Parada definitiva.
    - Reubicación.
    - Retirada.
- MEDIDAS DE APLICACIÓN PARA LA PROTECCIÓN DE AVES MIGRATORIAS**

El riesgo de colisión para aves migratorias se ha calificado como Compatible, no habiéndose detectado aves migratorias en la zona concreta de ubicación de los aerogeneradores.

No obstante, la Sierra Entremontes podría ser usada puntualmente como paso de aves migratorias, especialmente acuáticas, que utilizan el Embalse del Ebro como escala o destino como lugar de invernada, por lo que se considera conveniente incorporar al plan de vigilancia ambiental la posible incidencia de colisión de aves migratorias.

Si durante las labores de vigilancia se observara que algún aerogenerador resultara conflictivo por el número de colisiones, se procederá a su análisis y se tomarán medidas tales como:

- Incrementar la visibilidad de las palas.
- Paradas técnicas temporales (parada biológica) en determinadas épocas del año.
- Parada definitiva.
- Reubicación.
- Retirada.





- **MEDIDAS PROPUESTAS POR EL EQUIPO REDACTOR DEL ESTUDIO DE RIESGOS PARA LA FAUNA**

Medidas preventivas: puesta en marcha de un plan de vigilancia ambiental específico y adecuado para detectar mortalidades, valorar su impacto sobre la población y plantear medidas correctoras.

Seguimiento de la población reproductora de cigüeña blanca del embalse del Ebro y colonia de gaviota patiamarilla de La Riva (nº parejas reproductoras y productividad anual) para contrastar posibles declives poblacionales por efecto de la mortalidad en el parque.

Color de los aerogeneradores blanco mate para que contrasten con el fondo y sean fácilmente detectables por las aves. Estudiar la posibilidad de pintar una pala de negro y la base también de negro para evitar o reducir los accidentes.

Vigilancia y retirada temprana de animales muertos o carroña que pueda atraer aves necrófagas. Como primera medida, mientras se procede a la retirada, deben ser cubiertos por una lona.

Las inmediaciones del aparato ( $r = 100$  m) deben mantenerse desnudas o con una cobertura herbácea corta, con el fin de evitar la presencia de presas (lagomorfos, roedores, insectívoros, pájaros, insectos, etc.) que puedan atraer a depredadores alados (rapaces diurnas y nocturnas). Adicionalmente esta medida también reduciría la presencia de perdices. Para ello suele ser suficiente la presión de pastoreo.

Medidas correctoras: si durante el seguimiento se observara que algún aerogenerador resultará conflictivo por el número de colisiones y especies implicadas, se procederá a su análisis y se tomarán medidas tales como:

- Incrementar la visibilidad de palas y torre
- Paradas temporales en determinadas épocas del año, horas del día...
- Parada definitiva
- Reubicación
- Retirada

Para las molestias y desplazamientos de passeriformes nidificantes en fase de obra:

Medidas preventivas: dentro del seguimiento de las posibles medidas de recuperación de hábitats o compensatorias, los censos de aves reproductoras constituyen bioindicadores sencillos y muy efectivos de cambios en el ecosistema a largo plazo. Para ello se pueden realizar itinerarios de censo (taxiado finlandés, IKA) antes y después de las obras (método BACI). No se contemplan medidas correctoras.



Para la perdiz pardilla

Medidas preventivas: realizar un seguimiento de la especie mediante búsqueda de indicios (excrementos, plumas) y batidas con perros de rastro, prenupcial (abril-mayo) y/o posnupcial (septiembre-octubre).

Medidas correctoras: en función de los resultados del seguimiento.

Para el picamaderos negro

Medidas preventivas: prospecciones al inicio de la temporada de cría para localizar zonas de nidificación y realizar un seguimiento.

Medidas correctoras: en función de los resultados del seguimiento.

- **MEDIDAS DE APLICACIÓN PARA LA PROTECCIÓN DE RAPACES NIDIFICANTES**

No se ha localizado al Aguilucho pálido como nidificante posible en el entorno del parque eólico. Se ha comprobado la presencia de esta ave durante la estación reproductora si bien no se ha localizado ningún territorio de nidificación, al menos en las áreas de ocupación del proyecto y no se considera un hábitat idóneo para la nidificación.

Sin embargo, se proponen las siguientes medidas con carácter preventivo:

- Realización de prospecciones preventivas, previas a la ejecución de las obras, en todas las zonas de desbroce y movimientos de tierra, con el objetivo de descartar su nidificación en estas zonas de afección.
- En el caso de localización de nidos, se establecerá un perímetro de seguridad y la paralización de las obras hasta el abandono del mismo.

- **MEDIDAS PROPUESTAS POR EL EQUIPO REDACTOR DEL ESTUDIO DE RIESGO PARA LA FAUNA**

Medidas preventivas: realizar un muestreo previo a las obras en el entorno para localizar posibles nidos de rapaces forestales protegidas.

Medidas correctoras: paradas temporales de las obras, únicamente en el caso de localizar áreas de nidificación.

- **MINIMIZACIÓN DE LA MORTALIDAD DE AVES POR ELECTROCUCIÓN**

El proyecto contempla la instalación de un tramo de línea aérea de evacuación de unos 8.500 metros. Se proponen, como medidas preventivas, las siguientes:



- Instalación de tiras salvapájaros. El efecto es la mejora de la visibilidad de la línea, reduciéndose la mortalidad de las aves por colisión y electrocución.
- Prohibición de la instalación de aisladores rígidos y de puentes flojos no aislados por encima de travesaños y cabeceras de apoyos.
- En los apoyos de alineación, el mantenimiento de unas distancias mínimas de seguridad de 1,5 metros entre conductores y de 0,75 metros entre conductor y las posibles zonas de posada sobre las crucetas; en el resto de los apoyos esta distancia se amplía a 1,0 metros.

• **MEDIDAS PARA REDUCIR EL EFECTO BARRERA**

El efecto barrera se solucionará en origen, evitando el cierre perimetral del parque eólico.

• **MEDIDAS PROPUESTAS POR EL EQUIPO REDACTOR DEL ESTUDIO DE RIESGO PARA LA FAUNA**

Medidas preventivas: puesta en marcha de un plan de vigilancia ambiental específico y adecuado para detectar mortalidades, valorar su impacto sobre la población y plantear medidas correctoras.

Seguimiento de la perdiz pardilla mediante indicios de presencia y/o batidas con perro, así como estudiar la posibilidad de realizar un seguimiento de individuos marcados con GPS.

Medidas correctoras: derivadas de los resultados del plan de seguimiento:

- Incrementar la visibilidad de las palas
- Paradas temporales en determinadas épocas del año, horas del día...
- Parada definitiva
- Reubicación
- Retirada

• **MEDIDAS DE APLICACIÓN PARA LA PROTECCIÓN DE QUIRÓPTEROS**

Los quirópteros hacen un uso limitado de la Sierra Entremontes y en particular de la zona ocupada por el parque eólico. No se han detectado áreas de alimentación y la frecuencia de contactos es baja, según el estudio específico realizado sobre este grupo. El impacto por colisión de quirópteros se ha calificado de Compatible, debiéndose tomar las siguientes medidas:

- Incorporar al plan de vigilancia ambiental el seguimiento de la mortalidad de quirópteros.
- Se minimizará el uso de fuentes de iluminación que puedan atraer presas para los murciélagos.



Entre abril y septiembre, ambos inclusive, en horario nocturno y con temperatura igual o superior a 12 grados centígrados, se detendrá el funcionamiento de los aerogeneradores cuando la velocidad del viento sea inferior a 5 m/s para reducir el riesgo de mortalidad de quirópteros.

- **MEDIDAS PROPUESTAS POR EL EQUIPO REDACTOR DEL ESTUDIO DE RIESGOS PARA LA FAUNA**

Medidas preventivas: puesta en marcha de un plan de vigilancia ambiental específico y adecuado para detectar mortalidades y cambios en el uso del hábitat en el área afectada por el parque eólico mediante estaciones automáticas, valorar su impacto sobre la población y plantear medidas correctoras.

Dentro del plan de seguimiento de los quirópteros incluir el seguimiento de las colonias del refugio de la Cueva de La Pará I y II (Santa María de Aguayo) y Monegro (Campoo de Yuso).

Se debe mantener el parque sin fuentes de iluminación (más allá de las balizas de las barquetas) que puedan atraer presas para los murciélagos (insectos voladores).

Medidas correctoras: Si durante el seguimiento se observara que algún aerogenerador resultará conflictivo por el número de colisiones y especies implicadas, se procederá a su análisis y se tomarán medidas tales como:

Paradas selectivas, velocidades de arranque, etc., en función de las especies implicadas y causas deducibles de los accidentes. En zonas con episodios de mortalidad se recomienda impedir el arranque de los aerogeneradores hasta velocidades de viento superiores a 5-6 m/s durante los periodos de mayor mortalidad: primeras horas de la noche y meses de julio-agosto. Esta medida supone una pérdida de producción inferior al 1% (González et al. 2013).

- Parada definitiva
- Reubicación
- Retirada

#### **1.2.3.5      *Medidas de protección de la vegetación***

El proyecto afecta a brezales secos europeos, tipo de hábitat considerado en la Directiva 92/43/CEE con el código 4030. La afección es de tipo directo, por ocupación física, resultando inevitable, por cuanto será soporte de buena parte de las infraestructuras del parque. Otras posibles alternativas tendrían un mayor impacto por afectación a otros tipos de hábitats (algunos prioritarios).



El impacto es, por tanto, residual, siendo sólo posible proponer medidas que reduzcan la ocupación de este tipo de brezal y medidas compensatorias.

Se contemplaron las siguientes:

- Reducción de la ocupación de superficie de brezales secos europeos:
  - Disminución de las zanjas de media tensión y trazado de los caminos interiores.
  - Disminución de la vía de acceso y caminos interiores:
    - El proyecto ya contempla el trazado de la vía de acceso, partiendo de la carretera CA 171, el trazado más corto posible, y el empleo, en la medida de lo posible, de caminos y pistas ya existentes.
  - Revegetación de la ocupación temporal de suelo con vegetación de brezales:
    - Todas las superficies ocupadas de forma temporal por las obras se deberán recuperar a su estado inicial, preoperacional, mediante una restitución topográfica, edafología y de su cubierta natural vegetal.
  - El diseño de las plataformas de montaje de los aerogeneradores se realizará de forma que se eviten derrames de terraplenes que por su pendiente o composición impidan la restauración de la capa de vegetación y uso existente.

En el caso de ser necesaria la corta del arbolado, se realizará fuera del periodo comprendido entre el 15 de abril y el 15 de agosto, con objeto de evitar la afección a las especies de fauna durante la época de reproducción.

#### **1.2.3.6      *Protección del paisaje***

La influencia sobre el paisaje es uno de los impactos más notorios que produce el parque eólico, dado que su ubicación se hace en crestas dominantes y terrenos despejados. Además, el paisaje es el resultado de la integración de todo el conjunto de factores (naturales y sociales) y de sus procesos, con expresión visual o no.

En consecuencia, todas las medidas propuestas para evitar o minimizar el impacto sobre cualquier componente del medio, natural o social, tiene su reflejo en el paisaje. Por otra parte, la instalación de barreras visuales artificiales es una solución poco eficaz, dada la topografía de la zona y la relación entre los focos de emisión y de



recepción de visuales, además de parcial (por cuanto solo actúa sobre una de las muchas dimensiones del concepto de paisaje) y de engañosa.

Durante la fase de explotación el promotor desarrollará un programa de compensación por los impactos permanentes del proyecto sobre el paisaje en Campoo de Yuso, San Miguel de Aguayo y Molledo, que se consideran los municipios directamente afectados por los impactos paisajísticos del proyecto y en los que dichos impactos pueden a su vez provocar efectos sobre la población por pérdida de potencial de turismo basado en la naturaleza, el paisaje rural y el patrimonio cultural. Dicho programa se elaborará inicialmente, y actualizará quinquenalmente, por el promotor de conformidad con las administraciones locales de los referidos municipios, en particular con las entidades locales propietarias de los terrenos en los que se implanten los diferentes componentes del parque eólico y las que sean afectadas directamente por el desarrollo de las obras y las instalaciones, y con las Administraciones competentes en biodiversidad, paisaje, patrimonio cultural y turismo de Cantabria. Entre las actuaciones a contemplar en dicho programa, tendrán cabida:

- a) Adecuación de senderos o miradores.
- b) Actuaciones para interpretación y valorización del paisaje.
- c) Recuperación de elementos naturales de elevado valor paisajístico.
- d) Recuperación de elementos del patrimonio cultural.
- e) Integración paisajística y ambiental de infraestructuras ganaderas y de otros elementos artificiales discordantes en el paisaje.

De forma complementaria a las medidas propuestas y dirigidas hacia otros componentes del medio con expresión perceptiva, se proponen las siguientes para ayudar, dentro de lo posible, a una mejor integración de algunas de las infraestructuras del parque eólico en su entorno:

- **En relación con la subestación de transformación:**
  - Durante el análisis de alternativas ya se ha seleccionado un emplazamiento relativamente deprimido que reduce significativamente la visibilidad de esta estructura.
  - Tipología del edificio inspirada en los estilos arquitectónicos tradicionales del entorno.
  - La elección del color debe basarse en la construcción de un diagrama que tenga como base principal un tipo del entorno que aporte continuidad visual. A partir de aquí los colores de las fachadas deben relacionarse en este diagrama de tal forma que el proyectista tenga la





opción de crear según sus propios criterios. Se recomienda elegir según los siguientes criterios:

- El área base puede ser el propio terreno, teniendo en cuenta lo siguiente:
  - Las tipologías de edificios tradicionales, ejemplos de buena integración, suelen estar contruidos con elementos del entorno cercano por lo que poseen la textura y color del terreno. La edificación dará la idea de estar enraizada en el mismo.
  - El color del terreno es el que menos varía a lo largo del año.
- Como regla general, los colores brillantes de las edificaciones, sobre todo los que poseen matices azulados o verdosos, no suelen mezclarse bien con el paisaje, por lo que se debería evitar su uso.
- Se recomienda escoger para los paramentos colores que presenten continuidad con el terreno. Los valores del matiz pertenecerán al intervalo formado por 20° y 45°. Por tanto, la saturación y la luminosidad también deberán ajustarse para relacionarse en continuidad visual con el color base.
- Se recomienda, siguiendo al Council of Industrial Desing de Gran Bretaña, hacer una diferencia de valores entre los colores de la cubierta y el de los paramentos. Las cubiertas oscuras (mayor valor de saturación y menor de luminosidad: ambas características tienden a acercarse al negro) reflejan menos luz, son menos visibles y hacen a los edificios más pequeños, reduciendo su tamaño aparente.
- **En relación con los aerogeneradores:**
  - Se deberán ajustar las características del color para minimizar la dominancia de las líneas verticales de los aerogeneradores con el necesario contraste para minimizar el impacto sobre la avifauna por colisión
- **En relación con las vías y caminos del parque eólico:**
  - Se utilizará en los caminos una zahorra que produzca el menor contraste cromático con el terreno natural.



- **En relación con la ocupación temporal de espacios:**
  - Finalizadas las obras, todos los terrenos ocupados de forma temporal serán recuperados a su situación preoperacional mediante restitución topográfica, edafológica y de cubierta vegetal natural.
- **En relación con terraplenes, desmontes y movimientos de tierra:**
  - El proyecto en su redacción actual contempla como medida correctora la revegetación de terraplenes y desmontes y de todas las zonas afectadas por las obras, mediante hidrosiembra y siembra mecánica. En todo caso se priorizará la revegetación natural del terreno mediante el reextendido de la tierra vegetal previamente separada y acopiada, de manera que se favorezca el restablecimiento de una cobertura con especies y genéticas propias del entorno.

Se deberá redactar un proyecto teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- a) Delimitación y cuantificación de las zonas objeto de siembra
- b) Operaciones previas
- c) Siembras
- d) Tratamientos posteriores
- e) Presupuesto

**a) Delimitación y cuantificación de las zonas objeto de siembra**

Se deberán revisar y actualizar las superficies de hidrosiembra y siembra mecánica y cartografiar a la escala de proyecto constructivo.

**b) Operaciones previas**

Con anterioridad a las labores de siembra se realizarán labores de acondicionamiento del terreno:

- Despeje: operación de quitar todo tipo de obstáculo e impedimento para la realización de las obras.
- Extendido de tierra vegetal: operación que consiste en cubrir con tierra vegetal la superficie donde se practicarán las obras o labores de siembra, al menos con un espesor de 20 a 30 cm. Se utilizará como tierra vegetal el suelo turboso, que se deberá haber desbrozado, retirado y convenientemente acopiado, procedente de las zonas en las que hay que realizar movimientos de tierra.
- Abonado: en caso necesario se procederá a realizar abonado.
- Rastrillado: con el objetivo de obtener una superficie de siembra lisa y uniforme.



**c) Siembras**

Mediante técnicas de hidrosiembra y siembra a voleo:

- **Hidrosiembra:** se procederá a la proyección a gran presión sobre la superficie del terreno de una suspensión homogénea de agua y semilla, y aditivos, tales como:
  - Mulch para la protección de las semillas.
  - Estabilizantes para fijar las semillas.
  - Abonos orgánicos.

La hidrosiembra se aplicará a taludes y se realizará con hidrosembradora:

- Un camión al que se acopla un agitador de palas en su interior para mezclar el agua con las semillas y los aditivos.
- Un cañón hidráulico dirigitible mediante el cual se proyecta la mezcla.

Todo el conjunto de la mezcla a proyectar tendrá la siguiente composición:

- Semillas: 40 g/m<sup>2</sup>
- Mulch: 10 g/m<sup>2</sup>
- Abonos: 90 g/m<sup>2</sup>
- Estabilizante: 90 g/m<sup>2</sup>
- Agua: 3 a 5 l/m<sup>2</sup>

Se utilizará una mezcla de semillas de especies características de los brezales del tipo de hábitat 4030 del subtipo atlántico:

- *Calluna vulgaris*, 30%
  - *Erica cinerea*, 15%
  - *Daboecia cantabrica*, 15%
  - *Ulex europaeus/Ulex gallii*, 20%
  - *Cytisus cantabricus*, 20%
- **Siembra a voleo:** distribución de las semillas directamente sobre la superficie del suelo bien por medios manuales o mediante sembradoras neumáticas.

Se utilizará la misma la misma mezcla y proporción de semillas que en el caso de la hidrosiembra, a razón de 40 g/m<sup>2</sup>.



**d) Tratamientos posteriores**

La implantación de la cubierta vegetal no concluirá con las labores de siembra, siendo necesario efectuar una serie de cuidados posteriores que garanticen el desarrollo de la vegetación, tales como:

- Abonados: para evitar déficits nutricionales del suelo.
- Riego: siendo necesario proporcionar riego con agua blanda abundante desde los momentos iniciales de la siembra, siendo la época más crítica los meses de estío (junio, julio y agosto).
- Resiembra: en las zonas donde no hayan germinado las semillas se procederá a la resiembra.

**1.2.3.7      *Medidas en el medio social***

**1.2.3.7.1    *Compensaciones a la población***

El promotor elaborará y desarrollará un programa de compensación del impacto del proyecto sobre los usos agrarios tradicionales, en particular sobre el uso ganadero estacional y extensivo, y sobre el uso forestal, incluyendo tanto las molestias y limitaciones a la ganadería durante la fase de construcción, como la pérdida de superficie para uso ganadero o forestal por la ocupación permanente de los elementos del parque durante la fase de explotación. El programa deberá elaborarse de acuerdo con las autoridades de los municipios de Campoo de Yuso, San Miguel de Aguayo y Molledo, y en particular con las entidades locales propietarias de los terrenos en los que se implanten los diferentes componentes del parque eólico y las que sean afectadas directamente por el desarrollo de las obras y las instalaciones, tanto en fase de construcción como de explotación, atendiendo las sugerencias de los titulares de las explotaciones directamente afectadas y de los propietarios de los terrenos, y contando con la conformidad las Administraciones competentes en desarrollo rural, gestión forestal y biodiversidad de Cantabria. Las compensaciones se diseñarán preferentemente en especie, mejorando la capacidad y aptitud del territorio para los usos afectados, de forma que la que se pierda o reduzca en unas zonas por el proyecto se gane o aumente en otras zonas del entorno manteniendo la capacidad y aptitud global del territorio para el uso considerado. Las actividades ganaderas y forestales seguirán desarrollándose en toda el área de afección del parque eólico, salvo en aquellos lugares concretos que deban limitarse por razones de seguridad conforme a la normativa sectorial de aplicación. Solo en el caso de que la compensación en especie no sea posible se adoptarán compensaciones de otros tipos. La elaboración de este programa será condición previa para poder solicitar la autorización de funcionamiento del parque.



*1.2.3.7.2 Protección del patrimonio arqueológico*

No se produce impacto sobre ningún elemento inventariado en el Inventario Arqueológico de Cantabria. Para los elementos: Ermita de las Nieves, Estructura tumular de las Trechas, Túmulo de fuente del Moro y los elementos etnográficos (hitos, fuente, bebedero) detectados durante la prospección en campo se propone:

1. Para garantizar la conservación del elemento patrimonial documentado en el transcurso de la prospección arqueológica se propone un entorno de protección de 25 m.
2. Teniendo en cuenta la proximidad del elemento a la zona de trabajo se procederá a su señalización mediante balizado de su posición.
3. En consonancia con la actuación anterior es necesario trasladar a la cartografía de la obra la localización del elemento patrimonial mencionado, a fin de que el personal de la misma conozca su existencia y ubicación, y así evitar el riesgo de alteraciones accidentales.

Con respecto a las estructuras tumulares de Las Trechas y Fuente del Moro se propone la realización de sondeos arqueológicos previos que permitan establecer de manera indudable su carácter arqueológico y recuperar el material que aún pudiera conservarse en las estructuras, dados los indicios.

El balizamiento perimetral será de un radio de 3 m de todos y cada uno de los elementos situados a menos de 200 m del proyecto: trazas, caminos históricos, camberas, mojones/hitos divisorios, y todos los que se descubran durante la ejecución del proyecto. La señalización se realizará con un color diferente al resto de balizamientos y deberá evitar la alteración de los elementos señalados.

Por último, como medida correctora más eficaz, deberá efectuarse un seguimiento y control durante el tiempo que duren las remociones de tierra, con especial atención en el entorno de los elementos señalados, ya que existe la posibilidad que durante las obras de construcción del parque eólico se exhumen vestigios materiales o estructuras no visibles en superficie vinculadas a los mismos. Esta labor será efectuada por personal titulado y debidamente autorizado por la Consejería de Educación, Cultura y Deporte. Esta medida permite que la dirección de obra pueda coordinar de manera efectiva con los técnicos arqueólogos el desarrollo de los trabajos para realizar un control adecuado sobre los movimientos de máquinas y personal. Con la aplicación de estas medidas correctoras todos los impactos sobre el patrimonio histórico-cultural pasan a **impacto compatible**, por cuanto se elimina el posible riesgo de afección a bienes de interés cultural.

Se contará con la presencia de arqueólogos a pie de obra, con el fin de solventar cualquier eventualidad de índole arqueológica que pueda surgir durante el desarrollo de los trabajos, asegurando así el correcto tratamiento de los restos eventualmente



exhumados. En el transcurso de las tareas de control, llegado el caso, se realizarán intervenciones menores entendiendo como tales aquellas que se pueden llevar a cabo sin alterar sustancialmente el desarrollo del ritmo del proyecto: recogida de muestras, documentación fotográfica o recuperación de materiales. En el caso de que aparezcan estructuras o acumulaciones de material que precisen de una actuación de mayor entidad se abordará una actuación planificada, previa notificación y visto bueno de la Consejería competente en la materia.

Finalmente, se incorporará un programa de Vigilancia Arqueológica, compatible con el plan de obra elaborado en coordinación con las directrices dictadas por la administración competente, durante la fase de ejecución de obras, que contemple las iniciativas a adoptar en el caso de afloramiento de algún yacimiento arqueológico no inventariado. Además se adoptarán medidas de recuperación paisajística en el entorno de aquellos elementos del patrimonio cultural afectados parcialmente por la infraestructura.

#### 1.2.3.7.3 *Protección contra el ruido*

Durante la fase de funcionamiento la rotación de las palas de los aerogeneradores serán fuentes de ruido.

No es probable que estos ruidos afecten a la población, dada la distancia a la que se encuentran los núcleos de población. No obstante, se proponen las siguientes medidas:

- Con el objeto de que los ruidos emitidos por los aerogeneradores se mantengan dentro de los límites establecidos por el fabricante, se aplicará un mantenimiento a las máquinas. Esta medida preventiva además evitará paradas innecesarias, puesto que el incremento de ruido es síntoma de un mal funcionamiento de la máquina, de una disminución en el rendimiento y afecta a su vida útil.
- Se incorporará al Plan de Vigilancia Ambiental el control periódico de las emisiones sonoras del parque eólico durante los primeros años de funcionamiento.

Si del seguimiento realizado en el PVA se dedujese la superación en algún núcleo de población de alguno de los umbrales de ruido legalmente establecidos, se notificará al órgano sustantivo y a la corporación local afectada. En tal caso, el o los aerogeneradores causantes serán objeto de parada preventiva, y el promotor analizará las causas, revisará el estudio de impacto acústico realizado, y propondrá a ambas administraciones un conjunto de medidas preventivas y mitigadoras adicionales, afectando al diseño o funcionamiento del aerogenerador. El promotor solo podrá reiniciar el funcionamiento del aerogenerador tras haber realizado estas acciones, y en





las condiciones que el órgano sustantivo expresamente le comunique, e intensificará el seguimiento de este impacto y de la ejecución y eficacia de las medidas mitigadoras adicionales establecidas. Si con posterioridad las medidas adicionales se revelan ineficaces y se continúan verificando superaciones de los umbrales legalmente establecidos, el órgano sustantivo determinará medidas preventivas o mitigadoras adicionales a las ya tomadas, o si la reiteración persiste determinará la suspensión definitiva del funcionamiento de los aerogeneradores causantes y su desmantelamiento.

#### *1.2.3.7.4 Protección contra el tráfico de vehículos*

El tráfico de maquinaria pesada y de vehículos de obra afectará a la carretera autonómica CA-171, que discurre por la orilla norte del embalse del Ebro. Para minimizar estos impactos se tomarán las medidas preventivas necesarias para asegurar la limpieza y seguridad en la misma.

#### *1.2.3.7.5 Protección contra incendios*

Tanto en la fase de obras como en la fase de explotación se prohibirá la quema de restos vegetales.

#### *1.2.3.7.6 Fomento del empleo*

Se fomentará, en la medida de lo posible, la subcontratación de empresas industriales y de construcción de la Comunidad de Cantabria y, cuando sea posible, de los municipios afectados por el proyecto en particular. Del mismo modo se priorizará la contratación de personal profesional procedente de los municipios afectados, como medida compensatoria de desarrollo de la economía y de generación de empleo.

### **1.2.4 Medidas en fase de abandono**

El proyecto en su actual definición no desarrolla la fase de abandono tras la vida útil de explotación del parque eólico.

Para esta fase se propone:

Redacción por el promotor correspondiente de un proyecto de desmantelamiento del parque eólico. Este proyecto se deberá someter a Evaluación Ambiental conforme a la legislación vigente.



## DOCUMENTO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

La finalidad de estos proyectos será la definición y presupuesto de todas las actuaciones necesarias para la recuperación ambiental y eliminación de los impactos residuales derivados de la construcción y explotación del parque eólico. Se tendrá en cuenta también los resultados de los planes de vigilancia ambiental realizados.

### 1.2.5 Presupuesto de las medidas de mejora ambiental

Medidas de mejora	Fase	Descripción	Presupuesto estimado (€)
Disposición de Documentación ambiental y sectorial	Previa	Mantenimiento actualizado de la legislación ambiental específica y sectorial que el proyecto habrá de cumplir en todas sus fases	Incluido en la elaboración del proyecto e Es.I.A.
Manual de buenas prácticas	Previa	Elaboración del manual de buenas prácticas ambientales	Incluido en la elaboración del Es.I.A.
Curso de concienciación ambiental	Previa	Realización de un curso informativo del valor ambiental de la zona de afección a los participantes en las distintas fases del proyecto antes del inicio de las obras	920,00
Programa de relaciones con los municipios afectados	Previa	Redacción de un programa de comunicación con los municipios afectados sobre todo lo relacionado con las obras y aplicación del mismo	1520,00
Aprovechamiento sinérgico de infraestructuras	Diseño	Diseñar las infraestructuras para dar servicio conjunto a otros proyectos de manera que se eviten impactos duplicados	Sin coste
Protección general del entorno	Diseño	Zonificación del territorio afectado por el proyecto para la adecuada ubicación de actividades y actuaciones que ocupen temporalmente el suelo. Aplicación de criterios de construcción sostenible.	Sin coste
Replanteo	Diseño	Realizar un replanteo previo y en campo, localizándose elementos de interés y preparándose el programa de trabajo a seguir en la ejecución de las obras.	Incluido en la elaboración del Es.I.A.
Plan de gestión de residuos	Diseño	Elaboración de un plan de gestión de residuos para las fases de construcción y funcionamiento del parque eólico	Incluido en la elaboración del Es.I.A.
Criterios generales de protección	Diseño	Definición de medidas de protección ambiental para su aplicación en las distintas fases del proyecto y dirigidas principalmente a la protección del aire, suelo, hidrología (calidad del agua), vegetación, fauna, espacios naturales, montes de utilidad pública y contra el ruido, minimización de perturbaciones electromagnéticas, integración paisajística y reposición de servicios.	Incluido en la elaboración del Es.I.A.
Reposición de servicios	Diseño	Incorporar en el proyecto la exigencia de reposición en el menor plazo posible de los servicios afectados, previamente identificados.	Incluido en la elaboración del proyecto
Criterios impuestos por la DIA	Diseño	Elaboración de un documento para incorporar en el proyecto de ejecución del parque eólico todas las medidas recogidas en la Declaración de Impacto Ambiental, incluyendo su presupuesto detallado y cronograma.	1.200,00
Protección de cauces	Construcción	Medidas de protección de la cabecera del río Irbiñza y los arroyos de las Nieves y la Breña, mediante barreras	6.500,00
Protección de turberas	Diseño y construcción	Evitar en fase de diseño cualquier afección a los ecosistemas higrófilos. Elaboración de cartografía detallada, balizamiento durante las obras y seguimiento por especialista.	600,00
Minimización del riesgo de deslizamientos	Diseño, construcción y explotación	Elaborar estudio geotécnico específico en fase de proyecto. Incorporación al plan de V.A. para su seguimiento durante la construcción y explotación.	Incluido en la elaboración del proyecto. 3.000 € en fase de construcción. 1.500 €/año en explotación



## DOCUMENTO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL

### PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

Protección de las aves	Explotación	Incorporación al P.V.A. del seguimiento de aves planeadoras, migratorias, quirópteros y rapaces nidificantes. Sistema de detección de aves y parada. Incorporación de medidas para minimizar la mortalidad por electrocución en la línea de evacuación.	Sistema de detección y parada: 360.000 €. Tiras salvapájaros: 20.000 €. Seguimiento aves: 32.000 €/año
Protección de la vegetación	Diseño y construcción	En la fase de diseño se intentará reducir la superficie de afectación al brezal seco europeo, disminuyendo o variando el trazado de zanjas y vías y caminos. En la fase de construcción se revegetarán las superficies de ocupación temporal.	21.000 €
Protección del paisaje	Diseño y construcción	En la fase de diseño se aplicarán medidas en relación con el emplazamiento y las tipologías constructivas de los elementos que tienen impacto en el paisaje (SET, pistas, edificios, aeros, etc.). En la fase de construcción se realizarán actuaciones de revegetación.	Incluido en la elaboración del proyecto y Es.I.A. 38.900 € en fase de construcción
Protección del patrimonio arqueológico	Diseño y construcción	Estudio arqueológico previo y en campo. Balizamiento y seguimiento arqueológico a pie de obra durante la construcción.	Incluido en la elaboración del Es.I.A. en fase de diseño. 22.400 € en fase de construcción
Protección contra el ruido	Construcción y explotación	Seguimiento del ruido durante la fase de construcción y explotación	5.000 € en fase de construcción. 3.800 €/año en explotación
Protección contra el tráfico de vehículos	Construcción	Realización de seguimiento del tráfico pesado en el entorno para garantizar la seguridad en la circulación.	2.500 €
Protección contra incendios	Construcción y explotación	Prohibición de quema de restos vegetales	Sin coste
Fomento del empleo	Construcción y explotación	Priorización de la contratación de mano de obra y empresas locales en las zonas de afección del parque eólico.	Sin coste
Medidas en fase de abandono	Abandono	Redacción de un proyecto de desmantelamiento del parque eólico y elaboración de Es. I.A.	18.000 €

**Tab. 1** Presupuesto estimado de las medidas de mejora ambiental del proyecto.

A continuación se muestra presupuesto de partidas no incluidas en el proyecto y EsIA con su coste desglosado por parque y fase:

Medidas de mejora	Fase	Descripción	Presupuesto estimado (€)	Campo Alto		La Costana	
				Construcción	Funcionamiento	Construcción	Funcionamiento
Curso de concienciación ambiental	Previa	Realización de un curso informativo del valor ambiental de la zona de afección a los participantes en las distintas fases del proyecto antes del inicio de las obras	920	580		340	
Programa de relaciones con los municipios afectados	Previa	Redacción de un programa de comunicación con los municipios afectados sobre todo lo relacionado con las obras y aplicación del mismo	1520	990		530	
Criterios impuestos por la DIA	Diseño	Elaboración de un documento para incorporar en el proyecto de ejecución del parque eólico	1.200,00	800		400	



**DOCUMENTO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL**  
**PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA**

		todas las medidas recogidas en la Declaración de Impacto Ambiental, incluyendo su presupuesto detallado y cronograma.					
Protección de cauces	Construcción	Medidas de protección de la cabecera del río irbiñza y los arroyos de las Nieves y la Breña, mediante barreras	6.500,00	4.330		2.170	
Protección de turberas	Diseño y construcción	Evitar en fase de diseño cualquier afección a los ecosistemas higróturbosos. Elaboración de cartografía detallada, balizamiento durante las obras y seguimiento por especialista.	600	400		200	
Minimización del riesgo de deslizamientos	Diseño, construcción y explotación	Elaborar estudio geotécnico específico en fase de proyecto. Incorporación al plan de V.A. para su seguimiento durante la construcción y explotación.	3.000 € en fase de construcción. 1.500 €/año en explotación	2.000	1.000	1.000	500
Protección de las aves	Explotación	Incorporación al P.V.A. del seguimiento de aves planeadoras, migratorias, quirópteros y rapaces nidificantes. Sistema de detección de aves y parada. Incorporación de medidas para minimizar la mortalidad por electrocución en la línea de evacuación.	Sistema de detección y parada: 360.000 €. Tiras salvapájaros: 20.000 €. Seguimiento aves: 32.000 €/año	240.000 13.300		120.000 6.700	11.000
Protección de la vegetación	Diseño y construcción	En la fase de construcción se revegetarán las superficies de ocupación temporal.	21.000 €	1.4000		7.000	
Protección del paisaje	Diseño y construcción	En la fase de construcción se realizarán actuaciones de revegetación.	38.900 € en fase de construcción	25.900		13.000	
Protección del patrimonio arqueológico	Diseño y construcción	Estudio arqueológico previo y en campo. Balizamiento y segui-	22.400 € en fase de construcción	14.900		7.500	



**DOCUMENTO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL**  
**PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA**

---

		miento arqueológico a pie de obra durante la construcción.					
Protección contra el ruido	Construcción y explotación	Seguimiento del ruido durante la fase de construcción y explotación	5.000 € en fase de construcción. 3.800 €/año en explotación	3.000	2.500	2.000	1.300
Protección contra el tráfico de vehículos	Construcción	Realización de seguimiento del tráfico pesado en el entorno para garantizar la seguridad en la circulación.	2.500 €	1.700		800	
Medidas en fase de abandono	Abandono	Redacción de un proyecto de desmantelamiento del parque eólico y elaboración de Es. I.A.	18.000 €	12.000		6.000	

**Tab. 2** *Presupuesto estimado de las medidas de mejora ambiental del proyecto.*



## **2. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

### **2.1 Introducción**

Los instrumentos preventivos, como la evaluación ambiental, requieren de una “garantía ambiental”, de manera que durante el desarrollo de cualquiera de las fases del proyecto se puedan corregir las posibles desviaciones respecto de las previsiones realizadas en el Estudio de Impacto Ambiental. Así queda recogido en el Reglamento de la normativa estatal para la evaluación ambiental, RD 1131/1988, en su artículo 11: *“El programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental.”*

Del mismo modo, la actual legislación vigente en la materia, la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, en su anexo VI, donde especifica el contenido que deben incluir los estudios de impacto ambiental expone que *“el programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, preventivas y correctoras y compensatorias contenidas en el estudio de impacto ambiental tanto en la fase de ejecución como en la de explotación. Este programa atenderá a la vigilancia durante la fase de obras y al seguimiento durante la fase de explotación del proyecto.”*

Tal como se establece en la Declaración de Impacto Ambiental en su apartado D.4.:

*“El EsIA contiene un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) cuyo objetivo es garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras. En cada una de las fases de dicho PVA se realizará un seguimiento de la eficacia de las medidas adoptadas y sus criterios de aplicación, emitiendo los correspondientes informes anuales de vigilancia. El PVA debe completarse con los aspectos adicionales que se incluyen en los siguientes apartados. Los informes de seguimiento previstos en el EsIA y en este apartado, se trasladarán anualmente al órgano sustantivo, al órgano ambiental, a los competentes en biodiversidad, paisaje y patrimonio cultural, y a los ayuntamientos de Campoo de Yuso, San Miguel de Aguayo y Molledo, y se harán públicos a través de la web del promotor.”*

El presente documento incorpora todas las medidas de vigilancia ambiental incluidas en el EsIA, toda la documentación complementaria aportada y las medidas descritas en el apartado D.4 de la DIA.





## **2.2 Objetivos**

Los objetivos del programa de seguimiento ambiental, conforme a la legislación vigente en materia de evaluación ambiental de proyectos, se concretan en los siguientes:

- Velar para que, en relación con el medio ambiente, el proyecto se realice conforme a lo proyectado y según las condiciones ambientales en que se hubiere autorizado.
- Comprobar la evolución de los impactos previstos en el Estudio de Impacto Ambiental, de forma que no se superen las previsiones de sus efectos y la calificación otorgada.
- Comprobar y verificar que las medidas correctoras propuestas son realmente eficaces y reducen la magnitud de los impactos detectados. En caso de que las medidas no fueran lo suficientemente eficaces, diseñar nuevas medidas para minimizar las afecciones al medio.
- Establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras contenidas tanto en el Estudio de Impacto Ambiental como en el condicionado ambiental, contenido en la Declaración de Impacto Ambiental, de aplicación al proyecto.

## **2.3 Responsabilidad del seguimiento ambiental**

Corresponde al órgano sustantivo, facultado para el otorgamiento de la autorización del proyecto, el seguimiento y vigilancia ambiental de lo establecido en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto de Parque Eólico Campo Alto – La Costana.

El órgano ambiental podrá recabar información de aquellos aspectos al respecto, así como efectuar las comprobaciones necesarias para verificar el cumplimiento de lo dictado en la DIA (RD 1131/1988, Reglamento estatal para la ejecución de la normativa de evaluación ambiental de proyectos).

El promotor del proyecto, Iniciativas Eólicas de Cantabria S.L., será el responsable, bajo su cargo, de la ejecución de los trabajos necesarios para el cumplimiento del programa de vigilancia ambiental. Nombrará para ello, y para cada una de las fases de desarrollo del proyecto, un Director Ambiental que será responsable de la planificación y seguimiento de los trabajos específicos de vigilancia y control ambiental, y responsable de la redacción de los correspondientes informes que plasmarán el grado de cumplimiento de lo dispuesto en la DIA y en el Estudio de Impacto Ambiental.

En consecuencia, el proyecto constructivo incorpora el presente programa de vigilancia ambiental redactado y adaptado conforme a la citada DIA y considerando lo dispuesto en el correspondiente capítulo del Estudio de Impacto Ambiental.



## **2.4 Metodología**

El seguimiento debe plantearse para las diferentes fases de planificación, construcción y explotación. La fase de abandono, no contemplada en la redacción del proyecto en cuestión, será objeto de un proyecto específico, debiéndose contemplar el seguimiento ambiental y sometiéndose, en tal caso, a evaluación ambiental conforme a la vigente legislación en la materia.

La fase de planificación se corresponde con la de aprobación del proyecto y redacción del proyecto constructivo, tras la realización del procedimiento administrativo. Ésta es una fase esencialmente de verificación, de comprobación de que se ha incorporado al proyecto lo previsto en la DIA.

Las fases de construcción y explotación son ejecutivas, de realización de los trabajos para el cumplimiento del programa de vigilancia ambiental.

La metodología para la redacción del programa de vigilancia ambiental que se propone se ha basado en los siguientes puntos:

- Identificación de los aspectos objeto de vigilancia ambiental.
- Procedimiento operativo.
- Definición de los informes a realizar.

## **2.5 Identificación de los aspectos objeto de vigilancia ambiental**

El programa de vigilancia ambiental se basa en el control y seguimiento de los siguientes aspectos:

Control 1: Condicionado ambiental de la DIA.

Control 2: Medidas ambientales previas.

Control 3: Medidas de diseño y de protección general:

- Protección general de los valores del entorno.
- Gestión de residuos.
- Cumplimiento de los criterios generales de protección:
  - Protección del aire.
  - Protección contra el ruido.
  - Protección contra perturbaciones electromagnéticas.
  - Protección del suelo.
  - Protección de la hidrología.
  - Protección del medio biótico.
  - Protección de Montes de utilidad pública.
  - Uso racional de los recursos.
  - Reposición de servicios.



Controles de las medidas específicas:

- Control 4: Protección de cauces.
- Control 5: Protección de riberas.
- Control 6: Protección de la fauna.
- Control 7: Protección de la vegetación.
- Control 8: Protección del paisaje.
- Control 9: Protección del patrimonio arqueológico.
- Control 10: Protección contra el ruido.

## **2.6 Procedimiento operativo**

Identificados los aspectos que serán objeto de control ambiental, para cada uno de ellos se desarrollará un procedimiento de trabajo basado, cuando proceda, en los siguientes puntos:

- Objetivos de la vigilancia.
- Fase del proyecto en que se llevará a cabo la vigilancia.
- Duración de la vigilancia.
- Frecuencia de las medidas a realizar para la vigilancia.
- Indicadores de medición.
- Valores de contraste de los indicadores de medición.
- Observaciones. Contingencias.

## **2.7 Controles generales**

### **2.7.1 Control 1: condicionado ambiental de la DIA**

**Objetivo:** verificación del cumplimiento del condicionado ambiental de la DIA.

**Fase, momento, duración:** planificación, previa a la fase de construcción.

**Descripción del control:** comprobación de que el proyecto constructivo contempla todas las medidas ambientales impuestas en la DIA con el nivel de definición correspondiente a proyecto constructivo y, por lo tanto, con sus presupuestos:

- **Indicador de realización:** número de medidas contempladas en la DIA y especificadas y desarrolladas en el proyecto constructivo correctamente.
- **Valor de contraste:** el cumplimiento será del 100 %.

**Observaciones. Contingencias:** la verificación del cumplimiento corresponde en primera instancia al órgano con competencia sustantiva de la administración. En tal caso, la Dirección Ambiental verificará el cumplimiento de esta medida y se anotarán todas las incidencias en el Diario Ambiental que formarán parte del correspondiente informe para conocimiento del promotor, de la Dirección de Obra, del órgano con competencia sustantiva y del órgano con competencia medioambiental.



### **2.7.2 Control 2: medidas ambientales previas**

**Objetivo:** verificación del cumplimiento de las medidas previas propuestas: Manual de buenas prácticas ambientales, Curso de información y concienciación ambiental y Programa de relaciones con los municipios afectados.

**Fase, momento, duración:** planificación y de aplicación en todas las fases del proyecto.

**Descripción del control:** comprobación de la ejecución de las medidas:

- **Indicador de realización:**
  - Aplicación del Manual de buenas prácticas ambientales.
  - Aportaciones, sugerencias y mejoras introducidas por el desarrollo y aplicación de las medidas.
- **Valor de contraste:** el grado de cumplimiento de las medidas será del 100 %, examinándose el nivel de satisfacción alcanzado con las medidas.

**Observaciones. Contingencias:** se anotarán en el Diario Ambiental todas las sugerencias recibidas y la manera en que fueron atendidas y tenidas en consideración.

### **2.7.3 Control 3: medidas de diseño**

**Objetivo 1:** verificación y cumplimiento de las medidas de protección general de los valores del entorno.

**Fase, momento, duración:** planificación y fase de construcción, durante toda la fase de obras e instalaciones.

**Descripción del control:** comprobación en el proyecto constructivo de la definición y cartografía de las Zonas Excluidas, Restringidas y Admisibles, de las actividades y usos a desarrollar en las mismas y de su aplicación en la fase de construcción:

- **Indicador de realización:** plano a escala de proyecto constructivo de las ubicaciones y ocupaciones de suelo, tanto de carácter permanente como temporal, de todas las actividades a desarrollar en la fase de construcción: casetas de obras y oficinas, parque de maquinaria, zonas de acopio de materiales, caminos y accesos, plataformas, subestación de transformación, aerogeneradores, etc.
- **Indicador de comprobación:** verificación de la adecuada ocupación de suelo en función del tipo de ocupación y de las zonas definidas como Excluidas, Restringidas y Admisibles.



- **Frecuencia:** control diario.
- **Valor de contraste:** cumplimiento del 100 %.

**Observaciones. Contingencias:** en caso de incumplimiento, se anotará en el Diario Ambiental y se comunicará a la Dirección de Obra para que se tomen las medidas oportunas para su corrección. Se realizará valoración de las posibles afecciones ocasionadas para que la Dirección de Obra proceda a reparar los posibles daños. Se incluirá en el informe correspondiente para conocimiento del órgano sustantivo y ambiental.

**Objetivo 2:** verificación y cumplimiento del plan de gestión de los residuos.

**Fase, momento, duración:** planificación y durante todas las fases de desarrollo del proyecto.

**Descripción del control:** comprobación de que el proyecto constructivo haya incorporado el plan de gestión de los residuos y de su cumplimiento en las fases de desarrollo del proyecto:

- **Indicador de realización:** existencia y efectividad del plan de gestión de los recursos.
- **Indicador de comprobación:**
  - Contrato con gestores autorizados para los residuos generados durante la fase de obras e instalaciones y durante la fase de explotación del parque eólico.
  - Vertedero de inertes: comprobación del vertedero y de su situación legal.
  - Organización para la recogida, separación y almacenamiento provisional de todos los residuos generados durante las obras.
  - Organización de los acopios y almacenamiento de materiales de obra y de cualquier otro tipo potencialmente contaminante para el suelo, agua o atmósfera.



**Objetivo 3:** verificación del cumplimiento y eficacia de los criterios generales de protección.

**Objetivo 3.1:** protección del aire.

**Fase, momento, duración:** construcción, diaria durante períodos secos.

**Descripción del control:** mantenimiento del aire libre de polvo.

- **Indicador de realización:** presencia de equipos y medios para la humectación del suelo, equipos de limpieza de camiones.
- **Indicador:** presencia evidente de polvo.
- **Valor umbral:** presencia ostensible de polvo por simple observación visual según criterio del Director Ambiental.

**Observaciones. Contingencias:** el contratista informará a la Dirección Ambiental de las zonas en las que se producen movimientos de tierra, así como las fechas y momentos en que se ha humectado la superficie.

**Objetivo 3.2:** protección contra el ruido.

**Fase, momento, duración:** construcción, durante todo el periodo de obras e instalaciones. Se aplicará el control antes del inicio de las obras y en cualquier momento durante las mismas.

**Descripción del control:** verificación del cumplimiento y eficacia de las medidas para la protección contra ruidos.

- **Indicadores:**
  - Comprobación de que los vehículos de obra cuentan con los certificados acreditativos de las correspondientes inspecciones técnicas.
  - Comprobación de que las máquinas que operan al aire libre cumplen con los valores límites de potencia sonora establecidos por el R.D. 212/2002, así como cualquiera otra legislación de aplicación, comunitaria, estatal, de Cantabria o municipal.

**Observaciones. Contingencias:** se anotarán en el Diario Ambiental los resultados de los controles. En caso de incumplimientos, se notificará para su subsanación al Director de Obra y se incluirán en el informe correspondiente.





**Objetivo 3.3:** perturbaciones electromagnéticas.

**Fase, momento, duración:** se aplicará durante la fase de explotación del parque eólico en los municipios afectados por el mismo.

**Descripción del control:** evaluación del grado de perturbación en la recepción de señales de televisión y de telefonía celular.

- **Indicador de realización:** verificación de la realización de campañas de consultas en los municipios de Molledo, Campoo de Yuso y San Miguel de Aguayo.

**Observaciones. Contingencias:** se llevará a cabo el control cuando el parque se encuentre a pleno rendimiento. Según los resultados obtenidos y en caso necesario, se tomarán las medidas adecuadas, repitiéndose el control tantas veces como sea preciso hasta la comprobación de la eficacia de las mismas. Todas las incidencias de este control se anotarán en el Diario Ambiental para su traslado a los correspondientes informes.

**Objetivo 3.4:** protección del suelo: retirada, almacenamiento y reutilización de la tierra vegetal.

**Fase, momento, duración:** construcción, durante los movimientos de tierra y labores de restauración edafológica y cubierta vegetal.

**Descripción del control:**

- **Indicador de realización:** verificación, antes de la fase de obras, de que el proyecto constructivo contiene los cálculos de movimientos de tierra y de balance de la tierra vegetal y la programación para la retirada, almacenamiento y reutilización de la tierra vegetal.
- **Indicador de comprobación:** comprobación *in situ* del cumplimiento de las medidas programadas. El control será diario durante la fase de movimientos de tierra, quincenal durante la fase de almacenamiento de la tierra vegetal y diario en la fase de reposición edafológica y cubierta vegetal.
- **Valor de contraste:** aprovechamiento del 100 % de la tierra vegetal en todos los movimientos de tierra.

**Observaciones. Contingencias:** se anotarán en el Diario Ambiental las fechas de todas las operaciones relacionadas con la gestión de la tierra vegetal. En caso de incumplimiento se comunicará al Director de Obra para su subsanación y se trasladará al informe correspondiente.



**Objetivo 3.5:** protección de la hidrología, de los sistemas acuáticos y calidad de las aguas.

Durante la fase de construcción se realizará un control semanal de la presencia de materiales susceptibles de ser arrastrados a los cauces, y control de las medidas protectoras de cauces, riberas, humedales y afloramientos de agua.

**Fase, momento, duración:** fase de construcción, en todo el período de realización de obras.

**Descripción del control:**

- **Indicador de realización:** verificación del conjunto de medidas de protección de carácter general descritas en el punto 5.2.2.5.5 del presente Estudio de Impacto Ambiental.
- **Indicador de comprobación:** en todos los ecosistemas acuáticos: arroyos de las Nieves y de la Breña, se tomarán muestras de agua para el análisis de los siguientes parámetros:
  - Turbidez
  - Sólidos en suspensión
  - Sólidos totales
  - Aceites y grasas
  - pH
  - Concentración de oxígeno

La frecuencia de los análisis será trimestral durante toda la fase de obras e instalaciones del parque eólico, una vez que las obras hayan alcanzado el entorno potencialmente afectado. Se recomienda la toma de muestras previa para establecer valores de control. En caso de apreciarse riesgos significativos de contaminación del agua en los arroyos o acuíferos, se realizará control al menos quincenal del parámetro de calidad del agua con riesgo de incumplimiento.

**Observaciones. Contingencias:** se anotará en el Diario Ambiental el número de medidas realizadas, justificación de las no aplicadas y los incumplimientos o desvíos respecto de los umbrales en relación con las analíticas realizadas a las muestras de agua. En caso de desvíos superiores al 10 % se comunicará al Director de Obra, se analizarán y estudiarán las causas y se tomarán las medidas necesarias para la adecuada protección de la calidad de las aguas. Estas incidencias se recogerán en el informe correspondiente.



**Objetivo 3.6:** protección del medio biótico.

**Fase, momento, duración:** construcción y explotación del parque eólico.

**Descripción del control:** minimización de la ocupación de espacios naturales de valor ecológico.

- **Indicador de realización:** verificación del conjunto de medidas de protección de carácter general descritas en el punto 5.2.2.5.6 del presente Estudio de Impacto Ambiental.
- **Indicador de comprobación:**
  - Verificación del adecuado balizamiento de las Zonas Excluidas y Zonas Restringidas para la protección de los hábitats incluidos en la Directiva 92/43/CEE.

Se controlará el correcto balizamiento al inicio de las obras y se realizará un seguimiento quincenal durante todo el tiempo que duren las obras e instalaciones del parque eólico.

- Comprobación de que el proyecto constructivo no contempla vallado de las instalaciones del parque eólico y de que no se realizan obras en este sentido.

**Observaciones. Contingencias:** se anotará en el Diario Ambiental el número de medidas realizadas y la justificación de las no aplicadas. En caso de ser necesario se repondrán o repararán los balizamientos de manera que cumplan siempre con su finalidad, evitando la ocupación de estos espacios por error. Todas las incidencias en relación con la aplicación de estas medidas se anotarán en el Diario Ambiental y se recogerán en el informe correspondiente.

**Objetivo 3.7:** protección de los Montes de utilidad pública.

**Fase, momento, duración:** construcción, durante toda la fase de obras e instalaciones del parque eólico.

**Descripción del control:**

- **Indicador de realización:** antes de la realización de las obras, se procederá a la verificación del cumplimiento de la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y de las medidas contempladas en el punto 5.2.2.5.7 del presente Estudio de Impacto Ambiental.



- **Indicador de comprobación:** grado de cumplimiento de las medidas, en cuanto a minimización de la afección a superficies de Dominio Público Forestal y a la utilización de caminos preexistentes.

**Observaciones. Contingencias:** se anotará en el Diario Ambiental el número de medidas realizadas y la justificación de las no aplicadas. Todas las incidencias en relación con la aplicación de estas medidas se anotarán en el Diario Ambiental y se recogerán en el informe correspondiente.

**Objetivo 3.8:** protección de la *Campanula latifolia*.

**Fase, momento, duración:** construcción.

**Descripción del control:**

- **Indicador de realización:** antes de la realización de las obras, y en periodo de floración, se realizará una prospección del área de afección e influencia de la LAT en su zona de conexión a la SET Hoyo de los Vallados, Alto de la Horca, para verificar la ausencia de ejemplares de esta especie.
- **Indicador de comprobación:** comprobación directa mediante la prospección del terreno.

**Observaciones. Contingencias:** se anotará en el Diario Ambiental el número de prospecciones y su alcance. En caso de encontrarse ejemplares de esta especie en zonas susceptibles de ser afectadas por los apoyos de línea de evacuación se tomarán medidas para evitar tal impacto, como reubicar los apoyos, y se notificará al órgano sustantivo.

**Objetivo 3.9:** reposición de servicios.

**Fase, momento, duración:** construcción, durante toda la fase de obras e instalaciones del parque eólico.

**Descripción del control:**

- **Indicador de realización:** comprobación antes del inicio de las obras de que el proyecto constructivo contempla la adecuada reposición de servicios.
- **Indicador de comprobación:** antes de la finalización de las obras se verificará *in situ* la total reposición de los servicios afectados durante las obras e instalaciones del parque eólico.



- **Valor de contraste:** cumplimiento al 100 % de los servicios afectados.

**Observaciones. Contingencias:** se anotará en el Diario Ambiental el número de medidas realizadas y la justificación de las no aplicadas. Todas las incidencias en relación con la aplicación de estas medidas se anotarán en el Diario Ambiental y se recogerán en el informe correspondiente.

## **2.8 Controles específicos**

### **2.8.1 Control 4: protección de cauces**

**Objetivo:** evitar vertidos a cauces procedentes de las obras a realizar en sus proximidades.

En toda la fase de explotación, controles del estado y funcionamiento de las redes de drenaje (cunetas, pasos, salvacunetas, obras de drenaje longitudinal, etc.), verificando su adecuación al mantenimiento o mejora del estado de conservación de las charcas identificadas en el entorno y en los arroyos afectados por las obras.

**Fase, momento, duración:** construcción, durante las obras de cruce a los arroyos de la Breña y de las Nieves.

#### **Descripción del control:**

- **Indicador de realización:** comprobación de la ejecución de las medidas de protección de los cauces:
- **Indicador de comprobación:** en los arroyos de las Nieves y de la Breña se vigilará la posible presencia de materiales flotantes, desprendimientos o procesos erosivos cercanos al cauce así como la apropiada distancia de posibles acopios que pudieran constituir un riesgo por impacto accidental sobre los mismos.
- **Valor de contraste:** Presencia de los elementos descritos.

**Observaciones. Contingencias:** se anotará en el Diario Ambiental los metros lineales de barreras de protección de cauces, así como su localización. Se registrarán los incumplimientos o desvíos respecto de los umbrales. En caso de desvíos superiores al 10 % se comunicará al Director de Obra, se analizarán y estudiarán las causas y se tomarán las medidas necesarias para la adecuada protección de la calidad de las aguas. Estas incidencias se recogerán en el informe correspondiente.

En caso de producirse vertidos accidentales, se comunicará a la Dirección de Obra, al promotor y al órgano sustantivo, y se procederá a la evaluación y reparación de daños.



### **2.8.2 Control 5: protección de turberas**

**Objetivo:** evitar daños por ocupación o vertidos a los humedales higroturbosos.

**Fase, momento, duración:** en fase previa y en fase de construcción durante todo el período de obras e instalaciones del parque eólico.

**Descripción del control:**

- **Indicador de realización:**
  - Comprobación de que el proyecto en su redacción definitiva y de que el proyecto constructivo ha incorporado las medidas ambientales descritas en el punto 5.2.3.2.
  - Con anterioridad a la realización de las obras, comprobación del balizamiento de los humedales higroturbosos, con perímetro de protección de 5 metros.
  - Comprobación de que el proyecto en su redacción definitiva, así como el proyecto constructivo, cuentan con los estudios, cálculos y diseño que demuestren que la vía de acceso al parque y los caminos interiores del mismo no afectarán a la hidrología, de manera que no se producirán alteraciones de los procesos dinámicos de alimentación y drenaje naturales de los ecosistemas acuáticos y humedales higroturbosos.
- **Indicador de comprobación:**
  - Perímetro de protección:
    - Revisión del estado de balizamiento. Se realizará un control antes del inicio de las obras que en cada caso pudieran afectar a un humedal y posteriormente se llevarán a cabo controles semanales.
    - Valor umbral: cumplimiento al 100 % de los balizamientos.
  - Calidad de los humedales: Se vigilará la presencia de polvo, materiales procedentes de las obras, rodadas o cualquier otro elemento de alteración. Se realizará un registro fotográfico que posibilite la visualización de la evolución de los sistemas turbosos una vez las obras alcancen su área de influencia.

**Observaciones. Contingencias:** se anotarán en el Diario Ambiental los humedales protegidos. Se registrarán los incumplimientos o desvíos respecto de los umbrales. En





caso de desvíos superiores al 10 % se comunicará al Director de Obra, se analizarán y estudiarán las causas y se tomarán las medidas necesarias para la adecuada protección de la calidad de las aguas. Estas incidencias se recogerán en el informe correspondiente.

Los desperfectos que pueda sufrir el balizamiento serán reparados. En caso de producirse vertidos accidentales, se comunicará a la Dirección de Obra, al promotor y al órgano sustantivo, y se procederá a la evaluación y reparación de daños.

### **2.8.3 Control 6: suelo**

**Objetivo 1:** control de la estabilidad de los terrenos. Seguimiento de los riesgos de deslizamiento de terreno durante la fase de construcción y durante toda la fase de explotación del parque. Si fuese detectado algún tipo de movimiento del terreno, se estudiarán las causas y se definirán y ejecutarán las medidas oportunas.

**Fase, momento, duración:** construcción y explotación.

**Descripción del control:** comprobación directa mediante la prospección del terreno.

- **Indicador de realización:** comprobación directa mediante la prospección del terreno.
- **Indicador de comprobación:** presencia de grietas o rasgos que pudieran ser indicios de algún tipo de movimiento: desprendimientos por presencia de bloques rocosos en el entorno de las torres de alta tensión o que hayan impactado sobre ellas, presencia de grietas de deslizamiento rotacional, presencia de lóbulos de deslizamiento o flujo, presencia de árboles o postes torcidos, o cualquier otro rasgo que pudiera determinar el equipo técnico de seguimiento.

Control de los taludes excavados en desmontes, presencia de rasgos erosivos como regueros o acarcavamientos, etc.

- **Frecuencia del control:** un control anual.

**Observaciones. Contingencias:** se anotarán en el Diario Ambiental los resultados de los controles. Si fuese detectado algún tipo de movimiento del terreno, se estudiarán las causas y se definirán las medidas a tomar. Se comunicará al titular del parque eólico y al órgano con competencia sustantiva para que se proceda a ejecutar las medidas.



**Objetivo 2:** Seguimiento de la aparición de fenómenos de erosión en suelos removidos por las obras. Seguimiento de la efectividad de la restauración geomorfológica y vegetal realizada de todas las superficies de ocupación temporal. En función de los resultados del seguimiento se implementarán medidas adicionales de corrección del impacto, entre ellas revegetación de las zonas en la que ésta no haya tenido éxito

**Fase, momento, duración:** construcción y explotación.

**Descripción del control:** comprobación directa mediante la prospección del terreno.

- **Indicador de realización:** comprobación directa mediante la prospección del terreno.
- **Indicador de comprobación:** presencia de fenómenos erosivos y sedimentarios. Adecuación y durabilidad de las restauraciones geomorfológicas y vegetales. Control de los taludes excavados en desmontes, presencia de rasgos erosivos como regueros o acarcavamientos, etc. Especial atención tras eventos lluviosos.
- **Frecuencia del control:** En fase de construcción controles semanales. En fase de funcionamiento un control anual.

**Observaciones. Contingencias:** se anotarán en el Diario Ambiental los resultados de los controles. Si fuese detectado algún tipo de movimiento del terreno, se estudiarán las causas y se definirán las medidas a tomar. Se comunicará al titular del parque eólico y al órgano con competencia sustantiva para que se proceda a ejecutar las medidas.

#### **2.8.4 Control 7: protección de la fauna**

**Objetivo:** protección de vertebrados voladores.

**Fase, momento, duración:** previa y fase de explotación.

**Descripción del control:** verificación de que el proyecto constructivo ha incorporado las medidas ambientales propuestas en el punto 5.2.3.4.

- **Indicador de realización:** comprobación de la implementación de un programa de vigilancia sistemático sobre la mortalidad de vertebrados voladores.
- **Indicador de comprobación:** control de vertebrados voladores. Se realizará una vigilancia ambiental atendiendo a los siguientes objetivos y criterios:

- a) Estudio de mortalidad:



Durante toda la vida útil del parque se realizará un seguimiento de la mortalidad de aves y quirópteros como consecuencia de la colisión con los aerogeneradores, de la colisión o electrocución con la línea de evacuación, o electrocución en la subestación del parque. En base a los resultados del seguimiento, se adoptarán medidas mitigadoras complementarias y se definirán las compensaciones por mortalidad por choque o electrocución. Conforme a las metodologías de estimación de la mortalidad real existentes (“Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos” (versión 3.0) de SEO/BirdLife; “Directrices básicas para el estudio del impacto de instalaciones eólicas sobre poblaciones de murciélagos en España” de SECEMU, y “Metodología y protocolos para la recogida y análisis de datos de siniestralidad de aves por colisión en líneas de transporte de electricidad” de Red Eléctrica de España), se establece una periodicidad de 15 días para la búsqueda de restos de aves y quirópteros muertos con el apoyo de perros entrenados, excepto en las épocas de reproducción y migración, que será de 7 días.

Se basará en la prospección sistemática de animales accidentados para obtener las tasas de mortalidad (que serán propias de cada aerogenerador). Estas prospecciones se deben realizar de manera periódica y normalizada (para obtener valores comparables) a lo largo de todo el año. Su objetivo es detectar mortalidades anormales, es decir, fuera de episodios debidos al azar y que puedan poner en peligro las poblaciones locales de alguna especie o afecten a grupos/especies amenazadas. A partir de su detección y análisis, pueden proponerse las medidas correctoras oportunas en función de las especies afectadas, actividad, fenología, etc.

Por otra parte, estas tasas de mortalidad tienen un error en función de la distinta detectabilidad y perdurabilidad de los cadáveres, por lo que es necesario obtener factores de corrección mediante estudios específicos.

La detectabilidad es la capacidad de detección del observador y varía en función de la cobertura vegetal, orografía, tamaño y librea del animal, etc. Mejora sensiblemente con el uso de perros adiestrados.

La perdurabilidad se refiere a la tasa de desaparición de los cadáveres por la acción de los carroñeros y muestra diferencias de unos lugares a otros por la densidad y composición de la comunidad de carnívoros, la accesibilidad, estacionalidad, etc.

Se realizará una identificación y análisis de cada muerte, y en función del grado de protección de las especies afectadas, se activará el “Protocolo de actuación frente a aerogeneradores conflictivos” incluido como Anexo I, con inmediata notificación al órgano sustantivo y al órgano competente en biodiversidad de la Administración regional. Si las muertes por colisión detectadas desencadenan la parada cautelar del aerogenerador conflictivo, solo podrá volverse a poner en funcionamiento con



autorización expresa del órgano sustantivo que incluya las medidas preventivas adicionales que le notifique el órgano competente en biodiversidad, previo análisis de las causas de las colisiones y propuesta de nuevas medidas mitigadoras por parte del promotor.

b) Seguimiento de especies sensibles:

- Seguimiento de las poblaciones locales de milano real, buitre leonado, águila real, alimoche y aguilucho pálido. En el Anexo II se incluye la propuesta de metodología para el seguimiento de estas especies según lo dispuesto en la DIA. Este seguimiento tendrá carácter anual durante toda la fase de explotación e incluirá tanto la recogida de datos de observaciones en las zonas de los aerogeneradores y de la línea de evacuación, como en el entorno delimitado por la envolvente de 5 km de todos los elementos que componen el parque eólico. Los resultados de los seguimientos específicos deben orientar el desarrollo de las medidas de mitigación indicadas anteriormente.

- Se realizará un seguimiento de la población de quirópteros del refugio de la Cueva de La Pará y de la Cueva de Monegro. Una alteración importante en el tamaño de las poblaciones de murciélagos en el refugio de la Cueva de La Pará se considerará cuando ésta exceda del 30 % en el primer año de funcionamiento de los aerogeneradores respecto a los valores medios registrados en los trabajos realizados antes de su instalación o se detecten disminuciones progresivas superiores al 15 % anual en años sucesivos durante el período de control establecido. Estos valores están recomendados por las "Directrices básicas para el estudio del impacto de instalaciones eólicas sobre poblaciones de murciélagos en España" de SECEMU. La mortalidad de murciélagos se considerará en principio significativa en una turbina cuando la estima de mortalidad exceda de 10 murciélagos muertos por año o cuando para el conjunto del parque se supere una mortalidad anual estimada de 40 murciélagos. En caso de alcanzar dichos valores, se comunicará al órgano ambiental para su evaluación y toma de decisión sobre el funcionamiento de los aerogeneradores conflictivos o el conjunto de ellos.

c) Vigilancia ambiental de la pérdida o degradación de los hábitats:

Durante la fase de explotación, se realizarán estudios de densidades de aves (IKA), con el fin de valorar el impacto del parque por transformación del medio, utilizando la comunidad de aves como bioindicador. Se trata de una metodología BACI (Before, After, Control, Impact), que se basa en considerar diseños experimentales donde se efectúan muestreos antes y después del impacto, y además se establece un área de control donde el impacto no afecta y que se estudia con el mismo rigor e intensidad que el área afectada.



d) Medidas de contingencia:

Aplicables si el Plan de Vigilancia Ambiental detecta mortalidades anormales de aves y murciélagos, es decir, fuera de episodios debidos al azar y que puedan poner en peligro las poblaciones locales de alguna especie o afecten a grupos/especies amenazadas. En función de los grupos/especies afectados, se deciden las medidas correctoras, que consisten fundamentalmente en sistemas de paradas selectivas y son diferentes para aves y murciélagos.

d-1. Riesgo de colisión para quirópteros.

El impacto por riesgo de colisión está relacionado con la actividad de la infraestructura. Si el aerogenerador está parado, desaparece el riesgo de colisión. Los quirópteros no presentan un patrón de actividad constante a lo largo del tiempo sino que presentan ciclos de actividad diaria y estacional muy condicionada por las condiciones meteorológicas.

De forma general:

- Periodo de actividad estacional:

MARZO – NOVIEMBRE

- Periodo de actividad diaria:

1 HORA ANTES DE LA PUESTA DEL SOL – 1 HORA DESPUÉS DEL AMANECER

- Condicionantes ambientales de la actividad:

- Temperatura: La actividad de los quirópteros decrece en gran medida cuando la temperatura baja de los 10°C
- Velocidad del viento: La actividad decrece con velocidades de viento superiores a 6 m/s

Medida correctora: parada selectiva.

Los estudios sobre la presencia de quirópteros arrojan resultados de bajo uso de este territorio por parte de este grupo de mamíferos. En el caso de que durante las labores de seguimiento ambiental se detectara una mortalidad anormal se deberá estudiar la posibilidad de realizar paradas selectivas en los aerogeneradores con potencial riesgo.

En tal caso, se recomienda que el aerogenerador permanezca parado durante los periodos de máxima actividad de los quirópteros en la zona. Se observa una



relación directa entre la velocidad del viento y la actividad de los quirópteros, por lo que podría ser suficiente aumentar la velocidad de arranque del aerogenerador. Se ha observado que esta medida puede reducir los episodios de mortalidad hasta en un 70%. En función de los resultados obtenidos durante el seguimiento ambiental se valorará la aplicación de medidas de parada selectiva, siempre restringido a los periodos de máxima actividad del grupo y a condicionantes meteorológicos que supongan un riesgo para este grupo de mamíferos:

- Velocidad de arranque del rotor: debe arrancar con velocidades de viento superiores a 6 m/s y con las siguientes condiciones:
  - durante el periodo julio – octubre.
  - desde una hora antes de la puesta del sol a una hora después de la salida del sol.
  - para temperaturas superiores a 15 °C.

d-2. Riesgo de colisión para Aves.

El impacto por riesgo de colisión está relacionado con la actividad de la infraestructura. Si el aerogenerador está parado desaparece el riesgo de colisión. En el ámbito de estudio se deben tener en cuenta aves planeadoras residentes, estivales y migratorias; asimismo, también pueden presentarse otras especies con migración diurna y nocturna. Por tanto, hay una amplia variedad de situaciones que deben valorarse de manera particular.

Medida correctora: parada selectiva.

En el caso de detectarse una mortalidad anómala o un episodio de alto riesgo, como la presencia de algún cadáver de ganado entre los aerogeneradores en funcionamiento que pudiera atraer la presencia de carroñeras como el alimoche, se valorará la posibilidad de realizar una parada selectiva de aquellos aerogeneradores en los que se está produciendo una situación de riesgo. Se tendrá especial atención a los periodos donde se hayan detectado problemas: durante la dispersión postnupcial, pasos migratorios, cortejo nupcial, etc.

**Observaciones. Contingencias:** se anotarán en el Diario Ambiental todas las incidencias relacionadas con el control y seguimiento de la fauna voladora, manteniéndose informado al titular del parque eólico. Todos los resultados del seguimiento y las medidas de contingencia y todas aquellas que se consideren





adecuadas tomar de forma complementarias para la minimización del impacto se incorporarán al correspondiente informe y se procederá a su comunicación al órgano con competencia sustantiva y al órgano con competencia ambiental para su revisión, revisión, conformidad y en su caso autorización para la ejecución de las mismas.

Los ejemplares de fauna siniestrados, muertos o heridos, localizados en los trabajos de seguimiento, serán trasladados al Centro de Recuperación de Fauna del Gobierno de Cantabria.

En los informes anuales de seguimiento se incluirán, al menos, los siguientes datos: a) Muertes por colisión con aerogeneradores y por colisión o electrocución con tendidos eléctricos: cadáveres localizados, por especies, categorías de protección, localización (UTM) e identificación del aerogenerador / apoyo / vano responsable y fechas. Mortalidad total estimada por tipo de causa y especie. Metodología seguida: fechas, técnicas de prospección, superficie y tiempo de búsqueda, periodicidad entre jornadas, aerogeneradores / apoyos, vanos revisados. Descripción detallada de la metodología y técnicas de seguimiento. b) Efectividad de los dispositivos de detección automática de aproximación aves o quirópteros y adopción automática de medidas para prevención de muertes por colisión. c) En su caso, la aplicación del Protocolo de actuación frente a aerogeneradores conflictivos (anexo I). d) La ejecución de las medidas de restauración y compensación dirigidas a hábitats, fauna, paisaje y población.

### **2.8.5 Control 8: protección de la vegetación**

**Objetivo:** Seguimiento y control de especies exóticas invasoras en todas las zonas que se hayan visto desprovistas de vegetación.

**Fase, momento, duración:** construcción y funcionamiento.

**Descripción del control:** Si se detectase la aparición de alguna de estas especies, proceder a su eliminación siguiendo los protocolos establecidos por el órgano competente en biodiversidad de la Administración regional, previa comunicación al mismo.

- **Indicador de realización:** comprobación directa mediante prospección rutinaria del terreno.
- **Indicador de comprobación:** comprobación directa mediante prospección rutinaria del terreno. En su caso cuantificación de la superficie afectada.

**Observaciones. Contingencias:** se anotará en el Diario Ambiental el grado de cumplimiento de las medidas propuestas y todas las incidencias relacionadas con este control, que se incorporarán al correspondiente informe para conocimiento del promotor y de la autoridad con competencia sustantiva.



El análisis del estado inicial, el seguimiento anual en fase de explotación y el análisis tras el cese, se realizarán en periodo vegetativo, utilizando los indicadores más apropiados de composición, estructura y función previstos en el documento de “Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de Hábitat de Interés Comunitario en España” del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

En caso de detectarse deterioros locales en el estado de conservación de los hábitats de interés comunitario y de otras formaciones vegetales, se comunicará al órgano competente en biodiversidad de la Administración regional que podrá determinar las medidas mitigadoras adicionales y compensatorias complementarias que habrá de aplicar el promotor.

En los informes anuales de seguimiento se incluirá la cartografía, caracterización y variaciones del estado de conservación de los hábitats de interés comunitario presentes en el entorno del proyecto.

#### **2.8.6 Control 9: protección del paisaje**

**Objetivo:** integración de las obras en el paisaje, minimización del impacto visual.

**Fase, momento, duración:** planificación, construcción, explotación.

**Descripción del control:** comprobación de que el proyecto constructivo ha recogido todas las medidas ambientales del punto 5.2.3.6 trasladadas a la DIA:

- **Indicador de realización:** número de medidas contempladas y desarrolladas en el proyecto constructivo.
- **Indicador de comprobación:** en relación con la revegetación de terraplenes, desmontes y ocupación temporal de suelo:

Superficie tratada en relación con la prevista en el proyecto de revegetación.

**Frecuencia:** controles de la revegetación al finalizar la fase de ejecución del proyecto conforme a los criterios expuestos en el punto 5.2.3.6. Una vez finalizadas las obras de revegetación se realizará bimensualmente como mínimo y durante los dos años siguientes a la realización de las siembras los controles siguientes: tasa de germinación (durante los primeros 6 meses), grado de cubierta y aparición de especies no sembradas y control de invasoras.

**Valor umbral:** 5 % de superficie no ejecutada frente a la prevista sin que exista justificación aceptada por el Director Ambiental.

**Observaciones. Contingencias:** se realizará una ficha en el Diario Ambiental en el que se anotarán como mínimo la fecha de siembras, la composición de la mezcla de



semillas, las técnicas utilizadas, las condiciones ambientales durante la siembra y las dosis de abono empeladas. Los controles posteriores a las siembras se anotarán en el seguimiento que se realice en fase de funcionamiento o explotación del parque eólico.

Se registrarán en cada caso todas las incidencias producidas en la aplicación de este control, tanto las derivadas del indicador de realización como del indicador de comprobación, que formarán parte de los correspondientes informes para conocimiento del promotor del parque eólico, de la autoridad sustantiva y de la ambiental.

### **2.8.7 Control 10: protección del patrimonio arqueológico**

**Objetivo:** protección del patrimonio arqueológico. (Plan de vigilancia arqueológico Anexo III)

**Fase, momento, duración:** planificación, construcción.

**Descripción del control:** comprobación de que el proyecto constructivo ha recogido todas las medidas ambientales del punto 5.2.3.7.1 trasladadas a la DIA:

- **Indicador de realización:** en fase de planificación, previa a la de construcción:
  - Comprobación del balizamiento de las estructuras documentadas
  - Comprobación de que con anterioridad a la realización de los movimientos de tierra se cuente con cartografía de detalle, a nivel de proyecto constructivo, de todas las estructuras documentadas.
  - Comprobación con anterioridad a la realización de los movimientos de tierra de la contratación de personal cualificado a pie de obra (debidamente autorizado por la Consejería de Educación, Cultura y Deporte).
- **Indicador de comprobación:**
  - Número de prospecciones realizadas.
  - Número de intervenciones realizadas en relación con posibles materiales arqueológicos encontrados a pie de obra durante los movimientos de tierra.
- **Frecuencia:** permanencia del arqueólogo a pie de obra durante toda la fase de movimiento de tierras en las zonas con riesgo de impacto, como recoge el informe de impacto arqueológico.



- **Valor umbral:** Incumplimiento de las previsiones establecidas en el punto 5.2.3.7.1.

**Observaciones y contingencias:** se realizará una ficha en el Diario Ambiental en el que se anotará la fecha de la realización del estudio de excavación previo a la realización de las obras y conclusiones obtenidas, fecha de contratación del arqueólogo a pie de obra y fecha de comienzo de las obras.

Se anotarán en el Diario Ambiental todas las intervenciones que realice el arqueólogo a pie de obra y todas las incidencias relacionadas con este control, que formarán parte de los correspondientes informes para conocimiento del promotor del parque eólico, de la autoridad sustantiva, de la ambiental y, en su caso, de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte.

Se realizará el seguimiento y control arqueológico de todos los elementos patrimoniales referidos en la DIA, además de los que pudieran localizarse en las tareas de seguimiento previstas.

En el caso de aparición de restos de interés arqueológico, se dará comunicación al órgano competente en patrimonio cultural de la Administración regional y se ordenará la paralización inmediata de las actuaciones hasta que el citado órgano ordene las medidas que considere oportunas y a las que deberá ajustarse el promotor.

Se adoptarán medidas de recuperación paisajística en el entorno de los elementos del patrimonio cultural más próximos al proyecto.

### **2.8.8 Control 11: protección contra el ruido**

**Objetivo:** protección de las condiciones de sosiego público.

Durante las fases de obras y funcionamiento, se realizará el seguimiento de los niveles de ruido en los receptores potenciales, incluso con mediciones sobre el terreno en caso necesario. En el supuesto de detectarse niveles que superen los valores establecidos en la normativa de ruido, se establecerán medidas adicionales, entre ellas la limitación de velocidad de aerogeneradores, e incluso la parada, con objeto de garantizar el cumplimiento de la legislación vigente, sin perjuicio de su notificación al órgano sustantivo.

**Fase:** Construcción y funcionamiento.

**Momento, duración:** durante la fase de construcción se ejecutará un control en los primeros 6 meses de actuación.

En fase de funcionamiento se llevarán a cabo controles anuales en los primeros años de funcionamiento.



**Descripción del control:** comprobación de que el proyecto constructivo ha recogido todas las medidas ambientales del punto 5.2.3.7.2 trasladadas a la DIA:

- **Indicador de comprobación:**
  - Se determinarán los valores Leq diurnos y nocturnos en los núcleos de población más cercanos a las instalaciones de los aerogeneradores, tales como Monegro y Servillejas.
- **Valor umbral:** 55 dB(A) para el período diurno y 45 dB(A) para el nocturno.

**Observaciones. Contingencias:** los controles se realizarán en la parte más expuesta al ruido emitido, a 2 metros de las fachadas. Se realizará un control previo que se llevará a cabo cuando las obras estén totalmente finalizadas y antes del comienzo de la fase de funcionamiento del parque. En el primer año de funcionamiento del parque eólico se realizará un control. Cuando se compruebe que el ruido emitido por el parque no afecta o no determina incumplimiento, es decir, superación de los valores umbrales, se podrá solicitar al órgano con competencia sustantiva la supresión de este control.

Se anotarán en el Diario Ambiental todas las incidencias relacionadas con los controles acústicos y se incorporarán a los correspondientes informes para conocimiento del promotor del parque eólico, de la autoridad sustantiva y de la ambiental.

## **2.9 Informes**

Se redactarán los siguientes informes:

- Informe inicial
- Informes ordinarios (fase de construcción y fase de funcionamiento)
- Informe final del seguimiento ambiental de la fase de construcción
- Informe final del seguimiento ambiental de la fase de explotación
- Informes extraordinarios

### **Informe inicial**

Este informe recogerá todas las incidencias relacionadas con el seguimiento ambiental de las medidas propuestas en fase de planificación y previa a la ejecución de las obras. Contará al menos con lo siguiente:

- Manera en que se han trasladado al proyecto constructivo las medidas propuestas de mejora ambiental en el Estudio de Impacto Ambiental y la forma en que se ha plasmado el condicionamiento ambiental que figura en la Declaración de Impacto Ambiental.



- Mapa con delimitación de todas las áreas afectadas por las obras, tanto por ocupación definitiva por las infraestructuras como por las ocupaciones temporales: parque de maquinaria, casetas de obras, acopio de materiales, plantas de machaqueo, etc.
- Plano a escala de proyecto constructivo de las Zonas Excluidas, Zonas Restringidas y Zonas Admisibles.
- Plano con la ubicación de la totalidad de infraestructuras del parque eólico a escala de proyecto constructivo.
- Comprobación en campo de la ausencia de afecciones a las Zonas Excluidas.
- Manual de buenas prácticas ambientales.
- Programa de relaciones con los municipios afectados.
- Curso de información y concienciación ambiental.

#### **Informes ordinarios en la fase de construcción**

Se emitirán trimestralmente y reflejarán el desarrollo de los controles de carácter general y específicos para su ejecución y control en la fase de construcción del proyecto.

Se incluirán en estos informes, al menos, información sobre los siguientes controles:

- Protección general de los valores del entorno
- Protección de cauces
- Protección de turberas
- Protección frente a deslizamientos
- Protección de la fauna
- Protección de la vegetación
- Protección del paisaje
- Protección del patrimonio arqueológico
- Protección contra ruidos

Finalizada la fase de construcción se elaborará un documento de síntesis del seguimiento realizado en esta fase que contendrá, al menos, la siguiente documentación:

- Informe final del seguimiento ambiental en la fase de construcción
- Grado de cumplimiento de las medidas propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental y en la DIA, tomando como base los indicadores de realización y los indicadores de comprobación en cada caso.





- Medidas complementarias que se tuvieron que tomar para el cumplimiento de lo previsto en cuanto a la predicción de la valoración y clasificación de los impactos y cumplimiento, por tanto, de la previsión relativa a los impactos residuales.
- Impactos no previstos en el Estudio de Impacto Ambiental y manifestados durante las fases de construcción y de explotación del proyecto, su valoración y medidas para su mitigación.
- Informe del estado de recuperación ambiental de todos los terrenos afectados con carácter temporal por las obras.
- Empresas ambientales que fueron contratadas para la gestión de los residuos generados durante las obras.
- Informes que con carácter extraordinario se redactaron.
- Obras realizadas de ampliación, mantenimiento, o por cualquiera otra razón o motivo y medidas ambientales que en su caso se tomaron y practicaron.
- Información cartográfica, a escala de proyecto constructivo, de la situación definitivamente ocupada por todas las infraestructuras del parque eólico.

#### **Informes ordinarios en la fase de explotación**

Se emitirán semestralmente y reflejarán el desarrollo de los controles de carácter general y específicos para su ejecución y control en la fase de explotación del proyecto.

Se incluirán en estos informes al menos información sobre los siguientes controles:

- Protección general de los valores del entorno
- Protección de cauces
- Protección de turberas
- Protección frente a deslizamientos
- Protección de la fauna (mortalidad de aves y quirópteros)
- Protección de la vegetación
- Protección del paisaje
- Protección del patrimonio arqueológico
- Protección contra ruidos

#### **Informes extraordinarios**

Se redactarán estos informes cuando se produzcan incidencias que obliguen a una actuación inmediata, tanto en fase de construcción como en fase de funcionamiento, como por ejemplo: ocupación directa de humedales higroturbosos, vertidos accidentales, incidencias sobre el patrimonio arqueológico, mortandad de aves por encima de lo previsto, etc.



Con este carácter se redactarán también los informes que, relacionados con el seguimiento ambiental del parque eólico, sean solicitados motivadamente por el órgano con responsabilidad sustantiva.

## **2.10 Presupuesto**

El proyecto constructivo incorpora el condicionado ambiental de la DIA definiendo todas las medidas ambientales y actuaciones para el seguimiento y control ambiental. Con valor orientativo, el coste de los controles del Programa de Vigilancia Ambiental se muestra en el siguiente cuadro:

<b>CONTROLES</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>COSTE/MES</b>
MEDIDAS PREVIAS	6 MESES	5.600 €
FASE DE CONSTRUCCIÓN	12 MESES	11.000 €
FASE DE EXPLOTACIÓN	-	6.500 €

**Tab. 1** Coste orientativo de los controles del Programa de Vigilancia Ambiental.

Este presupuesto contempla:

- Técnico especialista responsable de las labores de seguimiento.
- Subcontratas externas. Para apoyar las labores del responsable de seguimiento ambiental está prevista la participación de especialistas acreditados externos que colaborarán en la vigilancia y cumplimiento de las medidas previstas en distintas áreas temáticas como el ruido, arqueología, biología, etc. Se intentará, en la medida de lo posible, que intervengan aquellos técnicos que han participado en la redacción del presente estudio, por su mayor conocimiento del proyecto. El coste estimado de estas subcontratas junto con el del responsable del seguimiento se ha mensualizado en las cantidades expuestas en la tabla anterior.
- Medios auxiliares (vehículos todoterreno, equipamiento, etc.).



### **3. PRESUPUESTO GLOBAL DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL**

Considerando lo expuesto en los apartados anteriores se obtiene el siguiente presupuesto global de medidas de mejora y realización del plan de vigilancia ambiental, desglosado por parque y fase:

<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTE TOTAL</b>	
	<b>Campo Ato</b>	<b>La Costana</b>
MEDIDAS PREVIAS	22.400 €	11.200 €
VIGILANCIA FASE DE CONSTRUCCIÓN	92.000 €	40.000 €
MEDIDAS DE MEJORA FASE CONSTR.	333.900 €	167.640 €
VIGILANCIA FASE DE EXPLOTACIÓN	53.000 €	25.000 €
<b>Totales</b>	<b>501.300 €</b>	<b>243.840 €</b>



**ANEXO I**

**PROTOCOLO DE ACTUACIÓN CON AEROGENERADORES  
CONFLICTIVOS**



# DOCUMENTO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL

## PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### PROTOCOLO DE ACTUACIÓN CON AEROGENERADORES CONFLICTIVOS

Este protocolo está elaborado en base al planteado el 8 de julio de 2019 por la entonces Subdirección General de Biodiversidad y Medio Natural del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico para la parada de aerogeneradores conflictivos de parques eólicos. En el caso de que el seguimiento determine que algún aerogenerador provoca muerte por colisión de aves o quirópteros incluidos en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE), el promotor actuará de acuerdo con el siguiente protocolo de actuación.

#### 1. Aerogeneradores que causan una colisión con una especie del LESRPE que además está catalogada «en peligro de extinción» o «vulnerable» en el catálogo nacional o autonómico de especies amenazadas:

1.1 Si no consta ninguna colisión del mismo aerogenerador con la misma especie amenazada en los cinco años anteriores: tan pronto como sea detectada la colisión, el promotor hará una parada cautelar del funcionamiento del aerogenerador y notificará el hecho al órgano sustantivo y al órgano autonómico competente en biodiversidad. A la mayor brevedad, el promotor procederá a analizar las causas, a revisar el riesgo de colisión y a proponer a ambos órganos un conjunto de medidas mitigadoras adicionales al diseño o funcionamiento del aerogenerador, y de medidas compensatorias por la pérdida causada a la población de la especie amenazada. El promotor solo podrá reiniciar el funcionamiento del aerogenerador tras haber realizado estas acciones, y en las condiciones y con las medidas adicionales que el órgano sustantivo, a propuesta del competente en biodiversidad, expresamente le comunique, nunca antes de tres meses. Asimismo, el promotor intensificará el seguimiento de la mortalidad causada por el aerogenerador y de la ejecución y eficacia de las medidas mitigadoras y compensatorias adicionales establecidas.

1.2 Si en los cinco años anteriores consta otra colisión del mismo aerogenerador con la misma especie amenazada: tan pronto como sea detectada la colisión, el promotor hará una parada cautelar del aerogenerador y notificará el hecho al órgano sustantivo y al autonómico competente en biodiversidad. El promotor realizará un estudio detallado de la población de la especie afectada en el entorno del aerogenerador (distancia mínimas a considerar según tabla 1) en un ciclo anual, incluidos sus pasos migratorios, revisará el análisis del riesgo de colisión, realizará una nueva evaluación de sus efectos sobre la especie (factor de extinción a escala local, efecto sumidero), y propondrá a los órganos sustantivo y competente en biodiversidad un conjunto de medidas preventivas adicionales que excluyan el riesgo de nuevos accidentes (tales como el cese del funcionamiento en pasos migratorios, en las épocas de presencia y en horarios de actividad de la especie u otras circunstancias de riesgo, o el desmantelamiento del aerogenerador) y de medidas compensatorias por el nuevo daño causado a la población de la especie amenazada. El promotor solo podrá reiniciar el funcionamiento del aerogenerador tras haber realizado estas acciones y en las condiciones que el órgano sustantivo, a propuesta del autonómico competente en biodiversidad, expresamente le comunique. Asimismo, el promotor intensificará el seguimiento de la mortalidad causada por el aerogenerador y de la realización y efectividad de las medidas mitigadoras y compensatorias adicionales establecidas.

1.3 Si en los cinco años anteriores constan dos o más colisiones del mismo aerogenerador con la misma especie amenazada: tan pronto como sea detectada la colisión, el promotor notificará dicha circunstancia al órgano sustantivo y al autonómico competente en biodiversidad, les propondrá las medidas compensatorias por el nuevo daño causado a la población de la especie amenazada, y dispondrá la parada definitiva del funcionamiento del aerogenerador, que deberá ser desmantelado por el promotor a la mayor brevedad, salvo que el órgano sustantivo, a propuesta del competente en biodiversidad, excepcional y expresamente autorice la continuidad de su funcionamiento en unas nuevas condiciones en que no resulten posibles nuevos accidentes.

#### 2. Aerogeneradores que causan colisiones con especies del LESRPE no amenazadas:

2.1 Anualmente, para los aerogeneradores que el seguimiento revele que han causado muerte por colisión a ejemplares de especies del LESRPE no catalogadas amenazadas, el promotor analizará en cada caso las causas, revisará el riesgo de colisión de cada aerogenerador, y propondrá al órgano sustantivo y al competente en biodiversidad medidas mitigadoras adicionales a sus respectivos diseño y funcionamiento, y medidas compensatorias por las pérdidas causadas a las poblaciones de las especies protegidas afectadas. El funcionamiento de los aerogeneradores implicados seguirá en lo sucesivo las nuevas condiciones que en su caso determine el órgano sustantivo, a propuesta del autonómico competente en biodiversidad. Asimismo, el promotor intensificará el seguimiento de la mortalidad de cada uno de estos aerogeneradores, y de la realización y efectividad de las medidas mitigadoras y compensatorias adicionales establecidas.

2.2 En caso de que un año un aerogenerador supere alguno de los umbrales de mortalidad estimada (individuos de especies incluidas en el LESRPE no amenazadas) indicados en la Tabla 2, se le considerará peligroso. El promotor suspenderá cautelarmente su funcionamiento y comunicará esta circunstancia y el resultado del análisis de mortalidad anual al órgano sustantivo y al autonómico competente en biodiversidad. A partir de este momento, manteniendo parado el aerogenerador peligroso, el promotor realizará un estudio detallado en ciclo anual, incluidos los pasos migratorios, de las poblaciones de las especies protegidas existentes en su entorno dentro de las distancias indicadas en la tabla 1, revisará el análisis del riesgo de colisión de dicho aerogenerador, realizará una nueva evaluación de sus efectos sobre las referidas especies protegidas (factor de extinción de poblaciones a escala local, efecto sumidero) y propondrá al órgano sustantivo y al competente en biodiversidad un conjunto de medidas mitigadoras adicionales que reduzcan significativamente o excluyan el riesgo de nuevos accidentes (cese del funcionamiento en pasos migratorios, en las épocas de presencia y en horarios de actividad de la especie u otras circunstancias de riesgo, o desmantelamiento del aerogenerador, entre otras). Tras haber realizado todas las anteriores actuaciones, el promotor solo podrá reiniciar el funcionamiento del aerogenerador peligroso cuando ello le sea expresamente autorizado por el órgano sustantivo y en las nuevas condiciones que se determinen a propuesta del órgano autonómico competente en biodiversidad. Asimismo, el promotor intensificará en los cinco siguientes periodos anuales el seguimiento de la mortalidad causada por estos aerogeneradores peligrosos, así como el seguimiento de la realización y efectividad de las medidas mitigadoras adicionales establecidas.

2.3 Si dentro del periodo de cinco años de seguimiento especial de un aerogenerador peligroso indicado en el apartado anterior se comprueba que continúa provocando colisiones sobre especies del LESRPE no amenazadas, volviendo a superar algún año alguno de los umbrales indicados en el apartado anterior a pesar de las medidas mitigadoras adicionales adoptadas, el promotor lo notificará al órgano sustantivo y al autonómico competente en biodiversidad, y procederá a la parada definitiva y al desmantelamiento del aerogenerador, salvo que el órgano



## DOCUMENTO DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

---

sustantivo, a propuesta del de biodiversidad, excepcional y expresamente autorice su funcionamiento en unas nuevas condiciones en que no resulten posibles nuevos accidentes.

Tabla 1. Distancias mínimas a considerar en los estudios de poblaciones de especies del LESRPE.

Grupos	Radio (km)
Aves necrófagas.	25
Quirópteros.	10
Grandes águilas, aves acuáticas y otras planeadoras.	5
Resto aves.	1

Tabla 2. Número de colisiones estimadas al año de ejemplares de especies del LESRPE (no amenazadas) que desencadenan la consideración de un aerogenerador como peligroso.

Grupo taxonómico	N.º colisiones/año
Rapaces diurnas (accipitriformes y falconiformes) y nocturnas (strigiformes).	3
Aves marinas (gaviiformes, procellariiformes y pelecaniformes), acuáticas (anseriformes, podiciformes, ciconiformes y phoenicopteriformes), larolimícolas (charadriiformes), gruiformes, pterocliiformes y caprimulgiformes.	5
Galliformes, columbiformes, cuculiformes, apodiformes, coraciiformes, piciformes y passeriformes.	10
Quirópteros.	10





## **ANEXO II**

### **METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO ESPECÍFICO DEL MILANO REAL, BUITRE LEONADO, ALIMOCHE Y AGUILUCHO PÁLIDO**



## PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DE AVES EN FASE DE EXPLOTACIÓN

- 1) Seguimiento de aves planeadoras y migratorias en el parque eólico y línea de evacuación (radio de 1 km) para determinar el uso del espacio y trayectorias de riesgo. Se establecerán estaciones de observación dominantes en el parque eólico y a lo largo de la línea de evacuación, con periodicidad quincenal y un esfuerzo mínimo de 350 horas anuales de observación en el parque eólico y 200 horas en la línea de evacuación eléctrica. Con los datos obtenidos se elaborará un modelo digital del uso del espacio y se establecerán los puntos y situaciones de mayor riesgo, para ser relacionadas con la mortalidad detectada. La metodología y resultados deben ser plenamente comparables con el estudio previo de riesgos para aves contenido en le IIA del proyecto.

Se considera que este estudio debe realizarse durante los dos primeros años de funcionamiento del parque, ya que la presencia de aerogeneradores y otros factores propios o ajenos al parque (por ejemplo, modificación de los hábitats, cambios del uso del suelo) puede cambiar el comportamiento de las aves respecto a la situación previa e influir en la accidentalidad final. En función de sus resultados puede decidirse si el seguimiento debe prolongarse, repetirse cada 5 años o interrumpirse.

- 2) Seguimiento específico de aves en un radio de 5 km alrededor del parque y sus infraestructuras:
  - Seguimiento de la reproducción de aves rupícolas (buitre leonado y alimoche) en cantiles apropiados, incluyendo siempre las hoces del Besaya, para obtener localización de nidos y productividad.
  - Seguimiento de la reproducción de aguilucho pálido y aguilucho cenizo en áreas apropiadas (localización de nidos y productividad).
  - Comprobación de dormideros de milano real.
  - Presencia y áreas de nidificación de perdiz pardilla (nº de parejas/bandos).
  - Seguimiento de nidos de cigüeña blanca (ocupación y productividad).

Comparación anual de los resultados obtenidos en los seguimientos de la reproducción (tendencias poblacionales) con los resultados de los seguimientos regionales de las especies incluidas en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas (milano real, alimoche, águila real, aguilucho pálido, aguilucho cenizo, perdiz pardilla), además de buitre leonado, con el fin de comprobar si existen declives locales y si pueden ser atribuibles al parque eólico.

**ANEXO III**

**PLAN DE VIGILANCIA ARQUEOLÓGICO**



*Plan de vigilancia arqueológica en el Parque Eólico de La  
Costana y Campo Alto (22-03-2023 Cantabria)*

## **Introducción**

El presente documento detalla los trabajos arqueológicos de carácter preventivo que deberán desarrollarse dentro del plan de vigilancia arqueológica del parque eólico La Costana y Campo Alto para cumplir con los condicionantes de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) publicada el jueves, 12 de enero de 2023, en materia de Patrimonio Cultural.

Las actuaciones se ciñen a la metodología establecida en la Ley de Cantabria 11/1998, de 13 de octubre de Patrimonio Cultural de Cantabria y al Decreto 36/2001, de 2 de mayo, de desarrollo parcial de La Ley de Cantabria 11/1998, de 13 de Octubre, de Patrimonio Cultural.

## **Actuaciones arqueológicas**

Los trabajos arqueológicos del plan de vigilancia arqueológica se desglosan y valoran en función de las fases de puesta en marcha del proyecto:

1. Actuaciones previas a la ejecución del P.E.
2. Actuaciones en fase de construcción del P.E.
3. Actuaciones en fase de funcionamiento del P.E.

### **1. Actuaciones previas a la ejecución del P.E.**

Ya existe un informe de impacto patrimonial de octubre de 2020 en el que se valoró la interacción con el patrimonio existente en el ámbito del proyecto, por lo que en esta fase se trata de revisar, ajustar y completar datos necesarios en función de los condicionantes establecidos por la administración competente sobre el informe definitivo.

## **Prospección Arqueológica**

Así mismo se realizará una nueva prospección arqueológica sistemática a lo largo de la superficie del parque eólico, considerando una banda de protección respecto al eje de las alineaciones, accesos, zanjas, caminos y línea eléctrica a la Subestación Transformadora.

En la prospección arqueológica se desarrollarán los siguientes trabajos:

Trabajo de campo: Mediante revisión superficial del terreno afectado o ámbito de la obra, con el objetivo verificar que el proyecto definitivo de implantación del parque no afecta a los yacimientos documentados y revisados en el informe de impacto arqueológico aprobado en su momento.

En cuanto a la metodología, se realizará una prospección superficial sistemática e intensiva de cobertura total, por un equipo de tres arqueólogos dispuestos en línea que inspeccionarán una banda de protección de una anchura de 100 metros a cada lado de la alineación de los aerogeneradores y 50 m a cada lado del eje para los accesos y zanja de media tensión. Para la prospección de las *Lineas Eléctricas* se propone una banda de protección de 50 m a cada lado del eje.

Durante la prospección se verificarán las posiciones de los distintos elementos patrimoniales (yacimientos, hitos, caminos...) y se procederá a geolocalizarlos con GPS de alta precisión., y se procederá a la toma de sus coordenadas UTM con GPS de alta precisión como establecen los condicionantes la Dirección General de Patrimonio Cultural y Memoria Histórica en el DIA

Informe de prospección: El desarrollo de la prospección arqueológica se reflejará en una memoria técnica donde se recogerán todos los datos necesarios para ajustar, si fuera necesario, cualquier actuación que pudiera afectar a la protección del patrimonio cultural existente en el ámbito del proyecto.

### **Sondeos arqueológicos**

Se realizarán sondeos manuales evaluativos donde los resultados de la prospección sistemática indiquen alta concentración de restos arqueológicos o elementos como pavimentos o losas, informando de los mismos al órgano competente en la materia de la Administración regional para su conocimiento y efectos oportunos.

### **Balizamiento de elementos patrimoniales**



Se supervisará el balizamiento de los elementos patrimoniales en el área del parque para evitar afecciones indeseadas por el tránsito de personal y de maquinaria. Estas actuaciones se realizarán antes del inicio de las obras.

#### **Traslado a la cartografía de la obra**

Se trasladará a la cartografía de la obra la localización de los distintos elementos a fin de que el personal de la misma conozca su existencia y ubicación, y evitar el riesgo de alteraciones accidentales.

### **2. Actuaciones en fase de construcción del P.E.**

Se contempla la aplicación de la medida correctora de control de todos los trabajos que impliquen movimientos de tierras.

#### **Seguimiento arqueológico**

El control arqueológico se desarrollará a lo largo de todo el periodo de construcción del parque eólico. Tendrá carácter intensivo en la fase de desbroce, excavaciones y movimientos de tierra para la construcción de las infraestructuras básicas.

El seguimiento arqueológico incluye la emisión de un informe mensual que recoja el desarrollo de los trabajos y, en su caso, las incidencias arqueológicas.

En el caso de que aparezcan hallazgos se notificará y actuará en la forma requerida por el Servicio de Patrimonio Cultural: se comunicará el hallazgo y se ordenará la paralización inmediata de las actuaciones hasta que el citado órgano ordene las medidas que considere oportunas y a las que deberá ajustarse el promotor.

### **3. Actuaciones en fase de funcionamiento del P.E.**

#### **Vigilancia arqueológica**

Se realizarán controles de carácter anual vinculados a la vigilancia ambiental que debe incluir la vigilancia arqueológica.

Se realizará una visita anual, al menos, y el correspondiente informe, que será entregado a la dirección ambiental del proyecto para ser incluido en los informes de seguimiento.

**ANEXO IV**  
**PROSPECCIÓN DE CHARCAS**



# PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

## PROSPECCIÓN DE CHARCAS



## **ÍNDICE DEL DOCUMENTO**

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE CHARCAS</b>	<b>4</b>
2.1	CHARCA 1	6
2.2	CHARCA 2	7
2.3	CHARCA 3	8
2.4	CHARCA 4	9
2.5	CHARCA 5	10
2.6	CHARCA 6 - 7	11
2.7	CHARCA 8	12
2.8	CHARCA 9	13
2.9	CHARCA 10	14
2.10	CHARCA 11	15
2.11	CHARCA 12	16
2.12	CHARCA 13	17
2.13	CHARCA 14	18
2.14	CHARCA 15	19
2.15	CHARCA 16	20
2.16	CHARCA 17	21
2.17	CHARCA 18	22
2.18	CHARCA 19	23
2.19	CHARCA 20	24

## 1. INTRODUCCIÓN

La red de drenaje del ámbito de estudio se vertebra sobre dos cuencas vertientes fundamentales.

- Las laderas meridionales de la Sierra Entre Montes drenan hacia el río Ebro, más concretamente al embalse del Ebro.
- Las laderas septentrionales de la Sierra Entre Montes y la zona occidental de la Sierra del Escudo drenan hacia el mar Cantábrico (cuenca hidrográfica Norte II), concretamente a la cuenca del Besaya.

Durante las labores de campo previas a la redacción del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) redactado en enero de 2021 y su documentación complementaria se identificaron una serie de charcas en la zona de influencia del parque eólico proyectado. En el estudio específico de aves y quirópteros redactado en noviembre de 2020 se incluye un catálogo de 13 charcas situadas en la zona de influencia del parque eólico proyectado, señalando su importancia tanto como fuente de agua para el ganado como para hábitat adecuado para el refugio y la cría de anfibios, señalando la presencia de las siguientes especies:

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CREAC	CEEA	LRPO	DIRHAB
ANFIBIOS					
<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandra común				
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	Tritón alpino			+	
<i>Lissotriton helveticus</i>	Tritón palmeado			+	
<i>Rana temporaria</i>	Rana bermeja			+	
<i>Epiladea calamita</i>	Sapo corredor			+	

Tabla 1. Lista de especies de anfibios, reptiles y mamíferos contactados (excluidos micromamíferos y quirópteros) presentes en el área de estudio.

- CREAC (Decreto 120/2008, por el que se aprueba el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Cantabria). PE: En peligro de extinción, VU: Vulnerable.
- CEEA y LRPO (Real Decreto 139/2011, por el que se aprueba el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas). PE: En peligro de extinción, VU: Vulnerable.
- DIRHAB Directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de hábitats naturales y de la flora y fauna silvestre. II: incluidas en el Anexo II (especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación). El signo “\*” indica que se trata de una especie prioritaria. IV: incluidas en el Anexo IV (especies de interés comunitario que requieren protección estricta incluso fuera de la red Natura 2000).

La preservación de las charcas ha sido objeto de medidas desde el inicio del proceso de preparación de la documentación ambiental para el proyecto, habiéndose redactado medidas de mejora y seguimiento ambiental destinadas a su preservación e incluso potenciación, como se puede observar en el apartado 3.2.6.5 sobre conectividad territorial:

“Para los anfibios la movilidad es reducida, a lo que hay que sumar su comportamiento relativamente filopátrico. Son altamente dependientes de masas





de agua cercanas. La cobertura vegetal, sobre todo de bosques húmedos tiene continuidad y les favorece. Se debe mantener la red de charcas e incluso es plausible realizar mejoras o potenciarlas para garantizar la permanencia de poblaciones significativas.”

De la misma manera, en el apartado 5.2.2.5.5. del EsIA sobre medidas para la protección de la hidrología, de los sistemas acuáticos y calidad de las aguas se señala:

“En la zona de implantación se ubican algunas charcas de pequeña entidad que deben ser consideradas en el proyecto constructivo pues preservan vegetación acuática y población anfibia además de servir como zona de abrevadero para el ganado. Su integridad debe ser preservada mediante su balizamiento, inclusión en la cartografía de obra y posterior supervisión durante las labores de replanteo y construcción por el encargado de la vigilancia ambiental.”

Finalmente, en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) publicada el jueves 12 de enero de 2023 se establece:

“D.3.2.6. Para el caso particular de las charcas existentes en la zona de implantación, previo al diseño del proyecto constructivo se realizará una nueva prospección de detalle para descartar cualquier posible afección durante todas las fases del proyecto, elaborando un informe que deberá ser trasladado al órgano ambiental para que, en su caso, se establezcan condiciones adicionales a incorporar al proyecto de construcción y a la fase de funcionamiento.”

En el presente documento se plasma el trabajo de prospección realizado durante el mes de marzo de 2023 para identificar las diferentes charcas existentes en la zona de implantación del Parque Eólico de Campo Alto – La Costana para que sean tenidas en cuenta en el diseño constructivo de las instalaciones evitando cualquier afección directa o indirecta a las mismas.

## **2. IDENTIFICACIÓN DE CHARCAS**

Con el objetivo de dar cumplimiento a las medidas redactadas en el EsIA y la DIA se han programado nuevas visitas de campo en las que se ha llevado a cabo una prospección exhaustiva del área de influencia del parque eólico con el fin de identificar todas las charcas que albergan agua durante un periodo significativo del año, ya que muchos de estos sistemas son semipermanentes, es decir, debido a la estacionalidad y a la escasez periódica de precipitaciones carecen de lámina acuática durante algunas semanas cada temporada, periodos que varían en época y duración según las condiciones específicas marcadas por la variabilidad del clima.



## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

Como ya se ha comentado, la función ecológica de las charcas es tanto la de servir como abrevadero al ganado y la fauna presente como la de hábitat para anfibios, aunque se encuentran en diferente estado de conservación. El principal factor diferenciador es la presión del uso ganadero, aunque su profundidad y situación más o menos sombreada también influye, sobre todo en la permanencia de su lámina acuática. El ganado pisotea el suelo, provoca turbidez y contamina las aguas con sus desechos, por ello, las situadas en el interior de pinares tienen mejor estado en general, mientras que las situadas en pastizales están muy alteradas por la acción del ganado y suelen permanecer secas durante los periodos más cálidos del año.

Para la identificación de las charcas se ha continuado con la numeración empleada por el equipo redactor del informe sobre aves y quirópteros para evitar en lo posible la confusión al respecto, a pesar de que, como se verá más adelante, algunas de las charcas quedan muy alejadas del proyecto tras la reconfiguración realizada al anular algunas posiciones.

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COBERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
1	414134	4764116	1.175	Pinar	Alta	Media
2	414161	4764063	1.170	Pinar	Alta	Media
3	414430	4764116	1.185	Pinar	Alta	Baja
4	414483	4764098	1.188	Pinar	Media	Media
5	414612	4764273	1.186	Pinar	Alta	Baja
6*	414510	4764156	1.190	Pinar	Alta	Baja
7*	414579	4764248				
8	415969	4764655	1.138	Pastizal	Media	Alta
9	416094	4764685	1.139	Pastizal	Baja	Alta
10	416130	4764697	1.143	Pastizal	Baja	Alta
11	415144	4764813	1.250	Matorral	Baja	Alta
12	417138	4765571	1.040	Pastizal	Baja	Alta
13	418468	4766531	1.240	Pastizal	Media	Media
14	417129	4765449	1.240	Pastizal	Baja	Alta
15	417512	4766064	1.105	Matorral	Alta	Media
16	417481	4765714	1.055	Pinar	Alta	Media
17	417151	4765595	1.045	Pinar	Alta	Media
18	417161	4765513	1.052	Pastizal	Media	Alta
19	415523	4764739	1.202	Pinar	Media	Media
20	415954	4764723	1.140	Pastizal	Baja	Alta

Tabla 2. Identificación, localización y caracterización preliminar de las charcas existentes en el área de influencia del Parque Eólico Campo Alto – La Costana. (\*) Charca en la cuneta del camino existente de hasta 131 m. de largo, según estacionalidad, se indica coordenada de inicio y final.

Se han encontrado 6 elementos no catalogados en la anterior prospección, sumando un total de 19 charcas (la charca 6 – 7 es una única charca, habiéndose marcado los puntos de inicio y fin de la misma) más o menos estacionales. En todas ellas se han encontrado puestas de huevos de anfibios, principalmente de rana bermeja. A continuación se realiza una descripción más detallada de cada sistema.



# PROSPECCIÓN DE CHARCAS

## PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.1 Charca 1

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
1	414134	4764116	1.175	Pinar	Alta	Media

#### Descripción

Charca relativamente amplia situada junto al camino existente, semiconfinada, que no vierte sus aguas a ningún sistema de drenaje salvo cuando es desbordada por intensas lluvias. Preserva su lámina de agua la mayor parte del año. Con la actual configuración del proyecto se encuentra a gran distancia de cualquier estructura del parque eólico, más de 980 m. Esta charca ha sido objeto de una ampliación recientemente con el fin de mejorar sus condiciones para los anfibios, en lo que supone un ejemplo de las posibilidades de medida de mejora compensatorias para este tipo de sistemas.

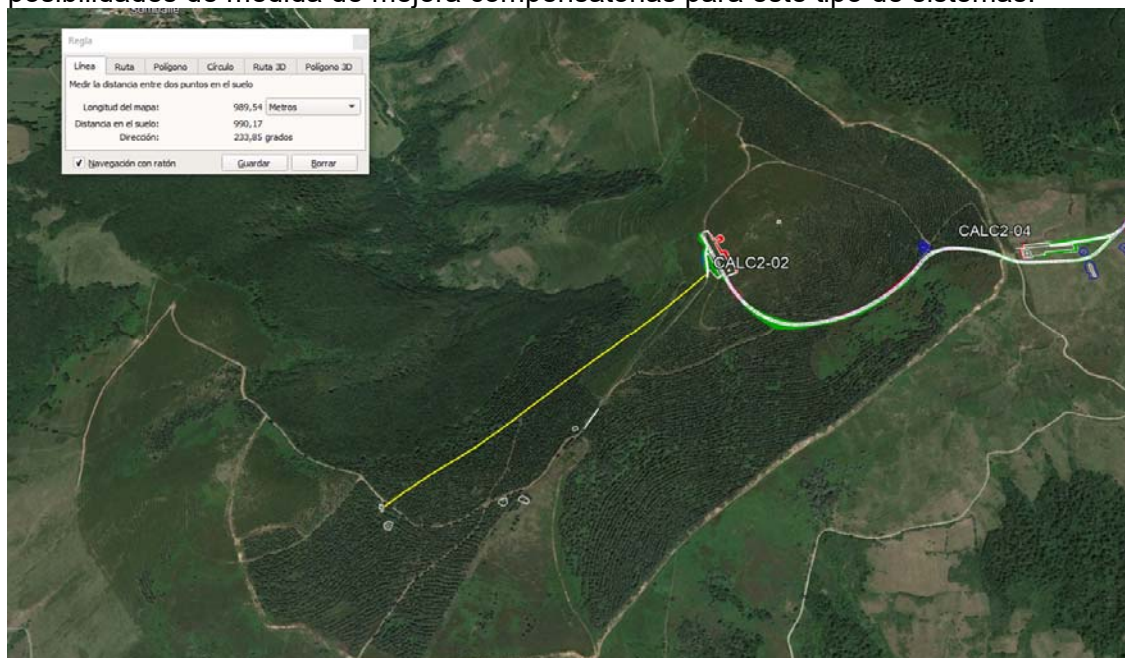


Fig 1. Localización de la charca 1 con respecto a las estructuras del Parque Eólico Campo Alto – La Costana.



Fig 2. Lámina de agua de la charca 1.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.2 Charca 2

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COBERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
2	414161	4764063	1.170	Pinar	Alta	Media

#### Descripción

Charca amplia situada a unos 50 m del camino existente, semiconfinada, y que preserva su lámina de agua la mayor parte del año. Con la actual configuración del proyecto se encuentra a más de 990 m de distancia de cualquier estructura del parque eólico.

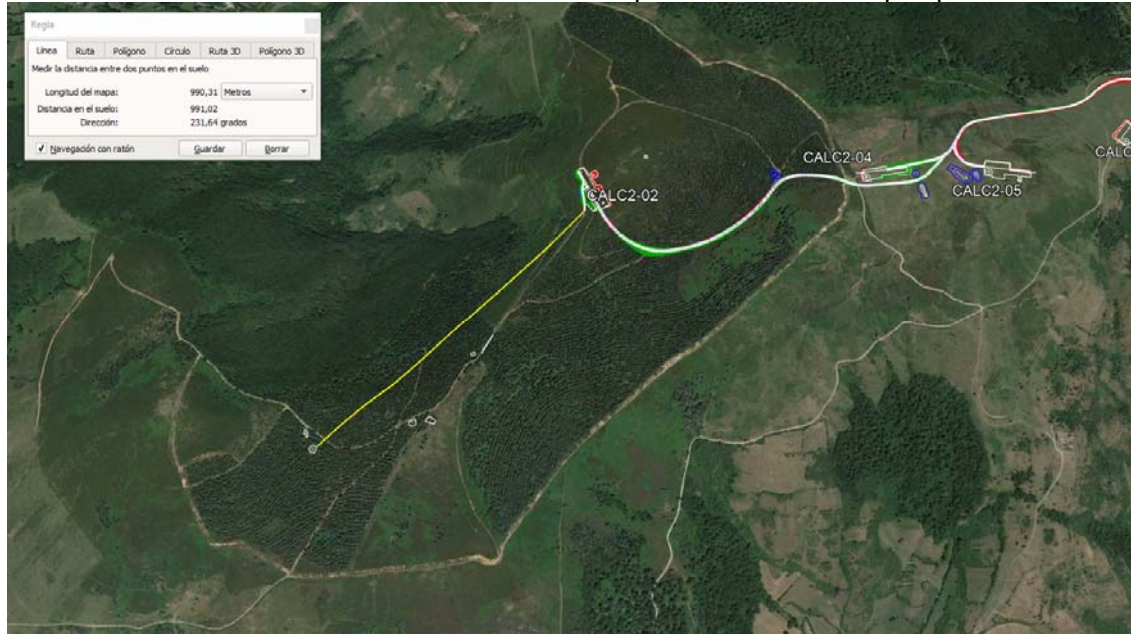


Fig 3. Situación de la charca 2 respecto de las estructuras del parque eólico.



Fig 4. Lámina de agua de la charca 2.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.3 Charca 3

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
3	414430	4764116	1.185	Pinar	Alta	Baja

#### Descripción

Charca más reducida que las anteriores, situada junto al camino existente. Semiconfinada, está sometida a cierta estacionalidad ya que su superficie y profundidad son escasas además de encontrarse en una zona más clara del pinar, por lo que preserva su lámina de agua solo durante los meses lluviosos. Con la actual configuración del proyecto se encuentra a más de 750 m de distancia de cualquier estructura del parque eólico.

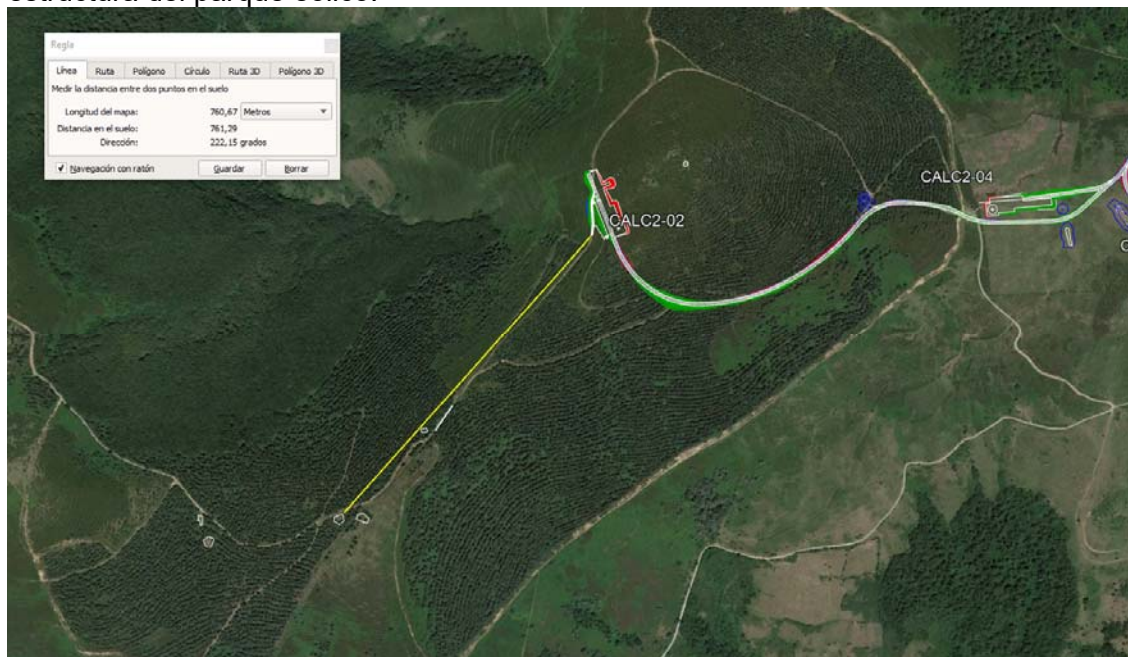


Fig 5. Situación de la charca 3 respecto de las estructuras del parque eólico.



Fig 6. Lámina de la charca 3 y detalle de la margen norte de la charca donde se aprecian ingentes cantidades de puestas de rana bermeja.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.4 Charca 4

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
4	414483	4764098	1.188	Pinar	Media	Media

#### Descripción

Charca amplia situada adyacente al camino existente, semiconfinada, y que preserva su lámina de agua la mayor parte del año. Con la actual configuración del proyecto se encuentra a más de 730 m de distancia de cualquier estructura del parque eólico.

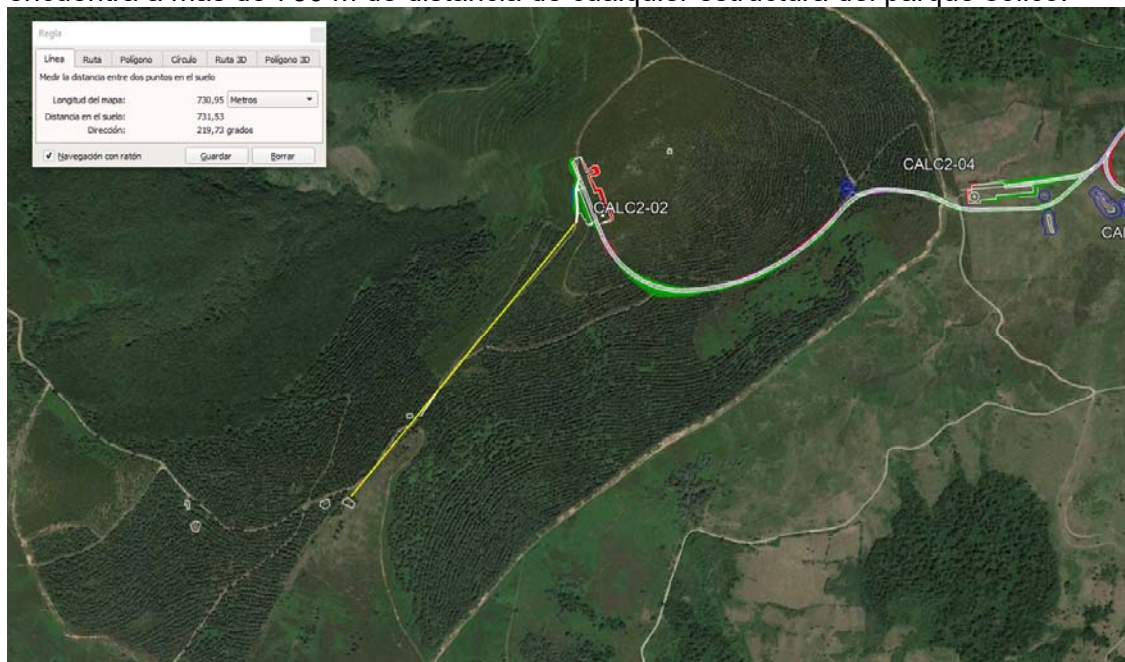


Fig 7. Situación de la charca 4 con respecto a las estructuras más cercanas del parque eólico.



Fig 8. Lámina de agua de la charca 4.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.5 Charca 5

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
5	414612	4764273	1.186	Pinar	Alta	Baja

#### Descripción

Charca reducida situada encajonada entre pinos a unos 10 m del camino de acceso existente, confinada. Al encontrarse en zona sombreada y con afección ganadera moderada preserva sus aguas la mayor parte del año a pesar de que su superficie y profundidad son escasas. Con la actual configuración del proyecto se encuentra a más de 500 m de distancia de cualquier estructura del parque eólico.

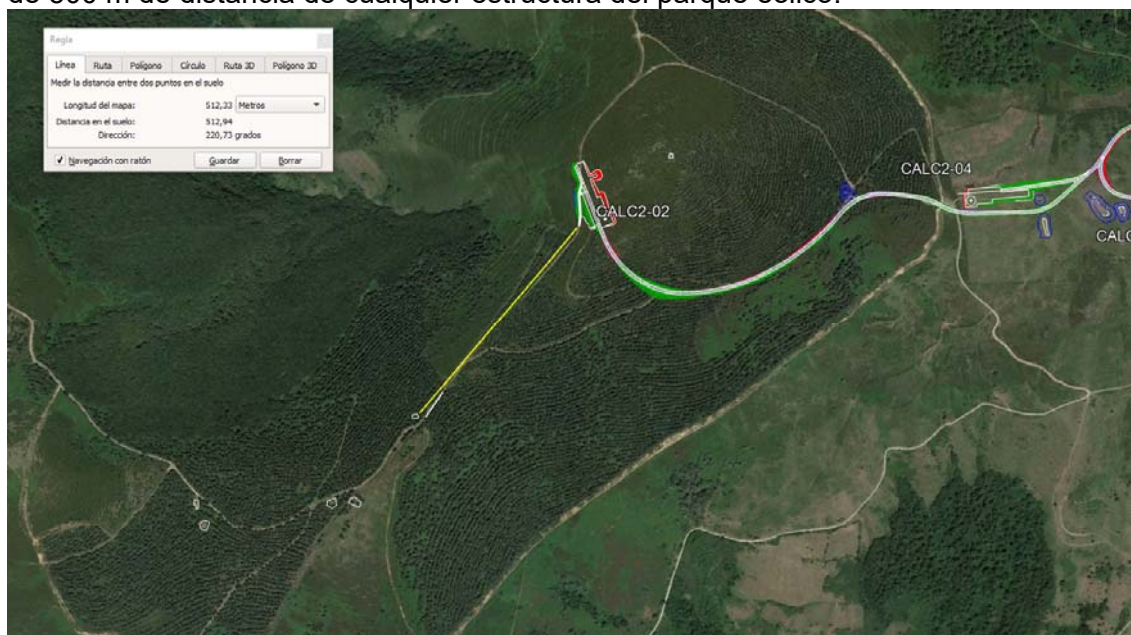


Fig 9. Situación de la charca 5 con respecto a las estructuras más cercanas del parque eólico.



Fig 10. Lámina de agua de la charca 5.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.6 Charca 6 - 7

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
6*	414510	4764156	1.190	Pinar	Alta	Baja
7*	414579	4764248				

#### Descripción

Charca situada en la propia cuneta del camino existente. Su longitud varia ampliamente dependiendo de la pluviosidad, llegando a alcanzar unos 130 m de longitud, aunque su anchura apenas llega a un metro en todo su recorrido, lo cual no impide su utilidad como abrevadero y como lugar de refugio y cría de anfibios. Con la actual configuración del proyecto la distancia de esta charca a las estructuras más cercanas del parque eólico es de más de 440 m.

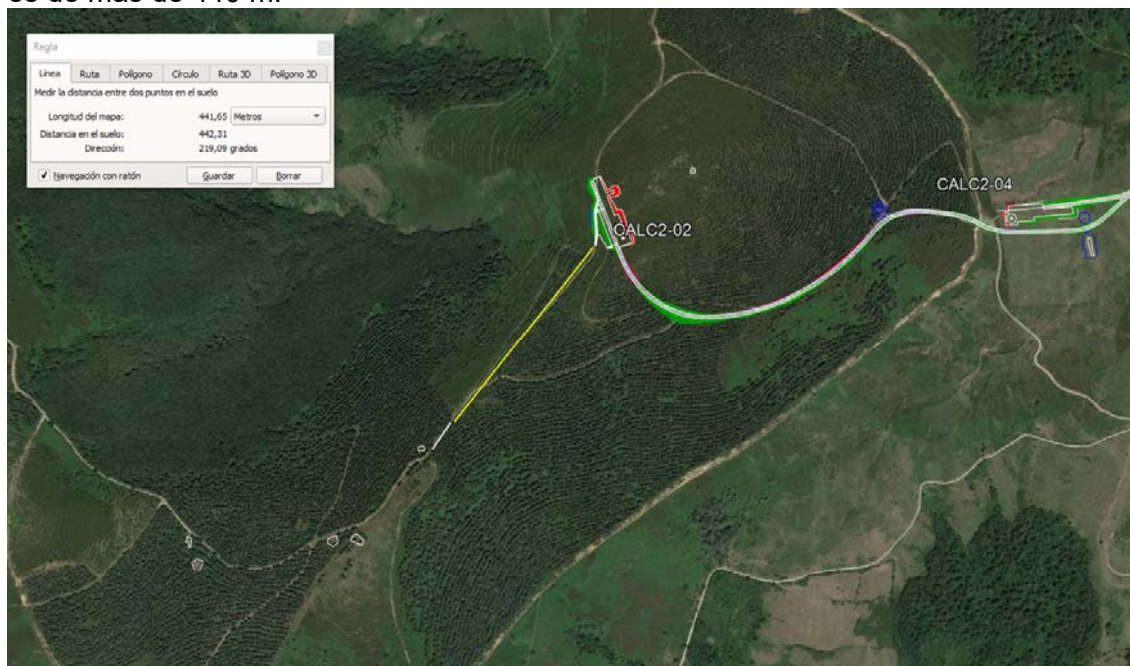


Fig 11. Situación de la charca 6-7 con respecto a las estructuras más cercanas del parque eólico.



Fig 12. Lámina de agua de la charca 6-7.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.7 Charca 8

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
8	415969	4764655	1.138	Pastizal	Media	Alta

#### Descripción

Charca alargada situada sobre el pastizal de Monegro, ombrotétrica y confinada, sometida a una gran estacionalidad debido a su escasa profundidad y la casi permanente presencia del ganado sobre este emplazamiento. Se encuentra a más de 10 m de distancia de la pista de acceso del parque eólico por lo que deberá ser balizada durante la construcción con el fin de evitar afecciones accidentales.

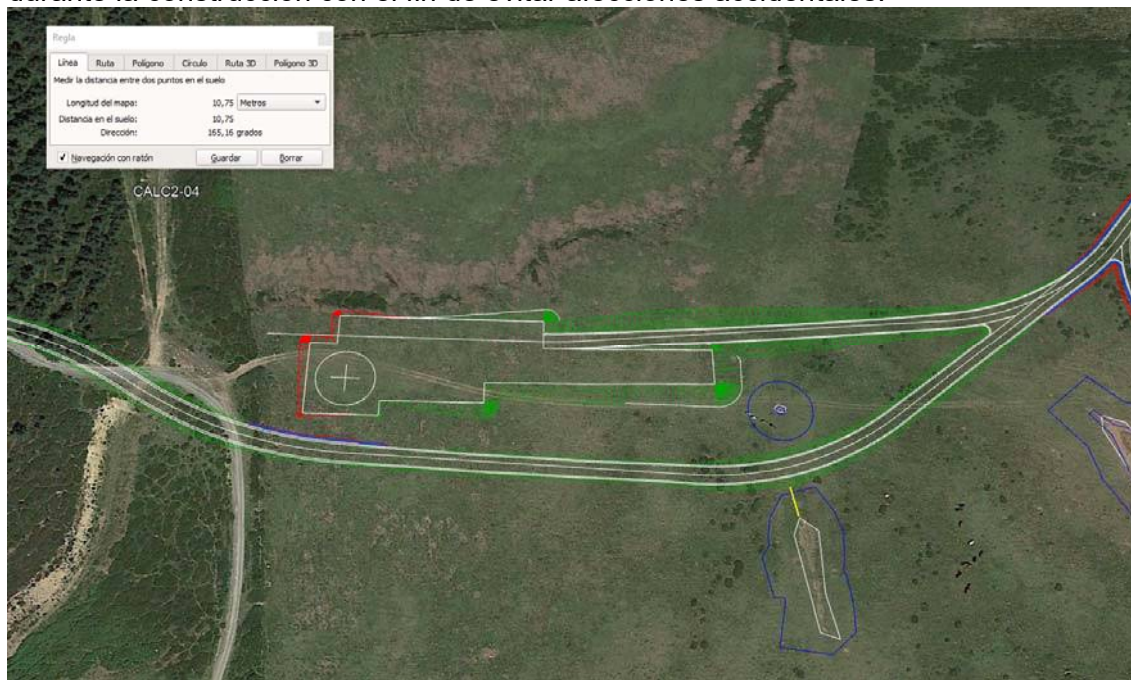


Fig 13. Situación de la charca 8 respecto de las estructuras del parque eólico.



Fig 14. Lámina de agua de la charca 8.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.8 Charca 9

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
9	416094	4764685	1.139	Pastizal	Baja	Alta

#### Descripción

Charca ovalada, ombrotífica y confinada, es la de mayor tamaño de las charcas existentes en el pastizal de Monegro, a pesar de lo cual está sometida a una gran estacionalidad debido a su escasa profundidad, falta de sombra y la casi permanente presencia del ganado sobre este emplazamiento. Se encuentra a unos 29 m de distancia de la pista de acceso del parque eólico por lo que deberá ser balizada durante la construcción con el fin de evitar afecciones accidentales.

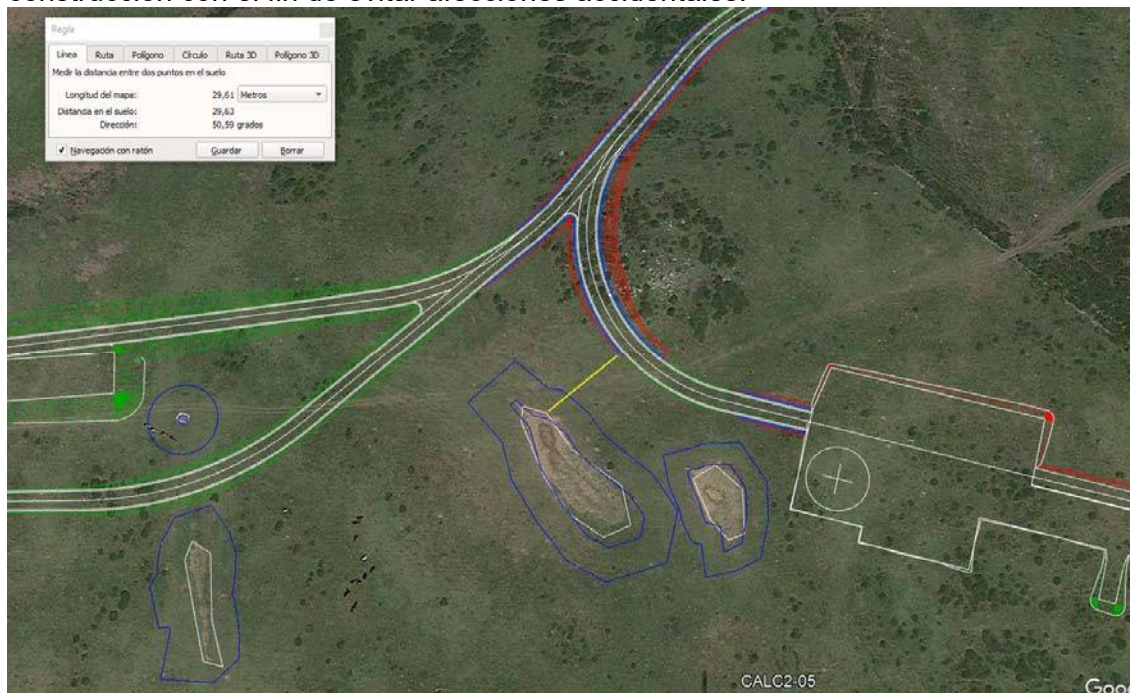


Fig 15. Situación de la charca 9 con respecto a las estructuras más cercanas del parque eólico.



Fig 16. Lámina de agua de la charca 9.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.9 Charca 10

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
10	416130	4764697	1.143	Pastizal	Baja	Alta

#### Descripción

Charca ovalada, más compacta que la anterior charca 9, ombrotétrica y confinada, es la segunda en tamaño de las charcas existentes en el pastizal de Monegro, sometida a una gran estacionalidad debido a su escasa profundidad, falta de sombra y la casi permanente presencia del ganado sobre este emplazamiento. Se encuentra a unos 13 m de distancia de la pista de acceso del parque eólico por lo que deberá ser balizada durante la construcción con el fin de evitar afecciones accidentales.

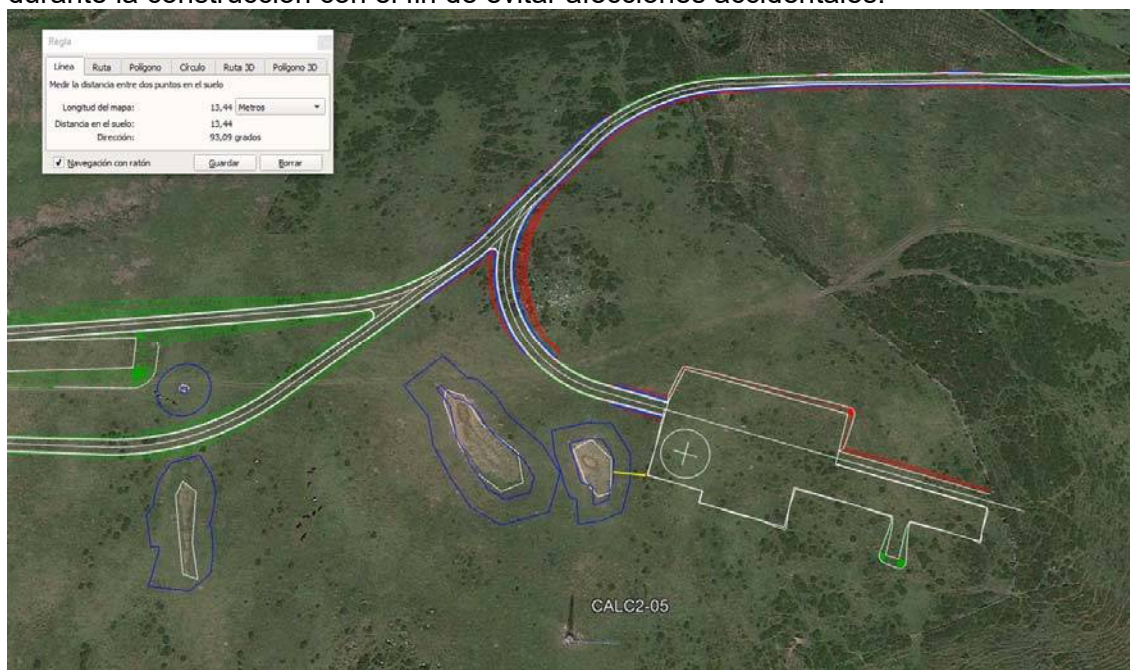


Fig 17. Situación de la charca 10 con respecto a las estructuras del parque eólico.



Fig 18. Lámina de agua de la charca 10. Se observa la charca 9 en segundo plano, así como multitud de puestas de rana bermeja.



## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.10 Charca 11

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COBERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
11	415144	4764813	1.250	Matorral	Baja	Alta

#### Descripción

Charca más o menos circular, situada en la cumbre de Fuente del Moro a unos 6 m del vértice geodésico existente en el emplazamiento, confinada, por lo que sus alimentación hídrica es constituida exclusivamente de agua de lluvia sin aportación posible del entorno. Se sitúa a más de 130 m de las estructuras más cercanas del parque eólico.

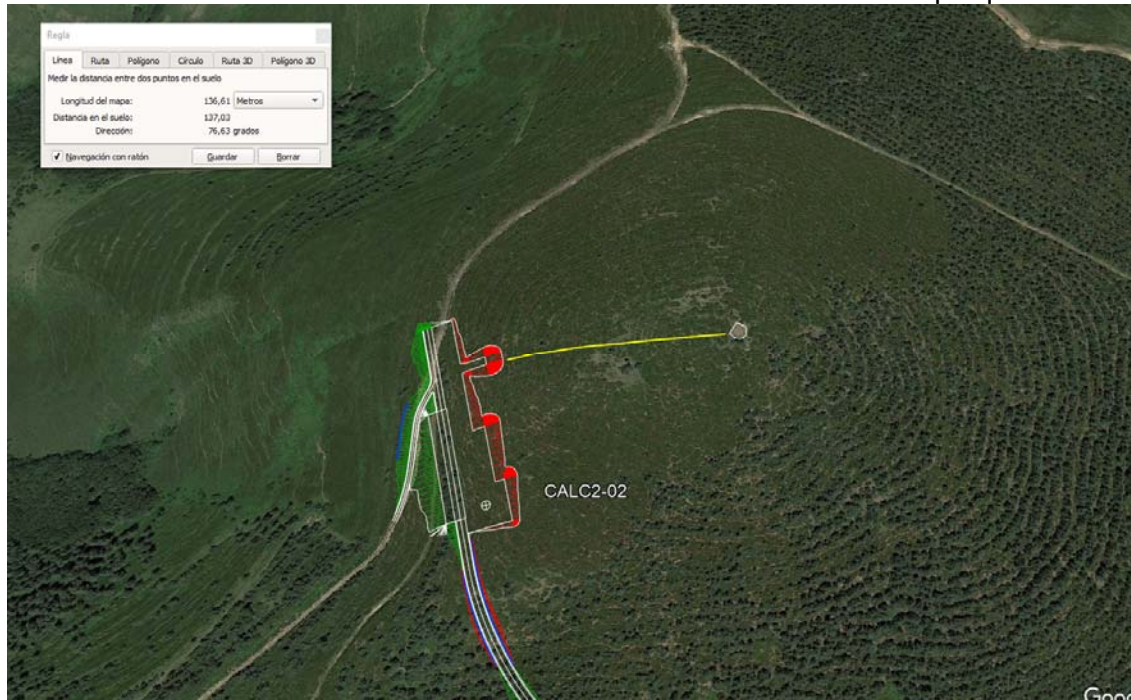


Fig 19. Situación de la charca 11 sobre la cumbre de Fuente del Moro a unos 134 m de las estructuras más cercanas del proyecto.



Fig 20. Lámina de agua de la charca 11.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.11 Charca 12

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
12	417138	4765571	1.040	Pastizal	Baja	Alta

#### Descripción

Amplia charca ombrotrófica semiconfinada situada a unos 108 m del vértice geodésico del monte Otero. Debido a la presión ganadera y la falta de sombra está sometida a una gran estacionalidad. Con la actual configuración del proyecto se encuentra a una distancia de unos 371 m de las estructuras más cercanas del proyecto.

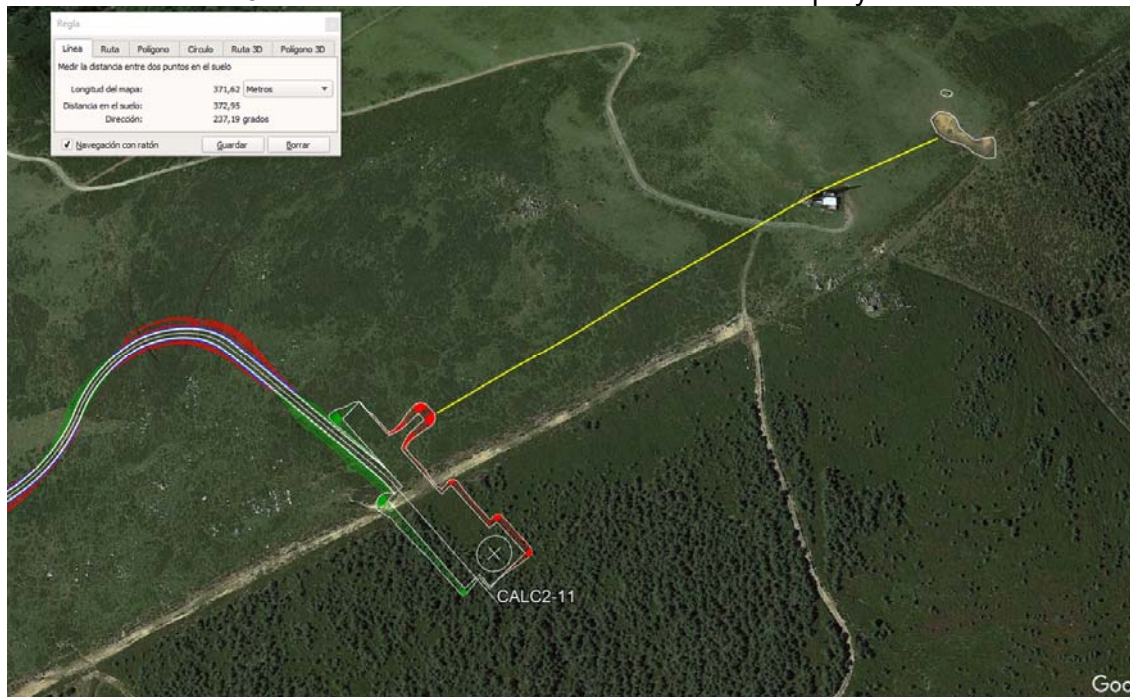


Fig 21. Situación de la charca 12 respecto de las estructuras más cercanas del parque eólico.



Fig 22. Lámina de agua de la charca 12.



## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.12 Charca 13

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
13	418468	4766531	1.240	Pastizal	Media	Media

#### Descripción

Pequeña charca confinada situada a escasos metros de la anterior charca 12. Está sometida a una gran estacionalidad. Con la actual configuración del proyecto se encuentra a una distancia de unos 395 m de las estructuras más cercanas del proyecto.

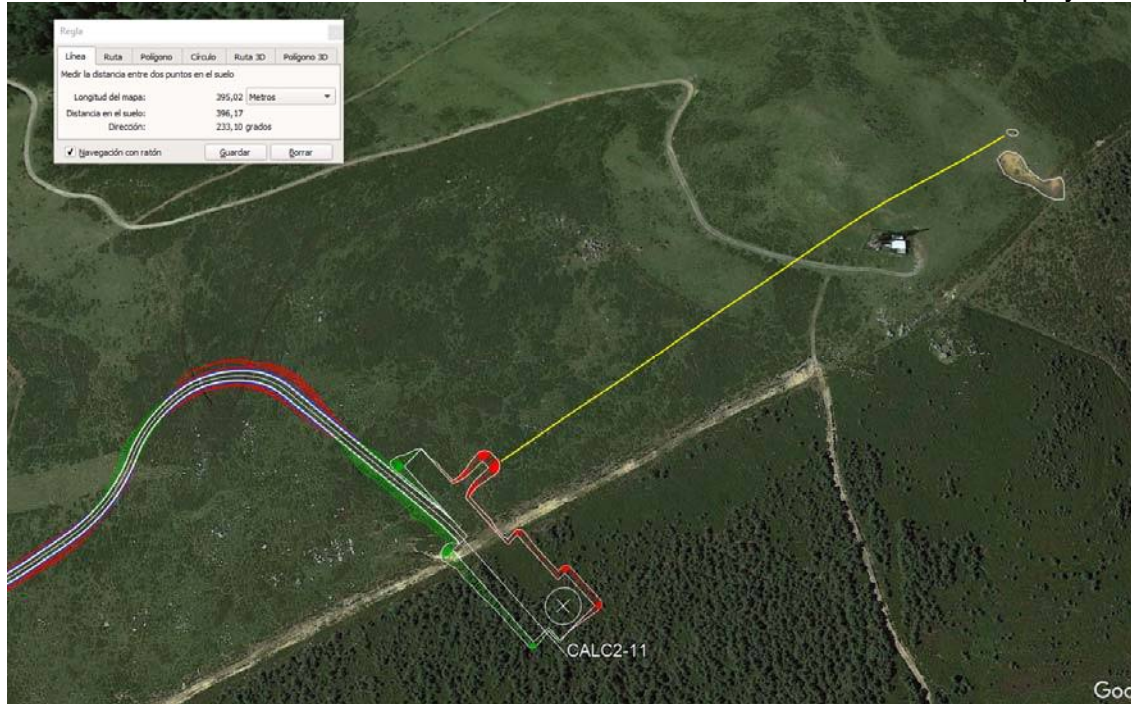


Fig 23. Situación de la charca 13 con respecto a las estructuras del parque eólico.



Fig 24. Lámina de agua de la charca 13.



## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.13 Charca 14

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
14	417129	4765449	1.240	Pastizal	Baja	Alta

#### Descripción

Charca ovalada de tamaño medio, semiconfinada, sometida a gran presión ganadera, lo que sumado a la ausencia de sombra le otorga una gran estacionalidad. Con la actual configuración del proyecto las estructuras más cercanas proyectadas se encuentran a unos 13 m de distancia de la charca.

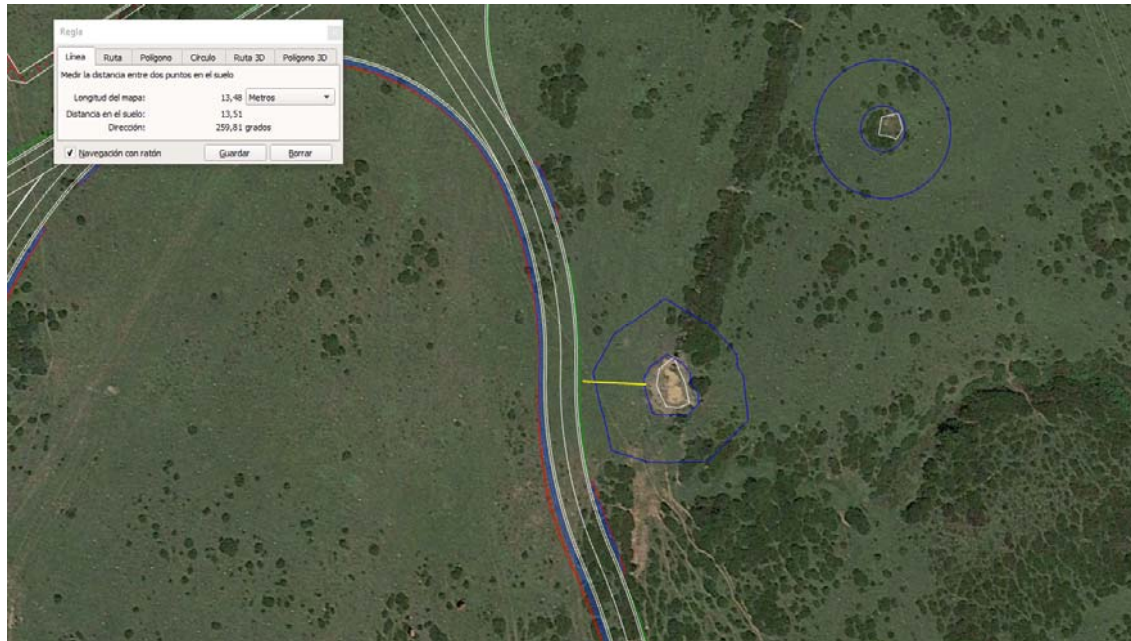


Fig 25. Situación de la charca 14 con respecto a la pista de acceso.



Fig 26. Lámina de agua de la charca 14.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.14 Charca 15

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
15	417512	4766064	1.105	Matorral	Alta	Media

#### Descripción

Pequeña charca alimentada por un pequeño arroyo de montaña que se nutre de las aguas de escorrentía de la ladera noroeste del monte Otero. Sus aguas se unen a las aportadas por la Fuente de las Nieves para, en última instancia, unirse a las del Río Irbienza, perteneciente a la cuenca del Besaya. Se sitúa a unos 22 m del camino de acceso del parque eólico.

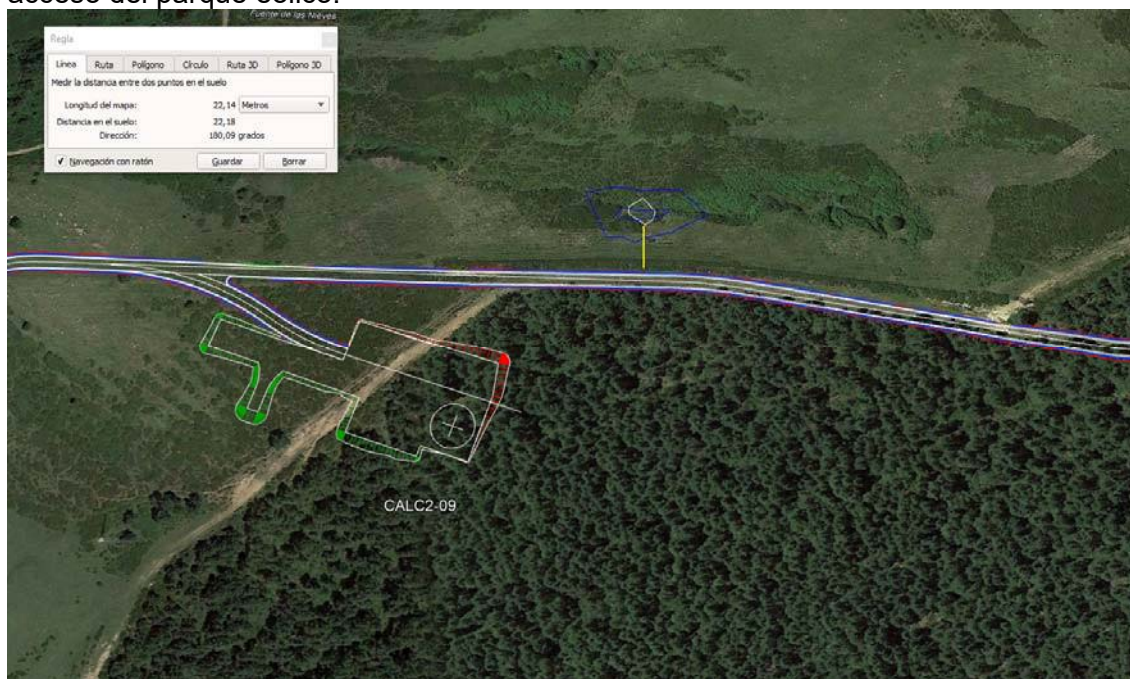


Fig 27. Situación de la charca 15 con respecto a las estructuras del parque eólico.



Fig 28. Lámina de agua de la charca 15.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.15 Charca 16

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
16	417481	4765714	1.055	Pinar	Alta	Media

#### Descripción

Zona encharcada, sin lámina de agua continua, alimentada por una surgencia en la ladera en una zona espesa del interior del pinar. A pesar de su escasa profundidad tiene gran permanencia anual debido a la aportación minerotrófica, sirviendo, como todas las charcas analizadas, como zona de cría de anfibios. Se encuentra a unos 223 m de las estructuras más cercanas.

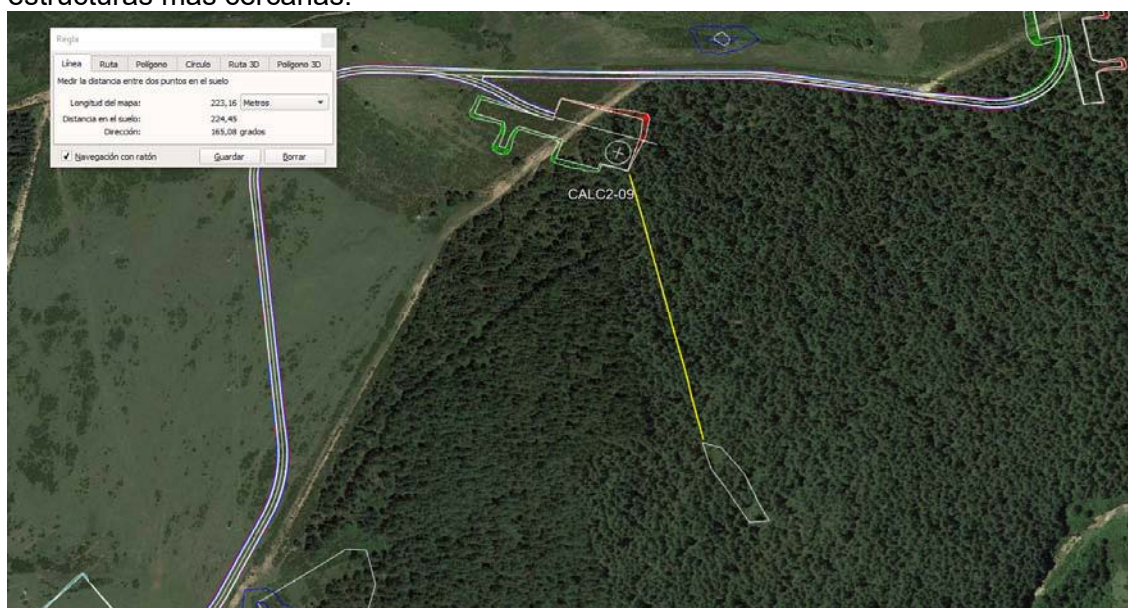


Fig 29. Situación de la charca 16 con respecto a las estructuras más cercanas del proyecto.



Fig 30. Zona encharcada (charca 16) en el interior del pinar.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.16 Charca 17

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
17	417151	4765595	1.045	Pinar	Alta	Media

#### Descripción

Zona encharcada, sin lámina de agua continua, alimentada por una surgencia en la ladera en una zona perimetral de pinar. A pesar de su escasa profundidad tiene gran permanencia anual debido a la aportación minerotrófica, sirviendo, como todas las charcas analizadas, como zona de cría de anfibios. Se encuentra a unos 18 m de las estructuras más cercanas.

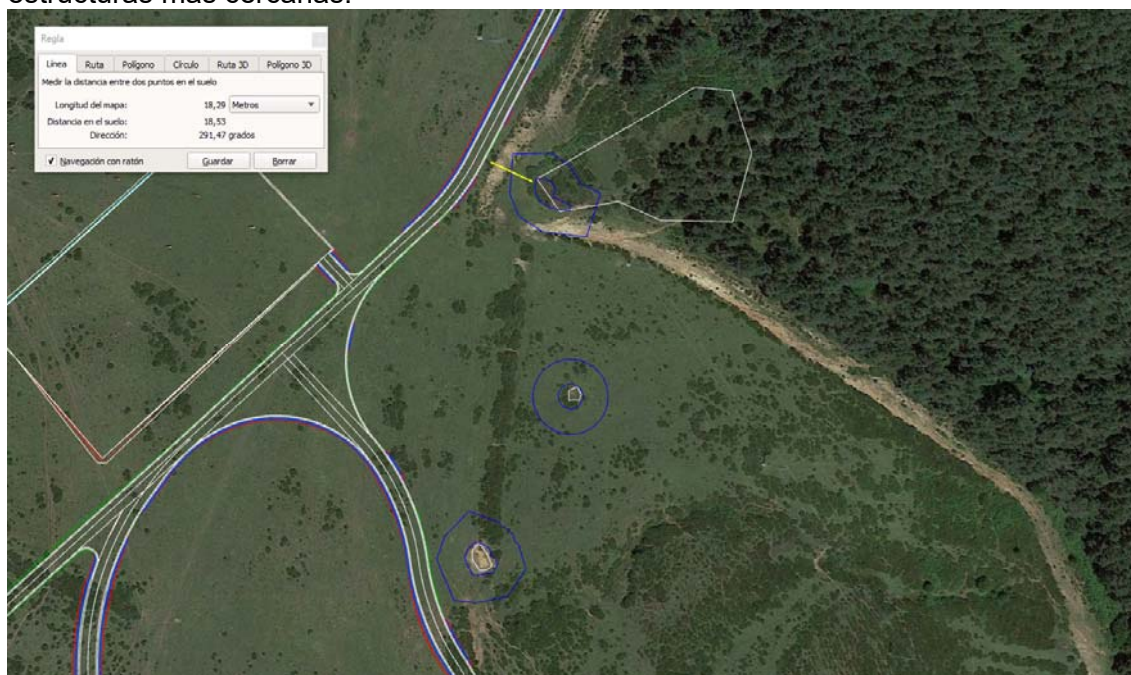


Fig 31. Situación de la charca 17 respecto de las estructuras del parque eólico.

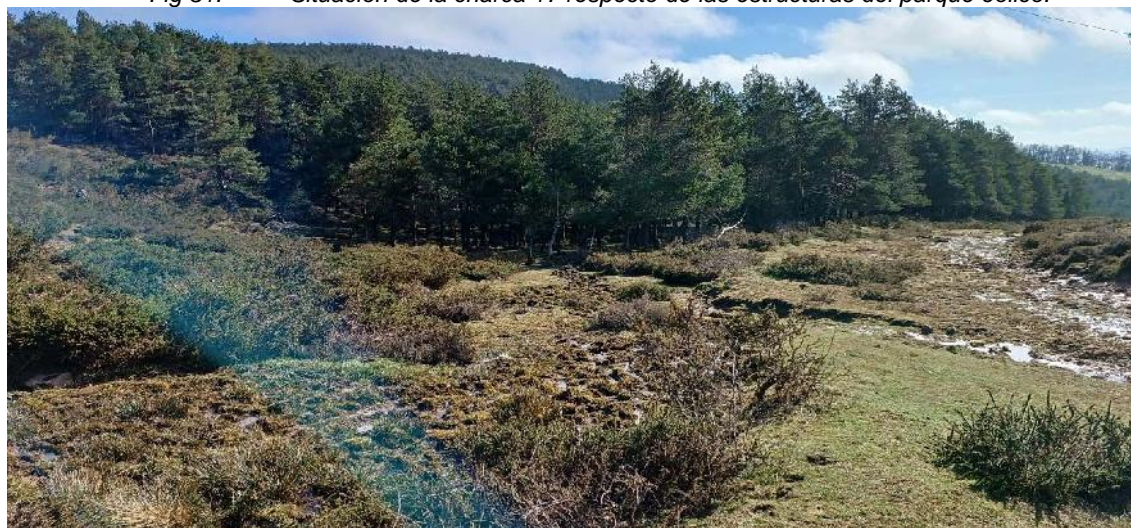


Fig 32. Zona encharcada (charca 17) a la orilla del pinar.



## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.17 Charca 18

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
18	417161	4765513	1.052	Pastizal	Media	Alta

#### Descripción

Pequeña charca circular semiconfinada sometida a una gran estacionalidad debido a la presión ganadera y su escasa entidad. Se sitúa a unos 66 m del camino de acceso del parque eólico.

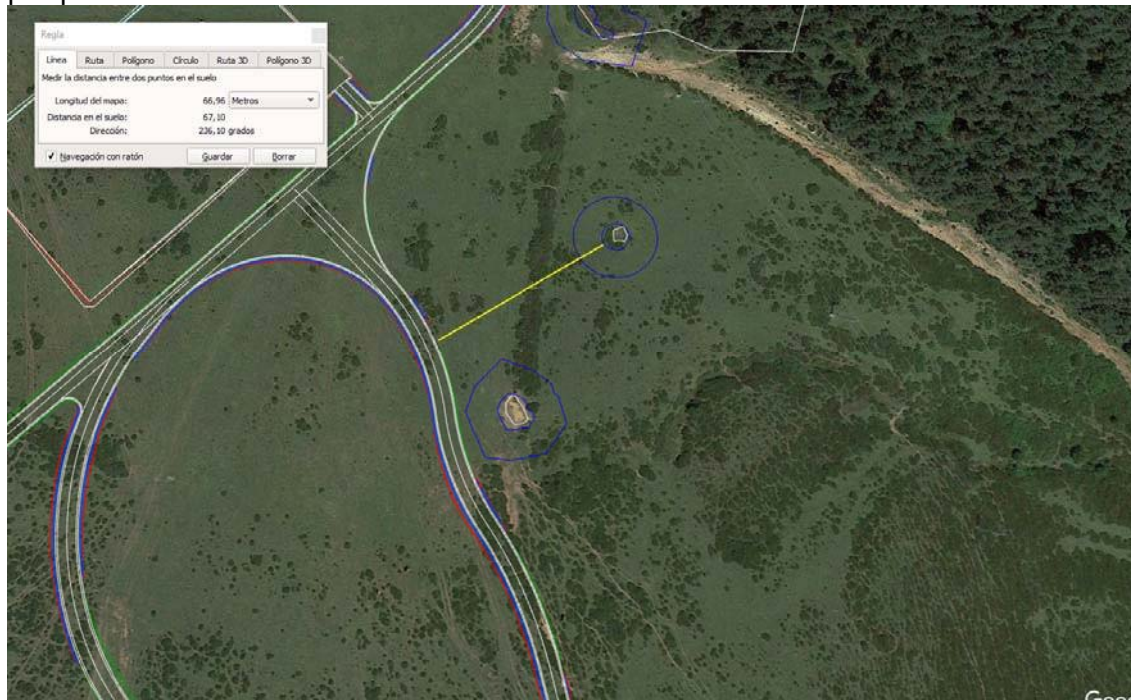


Fig 33. Situación de la charca 18 con respecto a las estructuras más cercanas del parque eólico.



Fig 34. Lámina de agua de la charca 18. Se observan una gran cantidad de puestas de rana bermeja.



## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.18 Charca 19

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
19	415523	4764739	1.202	Pinar	Media	Media

#### Descripción

Pequeña charca semiconfinada situada al borde del camino de acceso existente del pinar, alimentada por la escorrentía superficial que desciende en forma de arroyos por la ladera este de Fuente del Moro. A pesar de contar con alimentación de ladera se encuentra seca durante los periodos menos lluviosos ya que su contenido se filtra por el terreno hacia la red de drenaje que más tarde formará el Río Irbienza. Se sitúa a unos 14 m de las estructuras más cercanas del parque eólico.

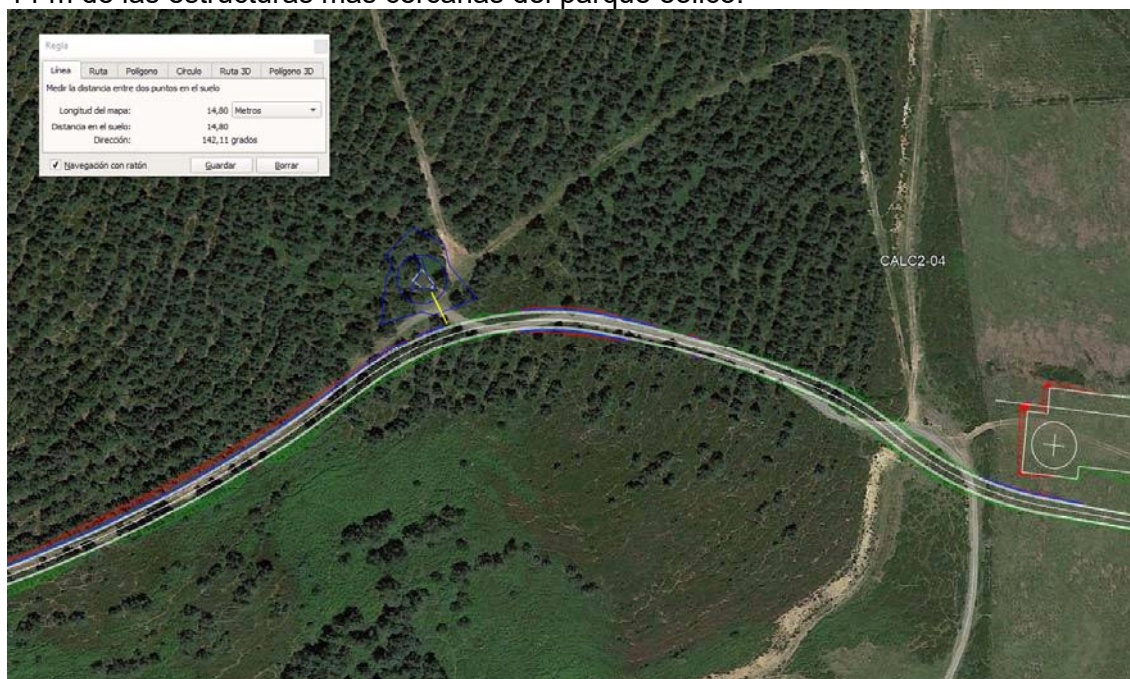


Fig 35. Situación de la charca 19 con respecto a las estructuras más cercanas del parque eólico.



Fig 36. Lámina de agua de la charca 19.





## PROSPECCIÓN DE CHARCAS PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

### 2.19 Charca 20

ID	UTM X	UTM Y	ALTITUD	ENTORNO	COVERTURA VEGETAL	PRESIÓN GANADERA
20	415954	4764723	1.140	Pastizal	Baja	Alta

#### Descripción

Se trata de la charca más pequeña de todas las existentes en el área de influencia del parque eólico con apenas 1,5 m de diámetro a pesar de lo cual sirve como abrevadero y zona de cría para anfibios aunque la continuidad de su lámina de agua está muy comprometida por su escasas entidad. Confinada y ombrotrófica, se sitúa sobre el pastizal de Monegro. Con la actual configuración del proyecto, las estructuras más cercanas se sitúan a unos 13 m de distancia de la charca.



Fig 37. Situación de la charca 20 (circulo amarillo).



Fig 38. Lámina de agua de la charca 20. Se aprecian algunas puestas de rana bermeja.



## **ANEXO V**

**MODIFICACIONES DE DISEÑO Y MEJORAS  
TECNOLÓGICAS PARA LA MEJOR INTEGRACIÓN AMBIENTAL  
DE LOS PARQUES EÓLICOS CAMPO ALTO Y LA COSTANA.  
SISTEMAS DE DETECCIÓN, DISUASIÓN Y PARADA. CAMBIOS  
DE POSICIÓN, TECNOLOGÍA Y BALIZAMIENTO NOCTURNO**



**ANEXO V**

**MODIFICACIONES DE DISEÑO  
Y  
MEJORAS TECNOLÓGICAS  
PARA LA MEJOR  
INTEGRACIÓN AMBIENTAL  
DE LOS  
PARQUES EÓLICOS  
CAMPO ALTO Y LA COSTANA**



*Mayo de 2023*

---



## **ÍNDICE DEL DOCUMENTO**

<b>1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS</b>	<b>3</b>
<b>2. OBJETO DEL DOCUMENTO</b>	<b>4</b>
<b>3. <u>CONDICIONANTE D.3.6.3. COMPATIBILIDAD DE LOS PARQUES EÓLICOS CON LOS SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES EXISTENTES.</u></b>	<b>4</b>
3.1 MODIFICACIÓN DE CALC04.	6
3.2 MODIFICACIÓN DE CALC10	7
3.3 MODIFICACIÓN DE CALC11	8
<b>4. <u>CONDICIONANTE D.2.4. DE LA DIA. SISTEMA DE DETECCIÓN, DISUASIÓN Y PARADA DE AEROGENERADORES PARA LA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.</u></b>	<b>9</b>
<b>5. <u>CONDICIONANTE D.2.5. DE LA DIA. BALIZAMIENTO NOCTURNO.</u></b>	<b>10</b>
<b>6. <u>CAMBIO DE MODELO DE AEROGENERADORES.</u></b>	<b>11</b>

## **1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS**

En fecha 25 de noviembre de 2020 Iniciativas Eólicas de Cantabria S.L. (IEC) solicitó la autorización administrativa previa para el parque eólico Campo Alto y sus infraestructuras comunes de evacuación. En la misma fecha IEC solicitó lo mismo para el proyecto del parque eólico de La Costana. No obstante y dado que ambos proyectos son contiguos y comparten infraestructuras, con objeto de no obviar ni minimizar especialmente aquellos impactos que se iban a producir de manera acumulativa y/o sinérgica, IEC presentó ante el órgano sustantivo el informe estudio de impacto ambiental conjunto de ambos proyectos, como si fueran un único parque eólico (P.E. Campo Alto-La Costana).

En fecha 12 de enero de 2023 la Dirección General de Biodiversidad, Medio Ambiente y Cambio Climático del Gobierno de Cantabria emitió resolución por la que formulaba la Declaración de impacto Ambiental Favorable al Parque Eólico Campo Alto-La Costana y sus infraestructuras de evacuación.

En el punto D.2 de la mencionada Declaración de Impacto Ambiental se establecían las Modificaciones al Proyecto Técnico siguientes:

*“Se aceptan las siguientes modificaciones del proyecto técnico propuestas por el promotor en la Adenda al EsIA presentada en diciembre de 2022, porque no generan efectos ambientales significativos distintos de los previstos originalmente y no afectan a otros bienes, eliminando o reduciendo algunas de las afecciones del proyecto inicial:*

*1.1. Supresión de los aerogeneradores CALC-01 y CALC-03. 1.2. Modificaciones inferiores a los 12”5 m respecto a las posiciones iniciales de los aerogeneradores CALC-02, CALC-06, CALC-07 y CALC-09. 1.3. Reubicación de la subestación eléctrica “Campo Alto” a 180 m al norte-noreste de la posición inicial, eliminando la construcción de un pórtico especial y reduciendo en igual medida la longitud de la línea eléctrica de evacuación. 1.4. Modificación del vial de acceso al parque eólico evitando el paso por la localidad de Monegro y accediendo por un camino preexistente en el km 9 +700 m de la CA-171. 1.5. Modificación del diseño de las torres y de la ubicación de los apoyos de la línea eléctrica de evacuación para evitar la afección directa a los hábitats de interés comunitario, eliminando la tala de arbolado y estableciendo una distancia de al menos 50 m de los apoyos a zonas higroturbosas. No se aceptan los cambios de ubicación de los aerogeneradores CALC-10, CALC-11 y CALC-12 propuestos por el promotor en la Adenda al EsIA presentada en diciembre de 2022, porque no suponen mejoras ambientales significativas respecto al proyecto inicial, debiéndose realizar las siguientes modificaciones:*

*2.1. El aerogenerador CALC-10 mantendrá la posición prevista en el proyecto inicial. 2.2. El aerogenerador CALC-11 habrá de ubicarse más cerca del borde del pinar, al norte de la posición prevista inicialmente, manteniéndose dentro del MUP 183 “Tiliado” y al menos a 400 m de la posición de CALC-10. Las coordenadas\* de CALC-11 incluidas en la tabla del siguiente apartado tienen carácter indicativo y habrán de precisarse en el proyecto constructivo aplicando las condiciones indicadas. 2.3. El aerogenerador CALC-12 deberá suprimirse por su afección a las aves rapaces planeadoras. Con los cambios indicados en los apartados anteriores, el parque eólico “Campo Alto-La Costana” dispondrá de 9 aerogeneradores con una potencia total de 35,4 MW, con los modelos y potencias unitarias indicados por el promotor, y las ubicaciones definidas en la siguiente tabla:*



# **MODIFICACIONES DE DISEÑO Y MEJORAS TECNOLÓGICAS PARA LA MEJOR INTEGRACIÓN AMBIENTAL**

## **PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA**

---

AEROGENERADOR	MODELO DE AEROGENERADOR	UTM X ETRS 89 (m)	UTM Y ETRS 89 (m)
CALC-01	Eliminado	Eliminado	Eliminado
CALC-02	GE 4.0-137. 4MW	415.008	4.764.684
CALC-03	Eliminado	Eliminado	Eliminado
CALC-04	GE 4.0-137. 4MW	415.801	4.764.702
CALC-05	GE 4.0-137. 4MW	416.170	4.764.702
CALC-06	GE 4.0-137. 4MW	416.637	4.764.784
CALC-07	GE 4.0-137. 4MW	416.867	4.765.060
CALC-08	GE 4.0-137. 4MW	417.117	4.765.264
CALC-09	GE 3.8-130. 3,8MW	417.418	4.765.959
CALC-10	GE 3.8-130. 3,8MW	417.808	4.766.045
CALC-11	GE 3.8-130. 3,8MW	418.170*	4.766.227*
CALC-12	Eliminado	Eliminado	Eliminado

\*Ver indicación en el apartado 2.2.

*Como medida preventiva de las afecciones a las aves, todos los aerogeneradores deberán estar provistos de dispositivos de detección, disuasión y parada (DDP), dotados de cámaras de estereovisión 360º, con módulos de disuasión estroboscópica y mediante sonidos, y módulo de parada*

*La señalización e iluminación del parque eólico se limitará en horario nocturno a la estrictamente necesaria por razones de seguridad y se realizará el balizamiento con luz roja fija, por ser la opción menos impactante para la fauna, del menor número posible de aerogeneradores que sea compatible con la normativa sectorial de aplicación y con las condiciones que establezca en su autorización la Agencia Estatal de Seguridad Aérea”.*

## **2. OBJETO DEL DOCUMENTO**

El objeto del presente documento es acreditar y presentar ante la Dirección General de Biodiversidad, Medio Ambiente y Cambio Climático del Gobierno de Cantabria las diferentes modificaciones técnicas y de diseño con las que adaptar el proyecto del parque eólico a las condiciones fijadas en la Declaración de Impacto Ambiental otorgada, así como hacer más sostenible el proyecto desde un punto de vista medioambiental.

Todas estas mejoras tecnológicas y modificaciones de diseño están integradas, diseñadas y presupuestadas en el Proyecto Constructivo de manera que forman un todo indisoluble con el mismo.

## **3. CONDICIONANTE D.3.6.3. COMPATIBILIDAD DE LOS PARQUES EÓLICOS CON LOS SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES EXISTENTES.**

Como se ha indicado anteriormente, la implantación reflejada en la Declaración de Impacto Ambiental mostraba la siguiente tabla:



## MODIFICACIONES DE DISEÑO Y MEJORAS TECNOLÓGICAS PARA LA MEJOR INTEGRACIÓN AMBIENTAL

### PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

AEROGENERADOR	MODELO DE AEROGENERADOR	UTM X ETRS 89 (m)	UTM Y ETRS 89 (m)
CALC-01	Eliminado	Eliminado	Eliminado
CALC-02	GE 4.0-137. 4MW	415.008	4.764.684
CALC-03	Eliminado	Eliminado	Eliminado
CALC-04	GE 4.0-137. 4MW	415.801	4.764.702
CALC-05	GE 4.0-137. 4MW	416.170	4.764.702
CALC-06	GE 4.0-137. 4MW	416.637	4.764.784
CALC-07	GE 4.0-137. 4MW	416.867	4.765.060
CALC-08	GE 4.0-137. 4MW	417.117	4.765.264
CALC-09	GE 3.8-130. 3,8MW	417.418	4.765.959
CALC-10	GE 3.8-130. 3,8MW	417.808	4.766.045
CALC-11	GE 3.8-130. 3,8MW	418.170*	4.766.227*
CALC-12	Eliminado	Eliminado	Eliminado

\*Ver indicación en el apartado 2.2.

Así mismo en el condicionante D.3.3.6. se decía textualmente:

*“Deberán incorporarse en el Proyecto Constructivo los condicionantes que establezca Retevisión-Celnex para evitar afecciones del Parque Eólico a los sistemas de radioenlace propiedad de la empresa”.*

Iniciativas Eólicas de Cantabria ha estado trabajando conjuntamente con Celnex-Retevisión para definir con precisión cualquier afección a los radioenlaces existentes y diseñar las modificaciones necesarias para eliminar estas interferencias.

Para ello, Iniciativas Eólicas de Cantabria ha trabajado con el informe de Celnex-Retevisión de fecha 21 de Octubre de 2021 en el que se definían los Radioenlaces existentes. Con el objeto de no interferir en los mismos, y a la vez cumplir con los condicionantes de la DIA, se han desplazado ligeramente algunas posiciones de aerogeneradores. A continuación se presenta la tabla con la nueva implantación y, en caso de desplazamiento de algún aerogenerador, la justificación del mismo.

POSICION	COORDENADAS DIA		PROPUESTA COORDENADAS PROYECTO		DISTANCIA CAMBIO (m)	JUSTIFICACIÓN
	X	Y	X	Y		
CALC-02	415.008	4.764.684	415.008	4.764.684	0	
CALC-04	415.801	4.764.702	415.802	4.764.723	21	SE DESPLAZA 21 m AL NORTE PARA ALEJARSE DE LA INFLUENCIA DEL RADIOENLACE. SE MANTIENE EN EL MISMO MUP
CALC-05	416.170	4.764.702	416.170	4.764.702	0	
CALC-06	416.637	4.764.784	416.637	4.764.784	0	
CALC-07	416.867	4.765.060	416.867	4.765.060	0	
CALC-08	417.117	4.765.264	417.117	4.765.264	0	
CALC-09	417.418	4.765.959	417.418	4.765.959	0	
CALC-10	417.808	4.766.045	417.784	4.766.106	66	SE DESPLAZA 66 m AL NORTE PARA ALEJARSE DE LA INFLUENCIA DEL RADIOENLACE. SE MANTIENE EN EL MISMO MUP
CALC-11	418.170	4.766.227	418.332	4.766.311	182	SE DESPLAZA 182 m AL NORESTE PARA ALEJARSE DE LA INFLUENCIA DEL RADIOENLACE Y DE LA MASA FORESTAL. SE MANTIENE EN EL MISMO MUP

En las imágenes siguientes se observan las direcciones de los radioenlaces emitidos por las antenas (línea verde) que no debe ser interceptados por las palas de los aerogeneradores de acuerdo al informe de Octubre de 2021.

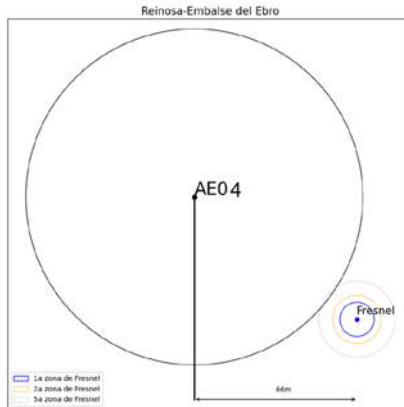


## **MODIFICACIONES DE DISEÑO Y MEJORAS TECNOLÓGICAS PARA LA MEJOR INTEGRACIÓN AMBIENTAL**

### **PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA**

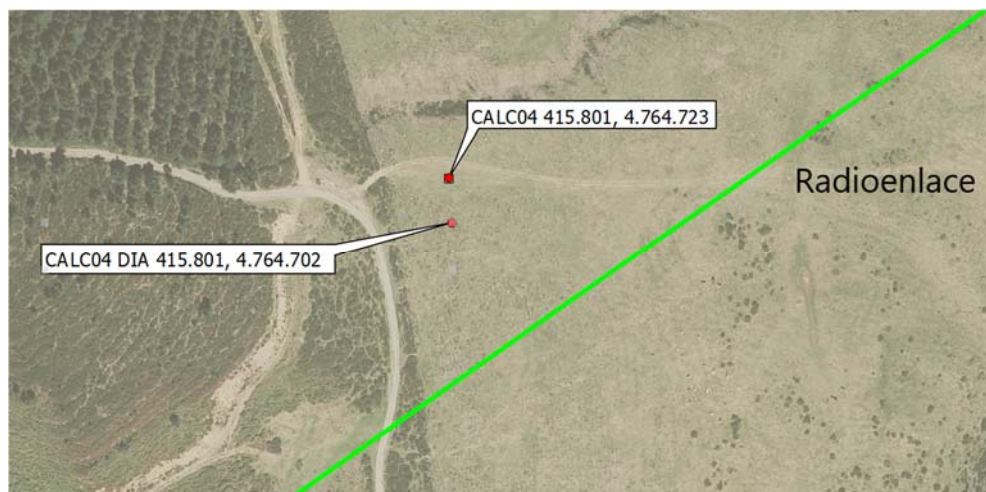
---

Tal y como indicaban estos informes, el área barrida por el rotor no debe interceptar la quinta zona de Fresnel del radioenlace. En la imagen adjunta se observa el esquema técnico en el que se basa Retevisión, reflejando el diámetro barrido por las palas y el área del radioenlace.



### **3.1 Modificación de CALC04.**

Con el fin de evitar cualquier afección al radioenlace se ha desplazado 21 m al Norte la posición del aerogenerador. En la imagen adjunta se observa que el aerogenerador se mantiene en el mismo Monte de Utilidad Pública y no existen afecciones medioambientales adicionales.



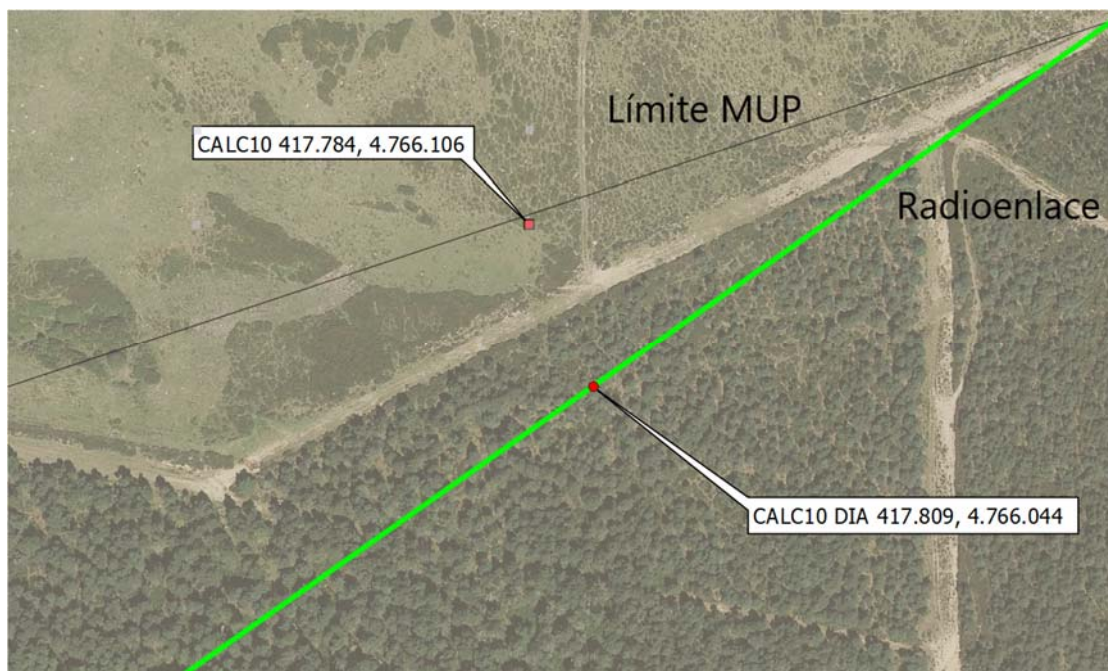
En esta imagen se el centro del aerogenerador está suficientemente alejado del radioenlace. En correo de fecha 14 de Marzo de 2023, Retevisión-Celnex indicó textualmente lo siguiente “Con la nueva ubicación del CALC-02 se libra la afectación al radioenlace REINOSA-EMBALSE DE EBRO por completo.”





### 3.2 Modificación de CALC10

Con el fin de evitar cualquier afección al radioenlace se propone desplazar 66 m al Norte la posición del aerogenerador. En la imagen adjunta se observa que el aerogenerador se mantiene en el mismo Monte de Utilidad Pública además de reducirse muy significativamente la afección sobre el Bosque. Estas modificaciones redundan en una disminución global de la afección medioambiental.



En la imagen adjunta se aprecia como la distancia del centro del aerogenerador es suficiente para no afectar el radioenlace.



### 3.3 Modificación de CALC11

Con el fin de evitar la afección al radioenlace Embalse del Ebro-Reinosa (Línea verde) y de cumplir con el condicionante de la DIA;

*“El aerogenerador CALC11 habrá de ubicarse más cerca del borde del pinar, al norte de la posición prevista inicialmente, manteniéndose dentro del MUP 183 Tiliado y al menos a 400 m de la posición del CALC10”*

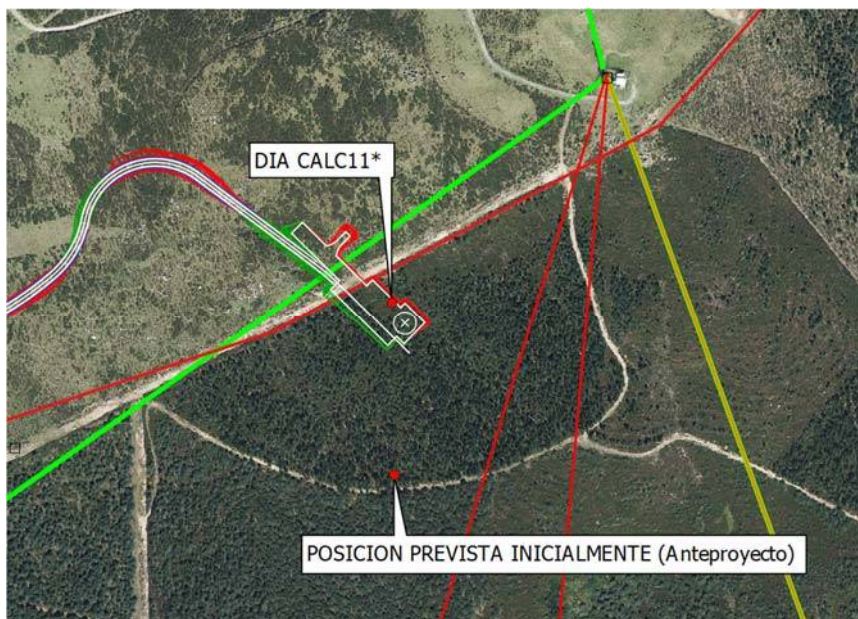
se ha desplazado 22 m al Sureste la posición del aerogenerador CALC11.

En la imagen adjunta se observa que el aerogenerador se mantiene en el mismo Monte de Utilidad Pública.





En la imagen adjunta se observa como la distancia del centro del aerogenerador es suficiente como para no afectar a los radioenlaces y se mantiene en los límites del borde del pinar.



En cualquier caso, Iniciativas Eólicas de Cantabria se compromete a colaborar con Celhex-Retevisión para en caso de que la emisión de TDT se vea afectada, implementar a su coste la solución técnico-económica más eficiente.

#### **4. CONDICIONANTE D.2.4. DE LA DIA. SISTEMA DE DETECCIÓN, DISUASIÓN Y PARADA DE AEROGENERADORES PARA LA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA.**

El condicionante 2.2.4. de la Declaración de Impacto Ambiental establece lo siguiente;

*“Como medida preventiva de las afecciones a las aves, todos los aerogeneradores deberán estar provistos de dispositivos de detección, disuasión y parada (DDP), dotados de cámaras de estereovisión 360º, con módulos de disuasión estroboscópica y mediante sonidos, y módulo de parada.”.*

El Proyecto Constructivo diseña y presupuesta un sistema que está basado en las siguientes tecnologías;

- Tecnología de Visión Artificial adaptada a cámaras 360º de estereovisión que, una vez detectado el objeto, procederá a analizar dicha imagen para identificar el tipo de objeto/ave. La algoritmia VA será la encargada de procesar estas imágenes en tiempo real y clasificar en ellas el tipo de objeto/ave de que se trata y comunicárselo al radar para su seguimiento.
- Sistemas de disuasión.
- Algoritmia: para determinar trayectorias posibles de aproximación y lanzar aviso/alarmas en función del tipo de objeto identificado, la determinación de las áreas de aviso y de peligro y las reglas de actuación establecidas. En el caso de identificación positiva de aves protegidas se tendrá la posibilidad de enviar comandos de parada a los scadas de los aerogeneradores afectados. Estas condiciones podrán ser modificadas

## **MODIFICACIONES DE DISEÑO Y MEJORAS TECNOLÓGICAS PARA LA MEJOR INTEGRACIÓN AMBIENTAL**

### **PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA**

---

e irse ajustando en un proceso iterativo con objeto de encontrar las condiciones óptimas que reduzcan el mayor número de incidentes.

- Análisis Forense para conocer los avisos/alarmas realizados, paradas realizadas, identificación del 'objeto' culpable (incluida foto), registro de las trayectorias, tipos y altura de los vuelos realizados, condiciones que causaron en el caso de las aves el lanzamiento de paradas de los aerogeneradores, etc...
- Integración con el Scada del Parque Eólico mediante conexiones de Fibra Óptica. Esta integración permite:
  - Al sistema de detección de Aves obtener los datos necesarios de la planta para la optimización del algoritmo en cuanto a la generación de propuestas de actuación sobre el aerogenerador ( ej.- estado marcha/paro aerogeneradores, velocidad giro, orientación góndola, etc).
  - Al sistema de Control del parque eólico, obtener del sistema de detección de Aves las propuestas de mando ( ej.- parada o arranque del aerogenerador, etc) para ejecución directa o supervisada de las mismas ( dependiendo de la lógica de control que se implemente en la planta).

La localización de cada una de estas cámaras, de manera que cubran adecuadamente a cada aerogenerador se ha diseñado de la forma siguiente; en cada plataforma se ubicará un pequeño poste de 5-7 m de altura que integrará las cámaras y estará conectado mediante cables de alimentación eléctrica de y de fibra óptica a la red eléctrica y de control del Parque Eólico.

Los planos del Proyecto Constructivo que muestran la posición de cada poste están son los siguientes:

- IIES-TPY-CAA1050-0001\_V0\_Plano disposición cámaras de detección de aves-0
- IIES-TPY-CAA1050-0001\_V0\_Plano disposición cámaras de detección de aves-1
- IIES-TPY-CAA1050-0001\_V0\_Plano disposición cámaras de detección de aves-2
- IIES-TPY-CAA1050-0001\_V0\_Plano disposición cámaras de detección de aves-3

En el presupuesto del Proyecto Constructivo (Documento 4), y más concretamente en la partida 2.0.1.12 aparece el importe total y unitario para cada uno de estos sistemas:

Para el Parque Eólico Campo Alto el importe total asciende a 240.000 € y para el Parque Eólico La Costana asciende a 120.000 €.

## **5. CONDICIONANTE D.2.5. DE LA DIA. BALIZAMIENTO NOCTURNO.**

El condicionante D.2.5. de la Declaración de Impacto Ambiental dice textualmente:

*“La señalización e iluminación del parque eólico se limitará en horario nocturno a la estrictamente necesaria por razones de seguridad y se realizará el balizamiento con luz roja fija, por ser la opción menos impactante para la fauna, del menor número posible de aerogeneradores que sea compatible con la normativa sectorial de aplicación y con las condiciones que establezca en su autorización la Agencia Estatal de Seguridad Aérea”.*

En febrero de 2022 la Agencia Estatal de Seguridad Aérea envió informes favorables a la instalación de los Parques Eólicos Campo Alto y La Costana, indicando las condiciones de balizamiento.



# **MODIFICACIONES DE DISEÑO Y MEJORAS TECNOLÓGICAS PARA LA MEJOR INTEGRACIÓN AMBIENTAL**

## **PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA**

---

Para ello se establecía lo siguiente para el Parque Eólico Campo Alto y La Costana.

Para la iluminación del parque eólico, se balizarán los aerogeneradores **CA-1, CA-2, CA-4, CA-6 y CA-8**, con un **sistema dual media A/media C** en la barquilla. Durante el día y el crepúsculo (luminancia de fondo superior a 500 cd/m<sup>2</sup>, y entre 50 cd/m<sup>2</sup> y 500 cd/m<sup>2</sup>, respectivamente) la iluminación será de *media intensidad tipo A*, mientras que en la noche (luminancia de fondo inferior a 50 cd/m<sup>2</sup>) ésta será de *media intensidad tipo C*.

La secuencia de parpadeos de las luces de obstáculo de todos los aerogeneradores iluminados deberá sincronizarse de manera que la secuencia de pulsos se inicie en 00.00.00 segundos según UTC con un desplazamiento admisible del punto cero de  $\pm 50$  ms.

Para la iluminación del parque eólico, se balizarán los aerogeneradores **LC-1, LC-2 y LC-4**, con un **sistema dual media A/media C** en la barquilla. Durante el día y el crepúsculo (luminancia de fondo superior a 500 cd/m<sup>2</sup>, y entre 50 cd/m<sup>2</sup> y 500 cd/m<sup>2</sup>, respectivamente) la iluminación será de *media intensidad tipo A*, mientras que en la noche (luminancia de fondo inferior a 50 cd/m<sup>2</sup>) ésta será de *media intensidad tipo C*.

Por tanto, la iluminación nocturna se realizará en ambos parques con balizas tipo C.

De acuerdo a la guía de AESA, las balizas tipo C son luces rojas fijas, en concreto en el punto 6.1.2. en el que define lo siguiente:

*“6.1.2 LUCES DE OBSTÁCULOS DE MEDIANA INTENSIDAD Las luces de obstáculos de mediana intensidad deberán regirse igualmente por las características expuestas en la Tabla Q-1 del Capítulo Q de las especificaciones de certificación para el diseño de aeródromos CS ADR[1]DSN del Reglamento (UE) nº 139/2014 de la Comisión de 12 de febrero de 2014, adjunta en el Anexo 4, al final de este documento. Asimismo, cumplirán los requisitos de las especificaciones CS ADR-DSN.U.930 de dicho Reglamento en relación a los colores de las luces aeronáuticas en tierra y las Figuras U1-A o U1-B, según corresponda. Las luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipo A, serán luces blancas de destellos, las de Tipo B serán luces rojas de destellos y las de **Tipo C serán luces rojas fijas**. Además, los destellos de las luces de obstáculos de mediana intensidad, Tipos A y B, instaladas en un objeto, serán simultáneos. Para objetos con altura superior a 45 m e inferior a 150 m sobre el terreno circundante pueden utilizarse luces de obstáculo de baja intensidad de Tipo A y B si se considera suficiente dicho nivel de iluminación”.*

Por tanto el balizamiento que propone AESA coincide con el definido en el condicionante de 2.2.4 de la DIA.

## **6. CAMBIO DE MODELO DE AEROGENERADORES.**

La tecnología y sus aplicaciones avanza de forma imparable, lo que permite mejorar procesos y sistemas que redundan de forma positiva en la mejora de la calidad de vida global y de la sostenibilidad de nuestras sociedades.

Las energías renovables y en concreto la energía eólica, son un sector que se ha visto muy beneficiado por el constante desarrollo tecnológico.

Cada nuevo desarrollo tecnológico hace a la energía eólica más sostenible siendo un pilar fundamental de la transición ecológica.





## **MODIFICACIONES DE DISEÑO Y MEJORAS TECNOLÓGICAS PARA LA MEJOR INTEGRACIÓN AMBIENTAL**

### **PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA**

---

Para el caso concreto de los Proyectos de los Parques Eólicos Campo Alto y La Costana, podemos decir que se han visto continuamente sobrepasados por los avances tecnológicos. A fecha de hoy, estos proyectos deben adaptarse y a los nuevos desarrollos tecnológicos lo que redundará en Proyectos más sostenibles, eficientes y con más aceptación social.

Los modelos de aerogeneradores planteados en el anteproyecto presentado en noviembre del 2020 eran los siguientes:

- GE-4.0 de 4 MW de potencia, con diámetro de rotor de 137m y altura de buje de 81.5m.y 150 m de altura total (altura torre+pala)
- GE-3.8 de 3,8 MW con diámetro de rotor de 130m y altura de buje de 85m y 150 m de altura total (altura torre+pala)

Durante estos dos últimos años, los tecnólogos no sólo han mejorado los diseños de sus aerogeneradores, sino que alguno de sus modelos ha quedado descatalogados. Este es el caso del modelo GE-3.8 que hoy en día General Eléctric ya no fabrica.

Es por esto que Iniciativas Eólicas de Cantabria, y con el fin de hacer el proyecto lo más sostenible posible, siempre respetando los condicionantes de la Declaración de Impacto Ambiental, ha sondeado el mercado actual de aerogeneradores, concluyendo que el más adecuado es el modelo V136 de 82 m de altura de buje. Este aerogenerador tiene una potencia unitaria de 4,5 MW. La altura total del aerogenerador, contando la pala, es igualmente de 150 m.

Las plataformas de montaje de ambos aerogeneradores son muy similares, e incluso la superficie total de la V136 es ligeramente menor. Esto implica que la superficie de obra civil sobre el terreno es ligeramente menor con el nuevo modelo de aerogenerador.

Para contrastar y verificar esta afirmación, a continuación se muestran sendas imágenes con las especificaciones de las plataformas de montaje y se realiza una comparativa detallada entre ambas.





## **MODIFICACIONES DE DISEÑO Y MEJORAS TECNOLÓGICAS PARA LA MEJOR INTEGRACIÓN AMBIENTAL**

### **PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA**

---

Ambas plataformas son bastante similares en forma, y aunque algunas dimensiones varían, se puede concluir que la plataforma de la V136 es un poco menor.

- **Acopio tramos torres:**
  - **Ancho:**
    - Acopio total: 40,5m (V136) frente a 32m (GE137). **Peor**
    - **Acopio parcial:** 31 m (V136) frente a 32m (GE137). **Similares.**
  - **Largo:** 59,5m (V136) frente a 75 (GE137). **Mejor**
- **Acopio palas:**
  - **Ancho:** 15m (V136) frente a 17m (GE137). **Similares.**
  - **Largo:** 73,7m (V136) frente a 82m (GE137). **Mejor**
- **Montaje Pluma:**
  - **Ancho:** 7m (V136) frente a 15m (GE137). **Mejor**
  - **Largo:** 78m (V136) frente a 105 (GE137). **Mejor**
- **Grúa:**
  - **Ancho:** 21,5 (V136) frente a 20m (GE137). **Similares**
  - **Largo:** 20m (V136) frente a 50m (GE137). **Mejor**

En esta comparativa se verifica que en casi todas las dimensiones es menos impactante la plataforma de la V-136 por lo que la superficie de obra civil también será menor.

El ancho de los caminos es exactamente el mismo para ambas tecnologías.

El hecho de que la V136 tenga más potencia unitaria (4,5 MW frente a 4 MW), permite aprovechar mejor el espacio disponible, generando más energía renovable con las mismas afecciones medioambientales. Esto hace que un proyecto planteado por aerogeneradores V136 sea más sostenible que uno con GE-137.

El aumento de potencia que supone este cambio frente a lo recogido en la DIA queda aún lejos de alcanzar los más de 47 MW de potencia que se solicitaron en el proyecto original.

Adicionalmente, se han analizado y comparado las especificaciones acústicas suministradas por los fabricantes de acuerdo a la IEC (**I**nternational **E**lectrotechnical **C**ommission), habiéndose obtenido las siguientes tablas:



# MODIFICACIONES DE DISEÑO Y MEJORAS TECNOLÓGICAS PARA LA MEJOR INTEGRACIÓN AMBIENTAL

## PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

Para el aerogenerador modelo GE-137 de 4MW tenemos:

GE Renewable Energy

- Original Document -

Product Acoustic Specifications

Normal Operation - A-weighted Octave Spectra [dB]													
Hub Height Wind Speed [m/s]	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Wind speed at 10 m height for a hub height of 81.5 m [m/s]	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.2	7.9	8.6	9.3	10.0	10.7	
Wind speed at 10 m height for a hub height of 111.5 m [m/s]	2.7	3.4	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6	8.2	8.9	9.6	10.3	
Wind speed at 10 m height for a hub height of 131.4 m [m/s]	2.7	3.4	4.0	4.7	5.4	6.1	6.7	7.4	8.1	8.7	9.4	10.1	
Frequency [Hz]	16	54.5	54.5	58.0	61.4	64.5	66.8	68.5	68.5	68.5	68.5	68.5	68.5
	32	66.5	66.5	70.0	73.4	76.5	78.8	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5	80.5
	63	74.8	74.8	78.3	81.7	84.8	87.1	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8
	125	80.6	80.6	84.1	87.5	90.6	92.9	94.6	94.6	94.6	94.6	94.6	94.6
	250	84.4	84.4	87.9	91.3	94.4	96.7	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4
	500	87.4	87.4	90.9	94.3	97.4	99.7	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4
	1000	90.1	90.1	93.6	97.0	100.1	102.4	104.1	104.1	104.1	104.1	104.1	104.1
	2000	90.0	90.0	93.5	96.9	100.0	102.3	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0	104.0
	4000	81.7	81.7	85.2	88.6	91.7	94.0	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7	95.7
	8000	67.2	67.2	70.7	74.1	77.2	79.5	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2	81.2
Total Sound Power Level [dB]	95.0	95.0	98.5	101.9	105.0	107.3	109.0	109.0	109.0	109.0	109.0	109.0	109.0

Table 1: Normal Operation Apparent Sound Power Level as a function of wind speeds





# MODIFICACIONES DE DISEÑO Y MEJORAS TECNOLÓGICAS PARA LA MEJOR INTEGRACIÓN AMBIENTAL

## PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO - LA COSTANA

Y para el aerogenerador VESTAS-136 de 4.5 MW

**RESTRICTED**

Document no.: 0067-7056.V02  
Issued by: Technology R&D  
Type: T05

Performance Specification  
Power Curves, Ct Values and Sound Curves,  
Sound Optimized Mode SO12 (HWO)

Date: 2021-09-03  
Restricted  
Page 24 of 39

Original Instruction: T05 0067-7056 VER 02

### 8.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO12 (HWO)

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Air density: $1.225 \text{ kg/m}^3$
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO12 (HWO) (Blades with serrated trailing edge)
3	92.1
4	92.4
5	93.0
6	94.9
7	97.1
8	98.8
9	99.7
10	99.9
11	99.9
12	99.9
13	99.9
14	99.9
15	99.9

Table 8-3: Sound curves, Sound Optimized Mode SO12 (HWO)

Si realizamos una breve comparativa a diferentes velocidades de viento tenemos lo siguiente:

	4 m/s	7 m/s	11 m/s	15 m/s
GE137 4 MW (db altura buje)	95	101,9	109	109
V136 4,5 MW (db altura buje)	92,4	97,1	99,9	99,9

Por lo que podemos concluir que el nivel sonoro ejercido por la V136 de 4,5 MW de potencia es menor que el generado por la GE137 de 4 MW de potencia.





## ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Rev.	Fecha	Descripción	Emitido	Revisado	Aprobado
V0	13/03/2023	Edición preliminar	HGL	HGL	BRJ
V1	16/03/2023	Comentarios Iberdrola	HGL	HGL	BRJ

## ÍNDICE

### DOCUMENTO Nº1. MEMORIA

1.	MEMORIA INFORMATIVA	9
1.1	OBJETO	9
1.2	DATOS DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	9
2.	MEMORIA DESCRIPTIVA	9
2.1	TRABAJOS A REALIZAR	9
2.2	EMPLAZAMIENTO	10
2.3	CLIMATOLOGÍA	11
2.4	ACCESOS Y VALLADO	11
2.5	ORDEN Y LIMPIEZA	11
2.6	SERVICIOS PÚBLICOS	12
2.7	INSTALACIONES DE OBRA	12
3.	RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS PROCESOS DE OBRA	12
3.1	INSTALACIONES INICIALES	12
3.2	REPLANTEO	19
3.3	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO	20
3.4	MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL	21
3.5	EXCAVACIONES DE ZANJAS, CIMENTACIONES Y VARIAS	23
3.6	RELLENOS DE TIERRAS Y ROCAS	28
3.7	COMPACTACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE TERRENOS	30
3.8	CIMENTACIONES	31
3.9	AGOTAMIENTO	35
3.10	COLOCACIÓN DE TUBERÍAS EN EL INTERIOR DE LA ZANJA	36
3.11	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	37
3.12	PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE ARMADURA	39
3.13	HORMIGONADO, VIBRADO Y CURADO	41
3.14	TRABAJOS EN ALTURA	43
3.15	SOLDADURA AUTÓGENA	47
3.16	ACOPIOS Y ALMACENAMIENTOS DE MATERIAL	52
3.17	CONTROL DE EJECUCIÓN, VISITAS Y TRÁNSITO GENERAL EN ZONA DE OBRA	53

---

3.18	MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	54
3.19	TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS	56
3.20	TRABAJOS EN AMBIENTES PULVÍGENOS	58
3.21	MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS	59
3.22	MANIPULACIÓN MECÁNICA DE CARGAS	60
3.23	MONTAJE DE SOPORTES	65
3.24	INSTALACIÓN Y MONTAJE DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS	67
3.25	PINTURA DE TUBERÍAS, SOPORTES Y ACCESORIOS	69
3.26	MONTAJE DE ELEMENTOS	70
3.26.1	MONTAJE DE EQUIPOS MECÁNICOS	70
3.26.2	MONTAJE DE AEROGENERADORES	72
3.27	MONTAJE DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	74
3.28	MONTAJE PARA BANDEJAS DE CABLEADO	76
3.29	INSTALACIÓN Y TENDIDO DE CABLES	78
3.30	CONEXIONES DE CABLES	79
3.31	INSTALACIÓN E INTERCONEXIÓN DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS	81
3.32	ACTIVIDADES Y PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA	82
3.32.1	PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	82
3.32.2	PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS MECÁNICOS	85
3.32.3	PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS QUE SUPONGAN TRASIEGO O MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	87
4.	EQUIPOS DE TRABAJO	89
4.1	RIESGOS GENÉRICOS DE LA MAQUINARIA	89
4.2	NORMAS BÁSICAS GENÉRICAS DE SEGURIDAD EN USO Y MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA	90
4.3	MEDIDAS DE USO COMÚN PARA PROTECCIÓN INDIVIDUAL	92
4.4	MEDIDAS DE USO COMÚN PARA PROTECCIÓN COLECTIVA	93
4.5	MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRA Y TRABAJOS EXTERIORES	93
4.5.1	MARTILLO ROMPEDOR	93
4.5.2	PALA CARGADORA DE NEUMÁTICOS, MINIPALA CARGADORA	94
4.5.3	RETROEXCAVADORA	96
4.5.4	CAMIÓN DÚMPER	98
4.5.5	DÚMPER (MONOVOLQUETE AUTOPROPULSADO)	100

---

4.5.6	RODILLO VIBRANTE.	101
4.6	EQUIPOS DE HORMIGONADO	103
4.6.1	CAMIÓN HORMIGONERA	103
4.6.2	HORMIGONERA ELÉCTRICA (PASTELERA).	104
4.6.3	VIBRADORES	106
4.7	EQUIPOS DE ELEVACIÓN	107
4.7.1	GRÚAS AUTOPROPULSADAS	107
4.7.2	AUTOCARGANTE	109
4.7.3	POLIPASTO ELÉCTRICO	111
4.7.4	CARRETILLA ELEVADORA	113
4.7.5	PLATAFORMAS ELEVADORAS	114
4.7.6	PLATAFORMA TELESCÓPICA AUTOPROPULSADA	116
4.8	EQUIPOS PARA LA EJECUCIÓN DE FIRMES Y PAVIMENTOS	117
4.8.1	CAMIÓN DE RIEGO ASFÁLTICO	117
4.8.2	EXTENDEDORA DE AGLOMERADO	119
4.8.3	COMPACTADORA DE NEUMÁTICOS	120
4.8.4	COMPACTADORA VIBRANTE	121
4.9	EQUIPOS SUMINISTRO DE ENERGÍA	123
4.9.1	GRUPO ELECTRÓGENO	123
4.9.2	COMPRESOR	124
4.10	EQUIPOS DE CORTE	125
4.10.1	CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO	125
4.10.2	SIERRA CIRCULAR	126
4.11	HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS MANUALES	128
4.12	HERRAMIENTAS MANUALES	130
4.13	VEHÍCULOS	131
5.	MEDIOS AUXILIARES	133
5.1	ANDAMIOS TUBULARES Y MODULARES	133
5.2	ESCALERAS DE MANO Y DE TIJERA	135
6.	INSTALACIONES DE OBRA	137
6.1	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA Y BAJA TENSIÓN Y TRANSFORMADORES	137
6.2	TALLER MECÁNICO	139

---

6.3	TALLER DE FERRALLA	140
6.4	TALLER DE CARPINTERÍA	141
6.5	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS DE OBRA	142
7.	EVALUACIÓN DE RIESGOS	144
8.	INTRODUCCIÓN	252
9.	NORMATIVA	252
9.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	254
10.	CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO Y CONSERVACIÓN DE ÚTILES Y HERRAMIENTAS	254
11.	CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MAQUINAS Y EQUIPOS	254
11.1	CONSIDERACIONES DE LOS ANDAMIOS	255
11.2	CONSIDERACIONES DE LOS MEDIOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	256
12.	CARACTERÍSTICAS, EMPLEO Y CONSERVACIÓN DE LOS EQUIPOS PREVENTIVOS	257
12.1	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)	257
12.2	LISTA INDICATIVA Y NO EXHAUSTIVA DE EPI'S:	258
12.2.1	CONDICIONES GENERALES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	261
12.2.2	MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	261
12.3	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	262
12.3.1	CONSIDERACIONES GENERALES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	262
12.3.2	CONDICIONES ESPECÍFICAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	262
12.3.3	MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA	265
13.	SEÑALIZACIÓN DE OBRA	265
13.1	SEÑALIZACIÓN VIAL	265
13.2	SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS EN EL TRABAJO	266
14.	ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN OBRA	266
14.1	PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA	266
14.2	COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	266
14.3	COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES	267



---

14.3.1	ACCIONES A REALIZAR ANTE LA CONCURRENCIA DE TRABAJADORES DE VARIAS EMPRESAS EN UN MISMO CENTRO DE TRABAJO	268
14.3.2	MEDIOS DE COORDINACIÓN	269
14.3.3	FUNCIONES DE LA PERSONA O PERSONAS ENCARGADAS DE LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PREVENTIVAS	271
14.4	RECURSOS PREVENTIVOS	271
14.4.1	PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS	271
14.4.2	NECESIDAD DE LA PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS	271
14.4.3	PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN	273
14.4.4	CONSIDERACIÓN DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS	274
15.	REGULACIÓN DE LA SUBCONTRATACIÓN	274
15.1	ACREDITACIONES	275
15.2	REGISTRO DE EMPRESAS ACREDITADAS	276
15.3	DOCUMENTACIÓN DE LA SUBCONTRATACIÓN	277
15.4	LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN	277
16.	DETECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS HIGIÉNICOS Y MEDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS MISMOS	278
17.	FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES	278
18.	VIGILANCIA DE LA SALUD. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS	279
19.	CENTROS ASISTENCIALES	280
20.	ACCIDENTES LABORALES	280
20.1	ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL	280
20.2	COMUNICACIONES EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL	281
20.3	PRIMEROS AUXILIOS	281
20.4	BOTIQUÍN	282
21.	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	283
21.1	DOTACIÓN DE ASEOS	283
21.2	DOTACIÓN DE VESTUARIOS	283
21.3	DOTACIÓN DEL COMEDOR	283
22.	NORMAS DE AUTORIZACIÓN DEL USO DE MAQUINARIA Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA	284
23.	OBLIGACIONES DE LAS EMPRESAS CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	284
23.1	OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DE LA EMPRESA CONTRATISTA	284

23.2	OBLIGACIONES LEGALES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS	286
24.	NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE MATERIALES Y SUBSTANCIAS PELIGROSAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO	287
25.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	287
26.	PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN	288
27.	LIBRO DE INCIDENCIAS	289
28.	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	290
29.	MEDICIONES	268
29.1	ORGANIZACIÓN Y CONTROL	268
29.2	SERVICIO TÉCNICO DE SEGURIDAD Y SALUD	268
29.3	SERVICIO MÉDICO	268
29.4	PROTECCIONES COLECTIVAS	269
29.5	PROTECCIONES INDIVIDUALES	269
29.6	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	269
29.7	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	269
30.	PRESUPUESTO	269
30.1	ORGANIZACIÓN Y CONTROL	269
30.2	SERVICIOS MÉDICOS	270
30.3	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	270
30.4	PROTECCIONES COLECTIVAS	270
30.5	PROTECCIONES INDIVIDUALES	271
30.6	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	273
30.7	RESUMEN PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD	273

## **FIGURAS**

FIGURA 1	DISPOSICIÓN DEL PE CAMPO ALTO Y ST CAMPO ALTO	10
----------	---	----

## **TABLAS**

TABLA 1	RELACIÓN DE POBLACIONES MÁS CERCANAS AL PE CAMPO ALTO.	10
---------	--	----

DOCUMENTO Nº1. MEMORIA

## **1. MEMORIA INFORMATIVA**

### **1.1 OBJETO**

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.

La evaluación de riesgos incluida en el presente Estudio de seguridad y salud incluye únicamente los riesgos de Seguridad en el Trabajo. No están incluidos, en el caso de que existan, la identificación y evaluación de los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes, riesgos higiénicos (contaminantes físicos, químicos y biológicos) y riesgos ergonómicos y psicosociales.

### **1.2 DATOS DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Denominación del Proyecto: Parque eólico Campo Alto 27 MW

La redacción de este Estudio de Seguridad y Salud es responsabilidad de AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA S.L. (R.D. 1627/1997)

El presupuesto de ejecución material del proyecto asciende a la cantidad de 22.616.587,01€, de los cuales 3.445.767,03 € se corresponden a la obra civil, montaje y puesta en marcha y 85.017,83 € a la Seguridad y Salud laboral propiamente.

La obra tendrá una duración aproximada de 6 meses.

Se considera una punta máxima de 55 trabajadores, en el mes de mayor producción de la obra y una media de 30 trabajadores

## **2. MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **2.1 TRABAJOS A REALIZAR**

El proyecto consiste en la ejecución de una instalación eólica de 27 MW ubicada en el municipio de Campoo de Yuso (Cantabria). La planta se compondrá de 6 aerogeneradores Vestas V136-4.5 HH 82 m de 4,5 MW, evacuando la energía generada a través de una subestación en la instalación, y una línea que evacuará a la subestación correspondiente de la Empresa Distribuidora.

Para la evacuación de la energía generada por el parque eólico se pretende instalar una subestación eléctrica "ST CAMPO ALTO 30/220 kV", para elevar la tensión de generación de la planta hasta los 220 kV, tensión del punto de evacuación.

La subestación colectora estará formada por:

- Parque de intermedia de 30 kV
- Una (1) posición de transformador 30/220 kV de 55 MVA.
- Una (1) posición de barras de 220 kV.
- Dos (2) posiciones de línea de 220 kV.

Este estudio comprende la ejecución del parque eólico.

## 2.2 EMPLAZAMIENTO

El parque eólico se encuentra situado en el término municipal de Campoo de Yuso en la provincia de Cantabria. Sus datos son los que se presentan a continuación:

- Provincia: Cantabria
- Municipios: Campoo de Yuso
- Ubicación: Emplazamiento de montaña situado a 80 km al sur de Santander.

Los núcleos de población más cercanos a las instalaciones propuestas, y sus números de habitantes son los siguientes:

Localidad	Número de habitantes
Orzales	77
Monegro	56
La Costana	78
Servillejas	9
San Miguel de Aguayo	71

Tabla 1 Relación de poblaciones más cercanas al PE Campo Alto.

A continuación, se muestra una foto en detalle de las zonas donde se va a implantar la instalación:

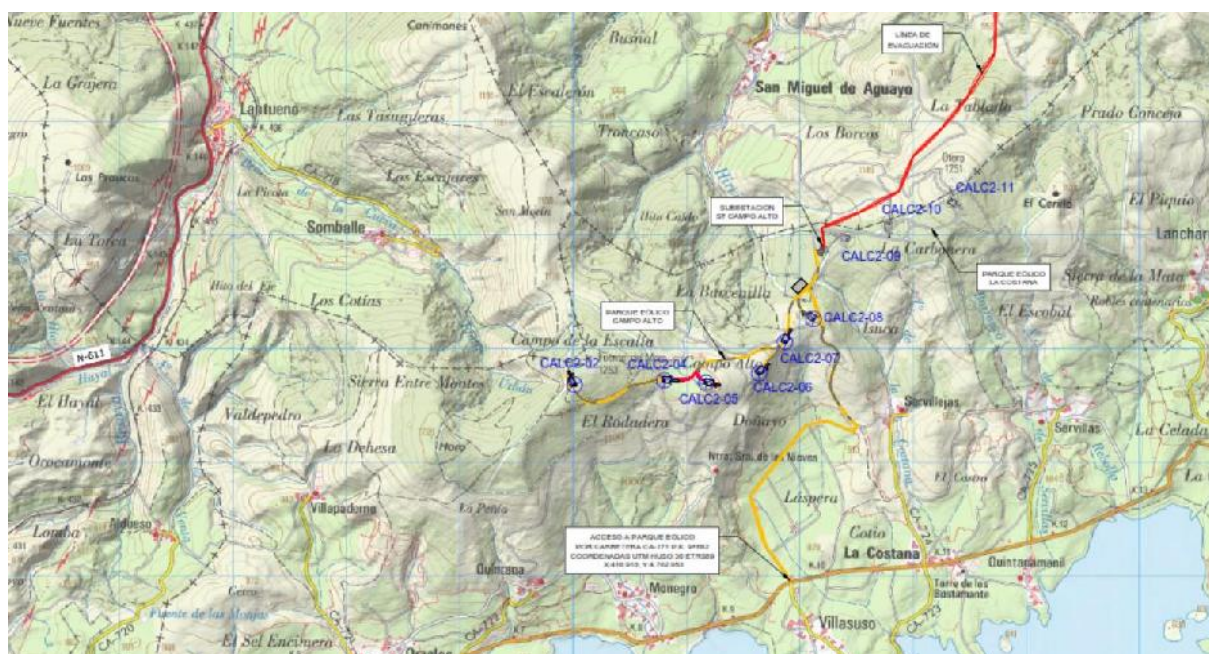


Figura 1 Disposición del PE Campo Alto y ST Campo Alto



El acceso general al parque eólico se realizará a partir de la infraestructura viaria existente, en concreto a través de la carretera CA-171. Por otro lado, el acceso a la subestación se realizará a través de un ramal desde un camino interior del parque.

### **2.3 CLIMATOLOGÍA**

Para este proyecto se han analizado los datos meteorológicos proporcionados por MITMA Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana del Gobierno de España.

### **2.4 ACCESOS Y VALLADO**

El acceso a las instalaciones se realizará por el camino de acceso a partir de la infraestructura viaria existente, en concreto a través de la carretera CA-171.

Este acceso, se señalizará 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 del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Peligro, salida de camiones

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.

En caso de que exista, las condiciones del vallado provisional de delimitación de la obra serán:

- Vallas de 2 metros de altura
- Portón para acceso de vehículos y personas de 6 metros de anchura

### **2.5 ORDEN Y LIMPIEZA**

Se hará especial hincapié en dicho asunto, debido a la coexistencia de diferentes empresas 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.

## **2.6 SERVICIOS PÚBLICOS**

Se han identificado en el entorno de las obras varias un arroyo, un vértice geodésico, varios yacimientos arqueológicos, varias líneas eléctricas y telefónicas, monte de utilidad pública y una antena. Ver los planos:

IIES-TPY-CAA0430-0002 Servicios Afectados. Confederación Hidrográfica Ebro

IIES-TPY-CAA0430-0003 Servicios Afectados. Confederación Hidrográfica Cantábrico

IIES-TPY-CAA0460-0001 Servicios Afectados. Carretera CA-171

IIES-TPY-CAA0410-0001 Servicios Afectados Líneas Eléctricas y Telefónicas

IIES-TPY-CAA0425-0001 Servicios Afectados. Elementos Arqueológicos

IIES-TPY-CAA0400-0001 Servicios Afectados. Montes de Utilidad Pública

IIES-TPY-CAA0415-0001 Servicios Afectados. Vértice Geodésico.

## **2.7 INSTALACIONES DE OBRA**

El polígono elegido para la implantación del parque eólico presenta la posibilidad de aprovechar la siguiente infraestructura:

- Accesos: El acceso se realizará a través de la carretera CA-171.
- Caminos existentes en la zona

## **3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS PROCESOS DE OBRA**

El contratista podrá proponer cambios en el proceso productivo, justificándolos ante el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución desarrollando un procedimiento en el que se indiquen los riesgos, medidas y protecciones a adoptar.

### **3.1 INSTALACIONES INICIALES**

La primera parte de la obra consiste en una serie de trabajos encaminados a la instalación de los equipos necesarios de obra tales como casetas y dotarlos de servicios necesarios como agua, luz y teléfono.

Riesgos asociados a la actividad:

- Caída de elementos suspendidos durante la colocación de casetas y otros elementos de la obra.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes contra objetos.
- Torceduras de extremidades inferiores.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Riesgo eléctrico por contacto o proximidad de medios auxiliares a líneas eléctricas.
- Electrocutaciones derivadas de la instalación de los equipos eléctricos.
- Desprendimiento de fragmentos, partes, trozos o porciones de roca.
- Pérdida de agudeza visual, por deterioro de la instalación de alumbrado.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.

- Mal comportamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación).
- Ruidos.
- Quemaduras.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- La carga y descarga de materiales con grúa, se realizará teniendo en cuenta que ninguna persona permanezca en el radio de acción de la grúa o bajo el recorrido a efectuar por ésta con la carga.
- La grúa será manejada por el gruista y tan solo una persona dará las órdenes necesarias a éste para realizar los movimientos de la carga.
- El gruista es la persona autorizada y responsable de comprobar que los pesos a soportar por la grúa no excedan de lo permitido en la tabla de características de la misma.
- No se dejarán nunca los aparatos de izar con cargas suspendidas.
- La elevación de la carga se realizará siempre en sentido vertical; en caso contrario, de realizarse arrastre oblicuo, el Jefe del Trabajo será el responsable de tomar todas las medidas de seguridad necesarias antes de la maniobra.
- Los trabajos de replanteo se efectuarán sin la existencia de obstáculos en la zona correspondiente, a fin de evitar caídas y golpes.
- El personal ocupado en esta actividad conocerá el estado físico de la obra en todo momento, y permanecerá atento a cualquier otra actividad que se desarrolle en las cercanías, adoptando las precauciones extraordinarias oportunas.
- Cuando los trabajos de replanteo exijan que el personal ocupe emplazamientos expuestos o peligrosos, se adoptarán las medidas de protección personal necesarias para eliminar el riesgo generado.
- Los trabajos de replanteo que se realicen simultáneamente con operaciones de montaje de instalaciones o con trabajos de obra civil, exigirán que el personal preste especial atención a las posibles interferencias de otras actividades, con el riesgo potencial que éstas entrañan.
- En caso de simultaneidad de tales trabajos con cualesquiera otros, se dispondrá la señalización apropiada en los puntos ocupados por el personal que desarrolle aquellos, a fin de evitar atropellos por máquinas o vehículos. Es aconsejable el uso de 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 de los medios auxiliares se realizará adoptando las debidas precauciones para que éstos no se dañen en el transporte y no generen a su vez riesgos a las personas que viajen en los vehículos.
- Cuando el traslado de materiales y objetos deba hacerse manualmente, cada porteador limitará su carga a un peso que le permita mantener sus condiciones personales de seguridad. En ningún caso, las cargas a mano superarán los 50 Kg por persona, siendo obligatorio el uso de medios mecánicos para cargas superiores.

Considerando el alto índice de siniestralidad de accidentes por causa de la instalación eléctrica provisional de obra, se seguirán rigurosamente las siguientes medidas preventivas:

De aplicación genérica:

- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión.
- Los trabajadores deberán estar debidamente protegidos e informados contra los riesgos de accidente causados por contactos directos o indirectos.
- La instalación eléctrica y los dispositivos de protección deberán tener en cuenta la tensión, los factores externos y ambientales condicionantes y la competencia y formación de las personas que tengan acceso a partes de la instalación, trabajando con tensiones de seguridad donde o cuando sea necesario.

Para protección contra contactos eléctricos directos se tendrán presentes las siguientes medidas:

- Interposición de obstáculos.
- Mantenimiento de la distancia de seguridad a partes activas de las instalaciones.
- Aislamiento efectivo de las partes activas.

Para protección de contactos eléctricos indirectos:

- Interruptor diferencial completado con la puesta a tierra de la instalación
- La sensibilidad del interruptor diferencial del cuadro general será de 300 miliamperios, siempre que se cumpla que las masas de toda la maquinaria estén puestas a tierra.
- La sensibilidad de los interruptores diferenciales de los cuadros secundarios será de 30 mA.
- La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.
- La puesta a tierra consiste en unir a la masa terrestre un punto de una instalación eléctrica a través de una conexión eléctrica de baja resistencia.

Para los cables.

- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar en función del cálculo realizado para la maquinaria e iluminación prevista.
- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta) se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- El tendido y la disposición de los cables y mangueras se efectuará de forma que no afecte en ningún momento, ni a la seguridad de los trabajadores ni al paso de vehículos.
- Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico a las distintas instalaciones o zonas de trabajo será colgado a una altura sobre el pavimento en torno a los 2 m para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras de suelo.

- Las mangueras de "alargadera", por ser provisionales y de corta estancia, pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Las mangueras de "alargadera" provisionales se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad o fundas aislantes termo retráctiles.

Para los interruptores:

- Se ajustarán expresamente a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D.842/2002, de 2 de agosto, así como sus modificaciones posteriores y a sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIBT asociadas)
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, riesgo eléctrico".
- Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derechos" estables.

Para los cuadros eléctricos:

- Serán metálicos de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324.
- Pese a ser de tipo para intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Poseerán adheridas sobre la puerta una señal normalizada de "peligro, riesgo eléctrico".
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado según el cálculo realizado.

Para las tomas de energía:

- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y siempre que sea posible, con enclavamiento. Hacer extensiva esta norma a las tomas del "cuadro general" y "cuadro de distribución".
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Para la protección de los circuitos:

- La instalación poseerá todos aquellos interruptores automáticos que el cálculo defina como necesarios; no obstante, se calcularán siempre aminorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad, es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.



- Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquinas, aparatos y máquinas-herramientas de funcionamiento eléctrico.
- Los circuitos generales estarán también protegidos con interruptores.
- La instalación de alumbrado general, para las “instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios”, estará protegida por interruptores automáticos magneto térmicos.
- Toda la maquinaria eléctrica estará protegida por un disyuntor diferencial.
- Todas las líneas estarán protegidas por un disyuntor diferencial.
- Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
  - 300 mA – (según R.E.B.T.). Alimentación a la maquinaria
  - 30 mA – (según R.E.B.T.). Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad
  - 30 mA – Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.

Para las tomas de tierra:

- El transformador de la obra será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- 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 expresamente utilizarlo para otros usos.
- Se instalarán tomas de tierra independientes en los siguientes casos:
  - Carriles para estancia o desplazamiento de máquinas (grúas, blondin).
  - Carriles para desplazamiento de montacargas o de ascensores.
- La toma de tierra de las máquinas-herramienta 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.
- Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar del hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos serán independientes eléctricamente.

Tensiones de seguridad:

- Basan su efectividad en la imposibilidad física de que la intensidad que pueda circular por el cuerpo humano sea superior a los límites de seguridad. No será superior a 24 voltios para trabajos en locales considerados como mojados.
- Se obtendrá mediante transformador de seguridad, con salida a esta tensión, que hace innecesario el empleo de otras protecciones. Los conductores aislados que se empleen en estos circuitos podrán ser de 250 voltios de tensión nominal. No

obstante, el empleo de esta tensión, está limitado a que los receptores puedan ser utilizados a esta pequeña tensión de funcionamiento.

#### Doble aislamiento:

- Los útiles y herramientas portátiles, con accionamiento eléctrico a tensiones normales 220/380 V, pueden estar dotados de este tipo de protección. La maquinaria con doble aislamiento, queda regulada por la Norma UNE. 20314.

#### Instalación eléctrica de la maquinaria:

En cuanto a la distinta maquinaria empleada en la obra y respecto a las condiciones que debe cumplir la instalación eléctrica, la Instrucción, especifica que:

- La instalación en su conjunto se podrá poner fuera de servicio mediante un interruptor onipolar general accionado a mano, colocado en el circuito principal. Este interruptor deberá estar situado en lugar fácilmente accesible desde el suelo, en el mismo local o recinto en el que esté situado el equipo eléctrico de accionamiento, y será fácilmente identificable mediante un rótulo indeleble.
- Las canalizaciones que vayan desde el dispositivo general de protección al equipo eléctrico de elevación o accionamiento, deberán ser dimensionadas de manera que el arranque del motor no provoque una caída de tensión superior al 5 por 100.
- Los ascensores, las estructuras de todos los motores, máquinas elevadoras, combinadores y cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos en el interior de las cajas o sobre ellas y en el hueco, se conectarán a tierra.
- Las vías de rodamiento de toda grúa estarán unidas a un conductor de protección.
- Los locales, recintos, etc., en los que estén instalados los equipos eléctricos de accionamiento, sólo deberán ser accesibles a personas cualificadas.
- Toda la maquinaria contará con el grado de protección adecuado a trabajos intemperie y a este respecto estarán clasificadas convenientemente y su grado de protección mínimo será IP 45.
- La maquinaria en general de obra en cuanto a sus sistemas eléctricos cumplirá con el Reglamento para Baja Tensión.
- Los pulsadores de accionamiento de marcha y paro estarán suficientemente separados para no confundirlos. El pulsador de parada se distinguirá de los demás y se pintará en color rojo. Estarán protegidos de la lluvia y caída de materiales por sistemas de estanqueidad con protecciones sólidas y material aislante.
- En general los armarios de maniobra independientes para el suministro de energía a estas máquinas y botones de accionamiento tendrán sus puertas cerradas y cajas de conexión protegidas.
- Se vigilará la continuidad de los conductores y de puesta a tierra.

#### Para el alumbrado:

- La instalación de alumbrado que usualmente se emplea en el interior de la obra deberá conseguir un nivel mínimo de intensidad de iluminación de 100 a 150 lux en zonas de trabajo y de 20 lux en zonas de paso.
- La iluminación de los tajos será siempre la adecuada para realizar los trabajos con seguridad.

- Dichos niveles deberán incrementarse cuando concurren las siguientes circunstancias:
- En áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choque u otros accidentes.
- En las zonas donde se efectúen tareas, y un error de apreciación visual durante la realización de las mismas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.
- Los puntos fijos de alumbrado se situarán en zonas no accesibles y superficies firmes.
- Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.
- Las lámparas de incandescencia irán protegidas mediante pantallas de protección.
- Las líneas generales de fuerza y derivaciones a puntos de alimentación estarán protegidas mediante interruptores diferenciales de alta sensibilidad y automáticos magnetotérmicos dimensionados para los distintos circuitos. En general, los puntos de luz que estén a la intemperie estarán protegidos contra chorro de agua y su correspondiente grado de protección IP 55.
- La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:
- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- El alumbrado portátil estará alimentado mediante transformador de seguridad a la tensión de 24 voltios. No empleándose casquillos metálicos, y la lámpara estará protegida contra golpes y con grado de protección en torno a la cifra IP 3 como mínimo.
- Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

Para el mantenimiento y reparación de la instalación eléctrica provisional de obra:

- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, en posesión de carné profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables sólo la efectuarán los electricistas, bajo la autorización de la dirección facultativa.

Equipos de Protección Individual:

- Casco homologado
- Calzado de seguridad anti perforantes
- Ropa de trabajo adecuada
- Guantes de goma
- Gafas de protección contra impactos
- Cinturones de seguridad homologado en situaciones de riesgo de caída.
- Los soldadores emplearán guantes, mandiles de cuero, gafas y Calzado con polainas.

- Las personas destinadas al montaje de la instalación eléctrica emplearán herramientas, guantes y calzado, aislantes.
- Alfombrillas, pértigas, tele detectores.
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de la pistola de clavadura y de compresores.
- Calzado antideslizante en pisos metálicos o sobre superficies poco adherentes.

Protecciones colectivas:

- Señal normalizada indicativa de riesgo.
- Cordón reflectante de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Cinta de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Cono de señalización.
- Jalones de señalización.
- Baliza luminosa para señalización nocturna.
- Pintura de microesferas para señalización horizontal provisional.
- Valla metálica autónoma para contención de peatones.
- Protecciones para trabajos eléctricos.

### 3.2 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 el conjunto de la obra, así como por todas y cada una de sus partes constitutivas, en las diferentes fases de construcción.

Riesgos asociados a la actividad:

- 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
- Temperaturas ambientales extremas
- Accidente causado por seres vivos.
- Otros.

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 “Carga transporte y descarga”.
- 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.

### **3.3 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO**

Operación consistente en la retirada de la primera capa de tierra vegetal, así como el talado de árboles y su retirada.

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Pisadas sobre objetos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Exposición al ruido
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamientos por vuelcos de maquinaria
- Sobreesfuerzos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Proyección de fragmentos o partículas
- Accidentes causados por seres vivos.
- Otros.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- El personal interviniente conocerá y observará las normas específicas para este tipo de trabajo, usando calzado adecuado (bota de agua) con piso no desgastado.
- Se reconocerá el terreno y reflejarán sus incidencias, poniendo atención a materiales abandonados.



- Se prohibirá la permanencia del personal en las proximidades de la maquinaria durante su trabajo.
- Toda máquina o vehículo estará dotada de pórtico-antivuelco.
- Los obstáculos enterrados, tales como líneas eléctricas y conducciones peligrosas, deben estar perfectamente señalizados en toda la longitud afectada.
- Se rastrillará periódicamente con la pala el barro que se vaya acumulando.
- El material de origen vegetal se irá depositando en montones, de forma que se facilite su posterior carga.
- Se definirán vías para el paso de vehículos en la retirada del material.
- La existencia de pequeños taludes debe ser señalizada tanto para la identificación por parte de los conductores de vehículos como por peatones.
- Todas las maderas que puedan estar abandonadas o ser procedentes de operaciones anteriores, deberán ser eliminadas retirándolas.
- Antes de entrar personal en la obra, se aconseja que la maquinaria pesada efectúe algunas pasadas, o se emitan algunos ruidos, con el fin de ahuyentar a animales salvajes en la zona.
- Si hay que talar árboles se pondrá especial atención a su caída natural, procediendo siempre a efectuar la correspondiente entalladura.
- En la operación de desramado del árbol, Una vez derribado, se considerarán los posibles giros del tronco, así como los latigazos por ramas que hayan quedado en una posición forzada.
- La motosierra será utilizada sólo y exclusivamente por trabajadores autorizados y formados al respecto.
- Se mantendrá la cadena de la motosierra perfectamente afilada y tensada.
- Será obligatorio la presencia de un recurso preventivo para ejecutar estos trabajos.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Ropa de trabajo de alta visibilidad (chaleco reflectante)
- Calzado de seguridad con puntera reforzada de acero
- Calzado de agua de seguridad con puntera reforzada de acero
- Arnés de seguridad
- Ropa de protección para el mal tiempo

Protecciones colectivas:

- Cordón reflectante de balizamiento o cinta de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Señalización homologada indicativa de riesgo.
- Conos y jalones de señalización.

### **3.4 MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL**

Riesgos asociados a esta 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 por objetos o herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Atrapamientos por vuelco de maquinaria
- Sobreesfuerzos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Proyección de fragmentos o partículas
- Exposición a ambientes pulvígenos.
- Otros.

**Medidas correctoras o consignas preventivas:**

- Todo el personal que maneje los camiones, dúmper, etc., será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente, en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Todos los vehículos empleados para las operaciones de relleno serán dotados de bocina automática de marcha atrás.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar polvaredas. (especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles o carreteras).
- Se evitará la acumulación de materiales u otros objetos pesados junto al borde las zanjas, y en caso inevitable, se tomarán las precauciones que impidan el derrumbamiento de las paredes.
- Se cumplirá la prohibición de presencia de personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por el encargado.
- Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma a tierra en las que se instalarán proyectores a intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra.
- En las labores en las que el maquinista necesite ayuda, ésta será prestada por otro operario. Este último irá protegido contra los ambientes pulvígenos por medio de una mascarilla para la protección de las vías respiratorias, con posibilidad de disponer inmediatamente de más en caso de que se le ensucie, y con gafas contra partículas en suspensión, que además sirvan contra impactos.
- Si los rellenos tuvieran que terminarse manualmente, los operarios, además contarán con cinturones de banda ancha de cuero que les protejan las vértebras dorsolumbares de los movimientos repetitivos o excesivamente pesados.
- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.

- Será obligatorio la presencia de recursos preventivos para ejecutar estos trabajos.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos.
- Guantes de trabajo.
- Ropa de trabajo de alta visibilidad (chaleco reflectante).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada de acero.
- Calzado de agua de seguridad con puntera reforzada de acero.
- Arnés de seguridad de sujeción, cuerdas o cables salvavidas con puntos de amarre establecidos previamente.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

Protecciones colectivas:

- Se colocará una valla perimetral para delimitar las zonas de trabajo, así como para indicar los accesos a la obra, tanto para vehículos y maquinaria como para los camiones.
- Establecer zonas de paso independientes unas de otras (peatones y vehículos).
- Limpieza de la obra, fundamentalmente en zonas de tránsito de personas y camiones.
- Perfecta delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.
- Se considerará una zona de 5 m. Alrededor de la máquina como zona de peligrosidad.
- Adecuado mantenimiento de la maquinaria.
- Delimitación del vaciado, mediante malla de seguridad y pies derechos.
- Acopio de madera y elementos auxiliares de enlaces por si fuera necesario apuntalar o entibar.
- Señalización de tráfico de máquinas y camiones.
- Colocación de vallas de tráfico, si es necesario, para facilitar la salida de vehículos de la obra.
- Se establecerán plataformas de paso (ancho mínimo 0,60 m.) Con barandillas para tránsito de operarios sobre zanjas y zapatas.
- No apilar materiales en las zonas de tránsito.
- Redes o telas metálicas de protección para desprendimientos localizados.
- Cinta de balizamiento.
- Barandillas de protección.
- Señales acústicas o luminosas de aviso en maquinaria.
- Riego de la zona donde los trabajos generen polvo.

### **3.5 EXCAVACIONES DE ZANJAS, CIMENTACIONES Y VARIAS**

La excavación, como norma general, se realizará por medios mecánicos.

Riesgos asociados a la actividad:

- Caída de materiales desde el cazo de las palas o desde la caja de los vehículos.

- Caídas al mismo nivel por la existencia de restos de escombros u otros objetos, por resbalones en pisos deslizantes a causa de filtraciones y fugas de agua, restos de lechada, derrames, etc.
- Caída de materiales, herramientas u otros objetos sobre operarios situados a nivel inferior.
- Caídas al mismo o a distinto nivel al esquivar máquinas o vehículos en movimiento.
- Caídas a distinto nivel desde máquinas o vehículos en movimiento.
- Caídas a distinto nivel al subir o descender de máquinas o vehículos.
- Desprendimientos de tierra y/o rocas por filtraciones acuosas.
- Desprendimientos de tierra y/o rocas por vibraciones cercanas, (paso próximo de vehículos, uso de martillos rompedores, etc.)
- Desprendimiento de tierras y/o rocas por fallos de las entibaciones.
- Desprendimientos de tierras y/o rocas en excavaciones bajo nivel freático.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamientos entre maquinaria y obstáculos fijos.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Colisiones de máquinas y vehículos.
- Vuelcos de máquinas y vehículos.
- Atropellos, colisiones o vuelcos por limitación de la visibilidad a consecuencia del exceso de polvo.
- Problemas de circulación interna, (embarramientos) debidos al mal estado de las pistas de acceso o circulación.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Interferencias con conducciones enterradas.
- Los riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de los mismos en la obra durante las horas dedicadas a producción o a descanso.
- Neumoconiosis, o silicosis, contraída por permanencia en atmósfera pulverulenta.
- Pérdida de capacidad auditiva, ocasionada por ruidos de máquinas y vehículos.
- Lesiones abdominales, producidas por vibraciones de máquinas o vehículos.
- Traumatismos y lesiones de diversa gravedad.
- Reumatismos, originados por permanencia en lugares anegados o con alto contenido de humedad.

**Medidas correctoras o consignas preventivas:**

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- El frente y paramentos verticales de una excavación deben ser inspeccionados siempre, al iniciar (o dejar) los trabajos, por el Capataz o Encargado, que señalará los puntos que deben tocarse antes del inicio (o cese) de las tareas.
- El saneo (de tierras o rocas) mediante palanca (o pértiga), se ejecutará sujeto mediante cinturón de seguridad amarrado a un "punto fuerte" (construido expresamente, o del medio natural: árbol, gran roca, etc.)

- Se señalizará mediante una línea (yeso, cal, cinta de señalización, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de una excavación (mínimo 2 m. como norma general).
- El acceso o aproximación a distancias inferiores a 2 m. del borde de coronación de un talud sin proteger se realizará sujeto con un cinturón de seguridad.
- Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud, si no reúne las debidas condiciones de estabilidad definidas por la Dirección Facultativa.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga riesgo de desprendimientos, recubriendo el talud con lechada de cemento gunitada o bombeada, que al fisurarse avise de la formación de grietas en el terreno del talud.
- Redes tensas (o mallazo electrosoldado, según cálculo) situadas sobre los taludes, firmemente recibidas, actuarán también como "avisadores" al llamar la atención por embolsamientos (que son inicios de desprendimientos). Las redes deberán solapar un mínimo de 2 m para que este método sea eficaz.
- Se prohíbe permanecer o trabajar al pie de un frente de excavación recientemente abierto antes de haber procedido a su saneo, etc.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones serán dirigidas por personal experto.
- Se conservarán los caminos de circulación interna, cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.
- Se recomienda evitar en lo posible los barrizales, en previsión de accidentes.
- Podrá rociarse mediante camión cuba los caminos de circulación de vehículos y/o maquinaria móvil para evitar la formación de polvo. Esto se efectuará al inicio y a media jornada.
- En caso de subcontratarse el movimiento de tierras, el subcontratista se responsabilizará de tomar las prevenciones antedichas, sin menoscabo de la responsabilidad del contratista o constructor, que vigilará él personalmente o en quien delegue, por el cumplimiento de este Plan de Seguridad.
- En todo caso, el manejo de maquinaria de cualquier tipo será siempre por personal cualificado, con el consiguiente permiso, certificado de aptitud o categoría profesional adecuada. En particular, se tendrá un especial rigor en la conservación de la maquinaria mediante revisiones periódicas, por técnicos cualificados que extenderán el correspondiente certificado de revisión, mensualmente al menos.
- El entorno de trabajo de las máquinas se acotará mediante banderolas, prohibiéndose trabajar o permanecer observando, dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- Iluminación suficiente. Las líneas de conducción de energía eléctrica estarán perfectamente sujetas y aisladas de tierra.
- Los camiones irán provistos de una visera, a modo de voladizo sobre la cabina del conductor, que proteja esta de posibles caídas del escombros. De esta manera se evita que el camionero deba abandonar la cabina durante las maniobras de carga.
- Los camiones y palas estarán dotados de dispositivos ópticos y acústicos, sincronizados con la marcha atrás que sirvan de aviso para el momento en que se realizan estas operaciones.
- No se cargarán excesivamente los camiones para evitar que, en el recorrido hasta el lugar de descargue, pueda caer material que alcance al personal o dificulte la circulación por esa zona.



- Para la carga y transporte de materiales, se utilizarán motopalas sobre ruedas y orugas, que depositarán el material sobre dúmper.
- Durante los trabajos pueden aparecer elementos arquitectónicos o arqueológicos y/o artísticos ignorados, de cuya presencia debe darse cuenta al Ayuntamiento y suspender cautelarmente los trabajos en esa área de la obra.
- Los artefactos o ingenios bélicos que pudieran asimismo aparecer, deberán ponerse en conocimiento de la Comandancia más próxima de la Guardia Civil.

**Apertura de zanjas y cimentaciones:**

- Durante la apertura y ejecución de las zanjas se tendrá en cuenta lo dispuesto en la NTP-278: Zanjas: prevención del desprendimientos de tierras, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Se realizarán tal como diga el estudio geotécnico de proyecto, donde deberán venir definidos los anchos de excavación superior e inferior, los taludes y las bermas si fueran necesarias.
- Antes del inicio de los trabajos se hará un estudio del terreno, así como de las posibles conducciones de agua, gas, electricidad u otro tipo. De existir se tendrán en cuenta lo establecido en el capítulo correspondiente de este Plan de Seguridad y Salud.
- El personal que debe trabajar en esta obra en el interior de las zanjas, conocerá los riesgos a los que puede estar sometido.
- Nunca efectuarán estos trabajos operarios en solitario.
- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las tierras procedentes de excavación, así como los acopios de materiales, se situarán a distancia no menor de 2 m del borde de la misma.
- Se entibará siempre que exista peligro de derrumbamiento, según prevea el estudio geológico de proyecto.
- Si se interrumpen los trabajos, antes de reanudarse de nuevo se revisarán las entibaciones.
- La operación de quitar la entibación es muy peligrosa puesto que pueden producirse derrumbamientos.
- El acceso a zanjas, cimentaciones y pozos se hará por escaleras, que sobresaldrán 1 metro como mínimo por encima de la excavación, cuando la longitud de la zanja lo requiera se colocarán escaleras cada 20 m o incluso más próximas si la zanja es profunda, teniendo en cuenta que en esto casos se deberá disponer siempre de dos zonas de acceso o evacuación.
- Si existiese rampa de acceso esta se considerará también recorrido de salida y evacuación
- Si la zanja o pozo tiene una profundidad menor de 2 m se balizará el perímetro en su borde, con malla naranja y redondos clavados en el terreno.
- Si la zanja o el pozo tienen una profundidad igual o mayor de 2 m, se podrá balizar, si el balizamiento se puede colocar como mínimo a 1,5 m de borde de la excavación, evitando así el riesgo de caída. Si no existe esta distancia de seguridad, serán necesario proteger mediante barandilla resistente de 0.9 m de altura, barra intermedia y rodapié.
- Si fuera necesario que los trabajadores pasasen sobre la zanja, se colocará una pasarela protegida por barandilla.

- Si fuera necesario que transitase maquinaria sobre la zanja, se procurará que el tránsito se realice por una zona de la zanja que pueda rellenarse, y bien se compactarán las tierras para que puedan soportar las cargas o se colocarán chapones suficientemente resistentes.
- Los tubos para las conducciones se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible sobre durmientes de madera, que impidan que estos deslicen o rueden.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará a 24 V. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango aislados eléctricamente.
- Revisiones:
- Las propias de la maquinaria y medios auxiliares.
- Estado del terreno en excavación.
- Se estudiarán las condiciones del suelo y si ha sido alterado de alguna forma, antes de la excavación.
- Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes exógenos por la proximidad de instalaciones de servicio público, carretera con tráfico y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras, así como la proximidad de arroyos, alcantarillas antiguas, cables enterrados, etc.
- Mientras se excava, se observará la zanja:
- Si cambian las condiciones del suelo, especialmente después de haber llovido.
- Las condiciones de entibaciones o apuntalamiento y si es adecuado según avanza la obra.
- La manera de entrar o salir de la excavación.
- Cambios en el movimiento de vehículos: se mantendrán los camiones lejos de los taludes de la excavación.

#### Equipos de protección individual:

- Casco de polietileno (lo utilizarán, aparte del personal a pie, los maquinistas y camioneros que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción).
- Calzado de seguridad impermeables en terrenos mojados.
- Calzado antideslizante para operadores de maquinaria y en trabajos sobre superficies poco adherentes.
- Calzado dieléctrico para los operarios situados en la cercanía de las bombas de achique, u otras instalaciones eléctricas.
- Trajes impermeables.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable, (o bien mascarillas de un sólo uso).
- Cinturón de seguridad de sujeción o caída para operarios en plataformas de trabajo.
- Cinturón antivibratorio (en especial para los conductores de maquinaria para el movimiento de tierras).
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Gafas antipolvo.
- Pantallas de protección contra posibles impactos.

- Protectores auditivos para operadores de maquinaria u operarios que trabajen en su proximidad y de uso general en voladuras.

Protecciones colectivas:

- Señal normalizada indicativa de riesgo.
- Cordón reflectante de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Cinta de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Cono de señalización.
- Baliza luminosa para señalización nocturna.
- Red tupida sobre carga de camión contra desprendimiento de polvo.
- Señal normalizada de tráfico de prohibición, obligación o advertencia, incluso soporte correspondiente.
- Valla metálica normalizada de desviación de tráfico.
- Riego antipolvo mediante camión.
- Pórtico de limitación de gálibo.
- Señal normalizada de punto de extintor.
- Extintor de polvo polivalente.

### **3.6 RELLENOS DE TIERRAS Y ROCAS**

Riesgos asociados a la actividad:

- Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento.
- Caída de material desde cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde las cajas o carrocerías de los vehículos.
- Interferencias entre vehículos por falta de dirección o señalización en las maniobras.
- Atropello de personas.
- Vuelcos de vehículos durante descargas en sentido de retroceso.
- Accidentes por conducción en ambiente pulverulento de poca visibilidad.
- Accidentes por conducción sobre terrenos encharcados, sobre barrizales.
- Vibraciones y ruido.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes, cortes, pisadas sobre objetos.
- Desprendimientos, desplome, derrumbe.
- Atrapamientos.
- Otros

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Todo el personal que maneje camiones, dumpers, etc., será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible. Todos los vehículos de transporte de material empleados especificarán la "Tara" y la "Carga Máxima".

- Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.
- Se analizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por una persona que señalará la maniobra al conductor.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio inferior a los 5m en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento. (la visibilidad del maquinista es inferior a la deseable dentro del entorno señalado).
- Todos los vehículos empleados en esta obra para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalarán los accesos a la vía pública, mediante señales normalizadas de “peligro indefinido”, “salida de camiones” y “STOP”.
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Los vehículos utilizados estarán dotados de la póliza de seguro con responsabilidad civil ilimitada.
- Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos.
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada, quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

#### Equipos de protección individual:

- Casco homologado.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad.
- Gafas de seguridad.
- Calzado impermeable.
- Mascarillas antipolvo.
- Guantes de trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Ropa de trabajo.

#### Protecciones colectivas:

- Correcta señalización de las áreas de trabajo y vías de circulación (cinta de señalización, señalización normalizada, etc.).
- Protección mediante barandillas de zanjas y excavaciones.
- Topes de limitación de recorrido para camiones y maquinaria de obra.
- Señalización luminosa y acústica de la maquinaria.
- Ordenación del tráfico.
- Prefecto orden y limpieza de la zona de obra.
- Iluminación adecuada de las zonas de obra

### **3.7 COMPACTACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE TERRENOS**

Riesgos asociados a la actividad:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Vuelco de maquinaria.
- Proyecciones de objetos y partículas.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos.
- Golpes y cortes.
- Ruido.
- Polvo.
- Otros.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Se debe determinar y fijar el tipo de desnivel más adecuado y medidas adicionales de contención de los terrenos, si fuera necesario.
- Previamente a las labores de consolidación y compactación del terreno, se habrán neutralizado o protegido las acometidas de las instalaciones de acuerdo con las compañías suministradoras. Se obturará el alcantarillado y se comprobará si se han vaciado todos los depósitos y tuberías de antiguas construcciones.
- En el perímetro de las zonas de trabajo, siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos, se dispondrán vallas que acotarán no menos de 1 m el paso de peatones y 2 m el de vehículos.
- Los huecos horizontales que puedan quedar al descubierto sobre el terreno a causa de los trabajos, cuyas dimensiones puedan permitir la caída de personas a su interior, deberán ser condenados al nivel de la cota de trabajo instalando si es preciso pasarelas completas.
- Siempre que exista la posibilidad de caída de altura de personal que realice tareas a más de 2 m de altura, deberán utilizar arnés de seguridad amarrado a punto sólido.
- No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto en cuanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.
- Se procederá al apuntalamiento o refuerzo de los elementos verticales o masas rocosas que eventualmente durante alguna parte de la operación de saneo y retirada, amenacen con equilibrio inestable.
- La aparición de depósitos o canalizaciones enterradas deben ser puesto en conocimiento inmediato de la Dirección Facultativa para que se adopten las medidas oportunas en cuanto a la ejecución de los trabajos.
- Se dará a los taludes ángulos iguales a los observados para el mismo terreno en sus inmediaciones, siempre que no existan corrientes de agua que puedan socavar el talud a crear.



- Se evitará amontonar productos procedentes de la excavación en los bordes de los taludes ya que, además de la sobrecarga que puedan representar, pueden llegar a embalsar aguas originando filtraciones que pueden llegar a arruinar el talud.
- Siempre que sea posible, se seguirá la buena técnica de crear bermas en taludes de alturas de más de 1,50 m.

Equipos de protección individual:

- Casco homologado.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad.
- Guantes de cuero.
- Mono de trabajo.
- Trajes de agua.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas de protección.
- Cinturón antivibraciones.
- Arnés de seguridad.

Protecciones colectivas:

- Correcta señalización y balizamiento de las áreas de trabajo y vías de circulación (cinta de señalización, señalización normalizada, etc.).
- Protección mediante barandillas de zanjas y excavaciones.
- Señalización luminosa y acústica de la maquinaria.
- Ordenación del tráfico.
- Perfecto orden y limpieza de la zona de obra.
- Accesos y zonas de paso para el personal
- Iluminación adecuada de la zona de obra.

### 3.8 CIMENTACIONES

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caídas en zapatas y desniveles creados del propio movimiento de tierras.
- Riesgos derivados de la circulación automovilística de los distintos vehículos o maquinaria en general (atropellos, choques o colisiones).
- Caídas al mismo nivel, a consecuencia de los apeos del encofrado.
- Heridas punzantes, causadas por las armaduras.
- Caídas de objetos desde la maquinaria.
- Cortes ocasionados por máquinas de disco (mesas de sierra circular).
- Generación de polvo o materias nocivas para la salud.
- Hundimientos.
- Dermatitis por contactos con el hormigón.
- Desplomes de las paredes y atrapamientos.
- Ruido puntual y ambiental.
- Vibraciones por manejo de la aguja vibrante.
- Electrocución.
- Sobreesfuerzos.

- Atrapamientos entre elementos de máquinas o diverso material.
- Proyección de partículas.
- Otros.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- La realización de los distintos trabajos se hará con personal cualificado y expresamente autorizado por la jefatura de obra. En concreto, el personal encofrador, acreditará a su contratación ser “carpintero encofrador” con experiencia.
- Se dispondrá una clara delimitación de las áreas para acopio de tubos, paneles, armaduras, etc. Y un máximo de orden en los trabajos.
- Los pozos de cimentación estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.
- Las armaduras metálicas, para su colocación en muros, se suspenderán verticalmente mediante cables, por medio de grúa y se dirigirán con cuerdas por la parte inferior.
- En el izado de tubos y ferralla se prohíbe la permanencia de personal en el radio de acción de la máquina.
- Las armaduras, antes de su colocación, estarán totalmente terminadas, eliminándose así el acceso del personal a pozos. Las esperas tendrán protectores en “seta”.
- Antes del inicio del hormigonado, se deberá revisar el buen estado de seguridad de las entibaciones de contención. El recorrido del camión hormigonera será determinado mediante un operario señalista o bien se dispondrán topes.
- El embudo de vertido del hormigón se orientará para la introducción en el pozo, durante las operaciones de cuelgue vertical, mediante sogas atadas a su extremo libre. Nunca con las manos.
- La introducción del embudo se hará evitando el choque contra las armaduras instaladas dentro del pozo.
- La extracción del embudo una vez concluido el vertido del hormigón, se realizará lentamente una vez alejado del lugar el personal y el camión hormigonera.
- Mantenimiento en el mejor estado posible de limpieza de la zona de trabajo, habilitando para el personal caminos de acceso a cada tipo.
- Los trabajadores que utilicen la máquina de bombeo estarán debidamente autorizados y la limpieza de la bomba se realizará por personal especializado.
- 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 éstos. Las mangueras 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.
- 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 voltios. 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.

- Será obligatorio la presencia de recursos preventivos para ejecutar estos trabajos.

#### Ejecución de losa de cimentación:

- Los fondos de excavación, así como las paredes estarán limpios, sin materiales sueltos.
- Las armaduras estarán ferralladas en taller.
- Se colocarán los separadores de las armaduras sobre el fondo y paredes de la excavación.
- Los arranques de los pilares se sujetarán para evitar su desplazamiento al verter el hormigón mediante tablones de madera o perfiles metálicos.
- El hormigonado se realizará mediante canaletas para evitar que el hormigón se segregue y lo iremos vibrando tal y como se vaya hormigonando.
- Tratar con precaución, a la hora de la reanudación de hormigonado, la junta entre losa y soporte.
- Se hará coincidir juntas de retracción con juntas de hormigonado.
- No acopie materiales ni permita el paso de vehículos al borde de los pozos y zanjas de cimentación.
- Procure introducir la ferralla totalmente elaborada en el interior de las zapatas para no realizar las operaciones de atado en su interior.
- Los vibradores eléctricos estarán conectados a tierra.
- Se revisará el estado del vibrador eléctrico antes de cada hormigonado.
- Para las operaciones de hormigonado y vibrado desde posiciones sobre la zapata se establecerán plataformas de trabajo móviles, formadas por un mínimo de tres tablones que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zapata.
- Se prohibirá la circulación bajo cargas suspendidas.
- Se acotarán las zonas de trabajo para evitar caídas en los pozos abiertos y no hormigonados.
- Se realizará el transporte de armaduras mediante eslingas enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad.
- Se colocarán protectores en las puntas de las armaduras salientes.
- Se tratará con precaución, a la hora de la reanudación de hormigonado, la junta entre losa y soporte.
- Los propios del sistema elegido para el hormigonado:

#### Hormigonado mediante canaleta:

- La maniobra de vertido será dirigida por un encargado que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.
- Se habilitarán “puntos de permanencia” seguros; intermedios, en aquellas situaciones de vertido a media ladera.
- Se instalará un cable de seguridad amarrado a “puntos sólidos” en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos con riesgo de caída desde altura.
- Se instalarán barandillas sólidas en el frente de la excavación protegiendo el tajo de guía de la canaleta.
- Se colocarán topes de final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. (como norma general) del borde de la excavación.

- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- Se tendrá especial precaución para desplegar la canaleta del camión en evitación de posibles enganchadas de los dedos de la mano.

Hormigonado mediante cubilote:

- Antes del inicio del vertido del hormigón, el Encargado revisará el buen estado de la seguridad de los encofrados, en prevención de accidentes por reventones o derrames.
- Durante el vertido del hormigón o en fases de trabajo en que se produzcan localizaciones de cargas en puntos de la estructura en construcción, se distribuirán convenientemente éstas, teniendo en cuenta la resistencia de la estructura.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se dispondrán accesos fáciles y seguros para llegar a los lugares de trabajo.
- Se esmerará el orden y limpieza durante esta fase. El barrido de puntas, clavos y restos de madera y de aserrín será diario.
- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se señalizará mediante trazas en el suelo, (o “cuerda de banderolas”) las zonas batidas por el cubo.
- Se señalizará mediante una traza horizontal, ejecutada con pintura en color amarillo, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.
- Se vigilará el buen comportamiento de los encofrados durante el vertido del hormigón, paralizándolo en el momento que se detecten fallos. No se reanudará el vertido hasta restablecer la estabilidad mermada.

Equipos de protección individual:

- Casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero, para el manejo de juntas de hormigonado, ferralla, etc.
- Trajes de agua.
- Ropa de alta visibilidad (chaleco reflectante).
- Mascarilla antipolvo, con filtro mecánico recambiable.
- Muñequeras elásticas antivibraciones.
- Calzado de seguridad con puntera de acero.
- Mandil y manguitos impermeables.
- Guantes - de cuero - de goma o PVC - impermeables.
- Pantalla antiproyección.
- Protectores auditivos.
- Sistemas de protección anticaídas con arnés y elementos de amarre con absorbedor de energía (para operarios en emplazamientos expuestos).

Protecciones colectivas:

- Perfecta delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria. (mínimo 2 m a borde de la zapata).

- Habilitar caminos de acceso a los tajos, estableciéndose pasarelas de 0,60 m. De ancho y barandillas de 0,90 m. Las circulaciones de trabajo y vías de emergencia, mantendrán su continuidad mediante las citadas pasarelas.
- Los vibradores estarán provistos de toma de tierra.
- Organización interna y señalización.
- Adecuado mantenimiento de la maquinaria.
- Protección de zapatas mediante barandilla resistente con rodapié, siempre que la altura de éstas sea superior a 2,00 m y topes en el camino de camiones.
- Cordón reflectante de balizamiento para delimitación de áreas afectadas
- Marquesinas de protección.

### 3.9 AGOTAMIENTO

El agotamiento tiene por objeto eliminar el agua existente en determinados puntos de la obra para poder trabajar en seco en ellos.

El agotamiento se realizará, normalmente, canalizando las aguas hacia un punto más bajo, donde se instale una bomba adecuada que permita elevar y evacuar las aguas.

Riesgos asociados a esta actividad:

- Riesgos al mismo nivel por resbalones en pisos deslizantes a causa de filtraciones y fugas de agua.
- Los derivados de la afloración de caudales importantes de agua.
- Riesgo eléctrico por contacto con bombas de achique, líneas alimentadoras de las mismas u otras instalaciones eléctricas.
- Reumatismos, originados por permanencia en lugares anegados o con alto contenido de humedad.
- Otros.

Medidas correctoras o consignas preventivas

- Las aguas empleadas en perforación, así como cualquier otra que se aporte superficialmente, se canalizarán mediante cunetas de desagüe o tuberías de drenaje a zonas que no sean de trabajo o de tránsito, a fin de mantener el piso en las mejores condiciones posibles.
- En caso de que el caudal de agua resultante no pueda evacuarse por gravedad, parcial o totalmente, se dispondrá la instalación de bombeo necesaria para garantizar con total seguridad su evacuación.
- Los pozos de achique de agua serán vigilados durante toda la jornada de trabajo a criterio de la dirección facultativa o coordinador de seguridad.

Equipos de protección individual:

- Calzado de seguridad impermeables en terrenos mojados.
- Calzado antideslizante para operadores de maquinaria y en trabajos sobre superficies poco adherentes.
- Calzado dieléctrico para los operarios situados en las cercanías de las bombas de achique, u otras instalaciones eléctricas.
- Trajes impermeables.
- Guantes de goma o P.V.C.



- Ropa de protección de alta visibilidad (chaleco reflectante).

Protecciones colectivas:

- Señal normalizada indicativa de riesgo.
- Cordón reflectante de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Cinta de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Cono de señalización.
- Baliza luminosa para señalización nocturna.
- Señal normalizada de tráfico de prohibición, obligación o advertencia, incluso soporte correspondiente.
- Valla metálica normalizada.

### **3.10 COLOCACIÓN DE TUBERÍAS EN EL INTERIOR DE LA ZANJA**

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Golpes y cortes
- Sobreesfuerzos
- Caída de objeto y materiales
- Los propios de la maquinaria y medios auxiliares a utilizar

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Se tendrá en cuenta las recomendaciones dadas en los capítulos de manipulación manual de cargas o manipulación de cargas por medios mecánicos
- Los trabajadores estarán especializados en la ejecución de este tipo de trabajos. Elegirán los ganchos y eslingas adecuadas según el tipo de tubería y el peso de la misma en cada momento.
- Asegurarán los puntos de enganche antes de comenzar a mover los tubos. Comprobando que la sujeción sea suficiente para evitar que se puedan caer o desplazar los tubos durante su manipulación.
- No se desplazarán cargas sobre los trabajadores
- No se desembridarán los elementos de amarre hasta que no estén debidamente colocados y sujetos los tubos.
- Si se tienen que acopiar en zona próxima a una excavación se deberá dejar una distancia al borde de seguridad. Se impedirá el posible deslizamiento o rodadura de los elementos acopiados, colocando si fuera necesario topes mediante elementos (tablones, redondos, elementos metálicos, etc.) anclados en el terreno.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad si existe el riesgo de caída de materiales
- Guantes de cuero
- Gafas antiproyecciones (cuando sea necesario)
- Calzado de seguridad
- Calzado de goma en ambientes húmedos
- Ropa de trabajo

- Traje impermeable en tiempo lluvioso
- Chaleco reflectante si se trabaja en proximidades de maquinaria

### 3.11 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Riesgos asociados a esta actividad:

- Desprendimiento por mal apilado de la madera.
- Golpes en la mano durante la clavazón.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de madera al vacío durante el encofrado.
- Vuelco de paquetes de madera.
- Cortes en extremidades por uso indebido de la sierra.
- Vuelco de elementos de encofrado durante su colocación.
- Pinchaduras ocasionadas por clavos y astillas de madera.
- Existencia de gradientes térmicos elevados en el proceso de fraguado del hormigón.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Electrocución por incorrectas tomas a tierra.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Atrapamientos.
- Golpes en general por objetos.
- Otros.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Los encofrados podrán ser de madera, metálicos, de productos aglomerados o de otros materiales cuya deformidad sea moderada, uniforme y controlable.
- Tanto los encofrados como las uniones de sus distintos elementos, resistirán, sin deformaciones superiores a las tolerables, sobrecargas y acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de la construcción y las debidas a la compactación del hormigón, hasta el momento del desencofrado o descimbrado.
- Los encofrados se proyectarán de modo que en ningún momento las deformaciones locales sobrepasen los tres milímetros (0,003 m) ni los movimientos del conjunto sean superiores a la milésima de la luz (L/1000).
- Los encofrados deberán limpiarse y humedecerse antes de comenzar la colocación del hormigón. Se dispondrán de aberturas o portillos en los fondos de los encofrados para facilitar su limpieza.
- Prohibición de encofrar sin haber cubierto el riesgo eventual de caída desde altura (instalación o rectificación de las redes o instalación de barandillas).
- Como norma general, no se puede pisar sobre la ferralla armada ya colocada, sino sobre tableros o similares destinados a tales efectos.
- Los elementos de encofrado se acopiarán de forma ordenada, atendiendo a su momento de utilización, sin que produzcan obstrucciones en el paso.
- Todas las puntas que sobresalgan de cualquier elemento de madera para encofrados, se arrancarán o doblarán tan pronto como queden en esa situación.
- Los elementos de encofrado se revisarán antes de su uso, a fin de comprobar que su estado ofrece garantía para soportar las sollicitaciones producidas por el hormigón

fresco, y que no tienen alguna parte desprendida capaz de ocasionar enganchones y pinchaduras.

- Los armazones de los paneles verticales, o cualquier otro elemento estructural, del encofrado, no se utilizarán ocasionalmente como plataformas de trabajo o como escaleras de mano. Previamente a la colocación de aquellos, es necesario el montaje de éstas en los emplazamientos correctos.
- El ascenso o descenso del personal se efectuará a través de escaleras reglamentarias.
- Se instalarán listones sobre los fondos de madera para permitir un tránsito más seguro.
- Instalación de barandillas reglamentarias en los frentes de las losas horizontales, impidiendo así la caída de personas, en el caso de que exista riesgo de caída en altura (más de 2 m).
- Los clavos o puntas existentes en la madera se extraerán o remacharán.
- Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
- Una vez concluido el tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará en lugar conocido hasta su retirada.
- El desencofrado se realizará con la ayuda de uñas metálicas desde el lado en que no puede desprenderse la madera.
- Se prohíbe hacer fuego directamente sobre los encofrados. Si se hacen fogatas se efectuarán en el interior de recipientes metálicos aislados de los encofrados.
- El personal encofrador, acreditará a su contratación ser “carpintero encofrador” con la suficiente experiencia como para desarrollar su trabajo.
- Antes del vertido del hormigón se comprobará la estabilidad del conjunto.
- Será obligatorio la presencia de recursos preventivos en la ejecución de estos trabajos.

#### **Normas particulares para encofrado con elementos de madera con apuntalamiento**

- El manejo de los encofrados se realizará utilizando los medios apropiados de elevación y transporte, y asegurando aquellos 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.

#### **Normas particulares para encofrado con elementos metálicos con apuntalamiento**

- Se tendrán en cuenta las normas particulares para encofrado con elementos de madera con apuntalamiento.
- Cuando existan conducciones eléctricas próximas a la actividad, se adoptarán especiales precauciones para no establecer contactos con dichas líneas; y cuando se estime necesario se conectarán a tierra los elementos de encofrado.

Equipos de protección individual:

- Casco de polietileno (con barbuquejo).
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad cuando se realicen trabajos a más de 2 m de altura.
- Guantes de cuero.

- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Calzado de goma o de PVC de seguridad.
- Trajes de lluvia.
- Ropa de protección de alta visibilidad (chaleco reflectante).

Protecciones colectivas:

- Señal normalizada indicativa de riesgo.
- Cordón reflectante de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Cinta de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Marquesina de protección.
- Lona de protección contra caída de escombros y polvo.
- Los andamios utilizados contarán con pasamanos de al menos 90 cm., barandilla intermedia y rodapié de 15 cm.
- Lona ignífuga para cubrimiento de encofrado deslizante.
- Dispositivo de puesta a tierra en equipos de soldadura.
- Se tendrán en cuenta las medidas de protección colectiva descritas en “TRABAJOS EN ALTURA”.

### **3.12 PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE ARMADURA**

Riesgos asociados a esta actividad:

- Cortes y pinchaduras en extremidades por manejo de redondos de acero.
- Vuelco de la armadura durante su colocación.
- Proyección o caída de partículas incandescentes en procesos de corte de armaduras.
- Aplastamiento durante operaciones de carga y descarga de paquetes de ferralla.
- Tropiezos y torceduras al caminar sobre armaduras.
- Derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el doblado.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas a diferente nivel o al mismo nivel.
- Irritaciones cutáneas, a consecuencia de la manipulación de las armaduras de acero.
- Otros.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- El material a colocar en obra, se acopiará en el tajo, clasificado de acuerdo con su orden de montaje, y de forma que no estorbe al normal desarrollo de la actividad. En caso de producirse despuntes de redondos en el tajo, se apartarán de los lugares de paso, al igual que cualquier otro objeto.
- Almacenamiento de paquetes de redondos sobre durmientes de madera.
- El transporte aéreo de paquetes de armadura se hará mediante grúa, suspendiendo la carga por dos puntos, separados mediante eslingas.
- La ferralla montada se almacenará en lugares destinados a tal efecto.
- Los desperdicios o recortes de hierro se recogerán acopiándose en un lugar separado para su posterior carga y transporte a vertedero.
- Barrido periódico de las puntas o alambres.
- Prohibido el transporte aéreo de pilares en posición vertical.

- Las maniobras de ubicación “in situ” de ferralla montada se guiarán mediante un equipo de tres hombres: dos guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.
- Los focos o lámparas de trabajo no se instalarán directamente sobre las armaduras que se elaboren, o se estén colocando.
- Las armaduras verticales de espera, se protegerán o señalizarán, según las circunstancias, cuando haya riesgo de caída sobre ellas.
- Los emparrillados verticales de armaduras, no podrán utilizarse como escaleras de mano para acceder a otras zonas de trabajo. El paso sobre parrillas horizontales, es aconsejable efectuarlo a través de tablones o algún elemento similar.
- El estrobo de los paquetes de armadura, a transportar con grúa, se efectuará de modo cuidadoso y con eslingas en buen estado, a fin de garantizar la estabilidad e integridad de aquellos durante su movimiento.
- Los paquetes de armadura, se amarrarán para su izado, de tal forma que quede garantizada la imposibilidad de su deslizamiento; en caso preciso se dotará a los paquetes de cuerdas guía.
- 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.
- Los cables a utilizar deberán verificarse asimismo antes de cada utilización, desechándose aquellos que presenten alambres roto, oxidación interna o cualquier otro defecto.
- Será obligatorio la presencia de recursos preventivos para ejecutar estos trabajos.

#### Equipos de protección individual:

- Casco de polietileno (con barbuquejo).
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes dieléctricos en aquellas circunstancias en que pueda presentarse riesgo eléctrico.
- Plantillas imperforables para todos los operarios en estas actividades.
- Cinturón portaherramientas.
- Calzado de goma o de PVC de seguridad.
- Trajes de lluvia.
- Ropa de protección de alta visibilidad (chaleco reflectante).

#### Protecciones colectivas:

- Señal normalizada indicativa de riesgo.
- Cordón reflectante de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Cinta de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Marquesina de protección.
- Lona de protección contra caída de escombros y polvo.
- Los andamios contarán con pasamanos de al menos 90 cm. de altura, barandilla intermedia y rodapié de 15 cm.
- Lona ignífuga para cubrimiento de encofrado deslizante.



- Dispositivo de puesta a tierra en equipos de soldadura.
- Se tendrán en cuenta las medidas de protección colectiva descritas en “trabajos en altura”.

### 3.13 HORMIGONADO, VIBRADO Y CURADO

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel.
- Caídas de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Caídas de personas y/u objetos al vacío.
- Hundimiento de encofrados.
- Pisadas sobre instrumentos punzantes.
- Vibraciones por manejo de agujas vibrantes.
- Fallo en entibaciones en encofrados.
- Salpicaduras de hormigón o mortero.
- Golpes contra el cubilote
- Atrapamientos entre medios de puesta en obra y obstáculos fijos.
- Atropellos por vehículos de puesta en obra del hormigón o mortero.
- Riesgo eléctrico por contacto con vibradores o líneas alimentadoras de los mismos.
- Existencia de gradientes térmicos elevados en el proceso de fraguado del hormigón.
- Pérdida de capacidad auditiva, ocasionada por ruidos de maquinaria y herramientas.
- Conjuntivitis, producida por salpicaduras de hormigón o mortero.
- Dermatitis, a consecuencia del contacto con hormigón o mortero.
- Otros.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Los trabajos de hormigonado no comenzarán hasta que la zona de trabajo se encuentre libre de objetos relacionados con otra actividad y la instalación de medios auxiliares, tales como bomba y vibradores, en correcto estado de funcionamiento.
- Los medios auxiliares, se revisarán con frecuencia, atendiendo especialmente al aislamiento de sus componentes eléctricos y a la limpieza de tuberías de impulsión de hormigón y mortero.
- El personal adscrito a trabajos de hormigonado utilizará las protecciones oculares, auditivas y manuales prescritas como obligatorias.
- Es conveniente doblar, en perpendicular hacia los paramentos, las "esperas", para evitar posibles accidentes.
- 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.
- La aproximación de los vehículos de transporte de hormigón al tajo, se realizará con precaución. Es aconsejable que los mismos estén provistos de dispositivos ópticos y acústicos, sincronizados con la marcha atrás, para avisar de esta maniobra.
- Se prohíbe el acceso escalando del encofrado, por ser una acción insegura.
- Antes del inicio del hormigonado, el capataz, encargado o vigilante de seguridad revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames y para realizar los refuerzos que fueran necesarios.

- Se establecerán fuertes topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse para verter el hormigón (dúmpster, camión hormigonera).
- El vertido del hormigón en el interior del encofrado se hará repartiéndolo uniformemente a lo largo del mismo, por tongadas regulares, evitando sobrecargas puntuales que puedan deformar o reventar el encofrado.
- La puesta en obra del hormigón y mortero se efectuará desde una altura lo suficientemente reducida para que no se produzcan salpicaduras o golpes imprevistos.
- Será obligatorio la presencia de recursos preventivos para ejecutar estos trabajos.

#### Vertido mediante canaletas

- Se instalará un cable de seguridad amarrado a puntos sólidos, en el que enganchar el mosquetón del Arnés de seguridad en los tajos con riesgo de caídas desde altura; o bien sólidas barandillas en el frente de excavación, protegiendo el tajo de guía de la canaleta.

#### Vertido mediante cubo o cangilón

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados ni las entibaciones.
- Del cubo penderán cabos de guía, para ayudar a su correcta posición de vertido.

#### Equipos de protección individual:

- Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
- Protectores auditivos.
- Arnés de seguridad.
- Guantes contra agresivos químicos en manejo de hormigón y mortero.
- Calzado de seguridad.
- Calzado de goma o de PVC de seguridad.
- Gafas contra impactos y salpicaduras de hormigón y mortero.
- Ropa de trabajo.
- Ropa protectora de alta visibilidad (chaleco reflectante).
- Trajes impermeables para ambientes húmedos.
- Cinturón antivibratorio.
- Pantalla de seguridad contra proyección de partículas.

#### Protecciones colectivas:

- Señal normalizada indicativa de riesgo.
- Cordón reflectante de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Cinta de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Marquesina de protección.
- Lona de protección contra caída de escombros y polvo.
- Los andamios contarán con pasamanos de al menos 90 cm. de altura, barandilla intermedia y rodapié de 15 cm.

- Dispositivo de puesta a tierra en equipos de soldadura.
- Se tendrán en cuenta las medidas de protección colectiva descritas en “trabajos en altura”.

### 3.14 TRABAJO EN ALTURA

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caídas a distinto nivel por carecer de protecciones colectivas o no usar los cinturones de seguridad.
- Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento o manipulación.
- Hundimiento de plataformas por exceso de acopio de materiales.
- Golpes/cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- El personal será conocedor de los riesgos de la ejecución de trabajos en altura y del método correcto de puesta en obra de las unidades integrantes del Proyecto.
- Se instalarán mediante pies derechos sobre mordazas de aprieto, barandillas de suplemento hasta alcanzar los 90 cm de altura sobre las plataformas de trabajo.
- En las zonas de trabajo se dispondrán cuerdas, cables de retención, líneas de vida y otros puntos fijos para el enganche de los cinturones de seguridad.
- Diariamente, antes de iniciar los trabajos, se revisarán los cinturones de seguridad, así como los cables o cuerdas de enganche de éstos.
- Los recipientes para transportar materiales de sellado se llenarán al 50% para evitar derrames innecesarios.
- El acopio de materiales en la plataforma de trabajo se limitará a las necesidades de cada jornada, repartiéndolo uniformemente a lo largo de la misma para reducir al mínimo los desplazamientos del personal.
- Los plásticos, cartón, papel y flejes procedentes de los diversos empaquetados, se recogerán inmediatamente después de que se hayan abierto los paquetes, para su eliminación posterior.
- Para prevenir los contactos eléctricos se instalarán diferenciales acompañados de toma de tierra, se conectarán los receptores con las clavijas normalizadas adecuadas y se usarán las herramientas manuales provistas de doble aislamiento.
- Se tendrá convenientemente iluminada la zona de trabajo.
- Quedarán perfectamente señalizadas aquellas áreas de trabajo en las que se encuentren ubicados elementos para trabajos en altura.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad y calzado antideslizante.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o PVC.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Monos de trabajo.
- Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección distintos a los anteriormente descritos, se dotará a los trabajadores de los mismos.

**Protecciones colectivas:**

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24 de octubre de 1.997 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.5 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

Se implantarán las siguientes medidas colectivas preventivas para cualquier trabajo en que se tenga una altura de caída mayor a dos metros:

- Aquellas zonas donde los lugares de trabajo puedan presentar riesgo de caída deberán estar claramente señalizadas y, en la medida de lo posible, se dispondrá de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a ellas.
- Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas equivalentes.
- Las plataformas de trabajo que se instalen para realizar trabajos en altura deben ser autoportantes y su estabilidad no debe encontrarse comprometida por la de otros elementos susceptibles de sufrir un fallo durante el trabajo. Además, deben estar protegidas por barandilla completa en todo su perímetro y no se pueden considerar como bases sólidas para nuevos elementos auxiliares.

**Escaleras portátiles o de mano:**

- Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.
- Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estará dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.
- Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que esté destinada y se asegurará su estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas.
- Para evitar las caídas en altura durante su empleo, será necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:
- El apoyo de la escalera deberá realizarse sobre una base perfectamente horizontal y estable. En el caso de desniveles, se podrán adaptar a los pies de la escalera dispositivos extensibles que permitan dejar correctamente nivelados los largueros.
- El final de la escalera deberá sobresalir del nivel de desembarco 1 m.

- Se deberá subir ayudándose con las manos, por lo que estas deberán estar libres de objetos y de herramientas, utilizando para ello y en caso de ser necesario, bolsas portaherramientas, que en ningún caso superarán los 25 Kg de peso.
- Tanto el descenso como la ascensión por la escalera se efectuará de frente a la misma, nunca de espaldas, sin bajar ni subir varios escalones de una vez.
- No se emplearán escaleras a las cuales les falten peldaños.
- Solo subirá, permanecerá o descenderá por la escalera, una única persona.
- Las escaleras llevarán dispositivos antideslizantes en su base.
- Para evitar posibles separaciones, se sujetarán en su parte superior o zona de desembarco.
- Cuando se tenga que usar una escalera en zonas próximas a instalaciones en tensión, se utilizará una escalera aislante, se delimitará su emplazamiento y se indicará la prohibición de desplazarla siendo además conveniente que otro trabajador preste vigilancia constantemente.
- Cuando la escalera sea del tipo de tijera, esta deberá disponer obligatoriamente de la cadena que evite su involuntaria apertura.
- Las escaleras de mano, se interrumpirán con descansillos cuando se superen 5 metros.
- Si la consideración anterior no se pudiera cumplir por las características del trabajo, se cumplirán los siguientes requisitos:
- Sólo se utilizarán escaleras con resistencia adecuada, en función de la altura.
- Sólo se empalmarán escaleras que lleven dispositivos especiales preparados para ello.
- Para alturas superiores a 7 metros las escaleras llevarán elementos de sujeción en su parte superior e inferior, siendo obligatorio el uso del cinturón de seguridad.
- Las escaleras de mano utilizadas en postes, se sujetarán a los mismos, con abrazaderas.
- En el caso que sea necesario utilizar cinturones de seguridad, estos nunca se sujetarán a la escalera.
- No se permitirá realizar trabajos que impliquen inclinarse exageradamente al trabajador para alcanzar una zona distante de la escalera. Será necesario en este caso, desplazarla.
- Se desecharán las escaleras que se observen deterioradas por el uso o con peldaños en mal estado.
- Las escaleras de madera estarán pintadas con barnices transparentes que posibiliten observar el estado del material.
- La distancia de la base de la escalera al paramento vertical de apoyo no será inferior a 1/4 de la altura de la misma respecto al punto de apoyo en la zona de desembarco.

#### Barandillas de protección:

- Las barandillas y plintos o rodapiés, serán de materiales rígidos y resistentes. La altura de las barandillas será de 90 cm, como mínimo, a partir del nivel del piso, y el hueco existente entre el plinto y la barandilla estará protegido por una barra horizontal o listón intermedio, o por medio de barrotes verticales, con separación máxima de 15 cm.



- La sección de las barandillas (principal e intermedia) deberá ser de 40 mm de diámetro como mínimo, con un espesor mínimo de 1,5 mm y con una longitud máxima de 2,5 m.
- La altura de las barandillas será de 90 cm. como mínimo a partir del nivel del piso, y el hueco existente entre el plinto y la barandilla estará protegido por una barra horizontal o listón intermedio, o por medio de barrotes verticales, con una separación máxima de 15 cm.
- Los postes verticales deberán ser de 40 mm de diámetro como mínimo y con un espesor mínimo de 1,5 mm.
- Los plintos tendrán una altura mínima de 15 cm sobre el nivel del piso.
- Tanto en su montaje como en aquellas otras situaciones en que las condiciones puedan suponer una caída en altura sin que esta pueda ser evitada por otro tipo de protección, el trabajador hará uso del arnés de seguridad anclándose a puntos fijos o a una “línea de vida”.

#### Cuerda de retenida

- Utilizada para posicionar y dirigir manualmente la canal de derrame del hormigón, en su aproximación a la zona de vertido, constituida por poliamida de alta tenacidad, calabroteada de 12 mm de diámetro, como mínimo.

#### Sirgas

- Sirgas de desplazamiento y anclaje del cinturón de seguridad
- Variables según los fabricantes y dispositivos de anclaje utilizados.

#### Eslingas de cadena

- El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5% de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

#### Eslinga de cable

- A la carga nominal máxima se le aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar; las gazas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces el diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

#### Plataformas de trabajo

- Las plataformas de metal (preferiblemente) o de madera tradicionales deberán reunir las siguientes características mínimas:
- Anchura mínima 60 cm (tres tablones de 20 cm de ancho o dos pasarelas metálicas de 30 cm).
- La madera deberá ser de buena calidad sin grietas ni nudos. Será elección preferente el abeto sobre el pino.

- Escuadra de espesor uniforme sin alabeos y no inferior a 7 cm de canto (5 cm sí se trata de abeto).
- Longitud máxima entre apoyos de 2,50 m.
- Los elementos de madera no pueden montar entre sí formando escalones ni sobresalir en forma de llantas, de la superficie lisa de paso sobre las plataformas.
- No puede volar más de cuatro veces su propio espesor (máximo 20 cm).
- Estarán sujetos por lías o sargentos a la estructura portante.
- Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo, así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidos con barandillas de 90 cm. de altura, equipada con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, de construcción segura y suficientemente resistente.
- La distancia entre el paramento y plataforma será tal, que evite la caída de los operarios. En el caso de que no se pueda cubrir el espacio entre la plataforma y el paramento, se habrá de cubrir el nivel inferior, sin que en ningún caso supere una altura de 1,80 m.
- Para acceder a las plataformas, se instalarán medios seguros. Las escaleras de mano que comuniquen los diferentes pisos del andamio habrán de salvar cada una la altura de dos pisos seguidos. La distancia que han de salvar no sobrepasará 1,80 m.

### 3.15 SOLDADURA AUTÓGENA

Riesgos asociados a esta actividad:

- Lesiones en los ojos por los rayos ultravioletas emitidos por el arco.
- Quemaduras por contacto con las piezas soldadas.
- Inhalación de humos nocivos producidos en la soldadura.
- Atrapamientos y aplastamientos por objetos.
- Explosión.
- Incendio.
- Otros.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

Medidas generales:

- 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 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 3/4 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 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.
- Será obligatoria la presencia de recursos preventivos para la ejecución de estos trabajos.

#### 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 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.

Medidas generales para la utilización de botellas y botellones de gases comprimidos:

- 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 (sombbrero, caperuza, etc.) 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 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, etcétera.
- 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 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, Calzado 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, Calzado 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.

### 3.16 ACOPIOS Y ALMACENAMIENTOS DE MATERIAL

Riesgos asociados a esta 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.
- Otros.

Medidas correctoras o 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 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.
- Ropa protección alta visibilidad.

Protecciones colectivas:

- Cinta de balizamiento para determinación de la zona de acopio de material.
- Dispositivos de retención de cargas.

### **3.17 CONTROL DE EJECUCIÓN, VISITAS Y TRÁNSITO GENERAL EN ZONA 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 asociados a esta actividad:

- Caída desde altura
- Caída de personas al mismo nivel
- 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
- Caída de objetos por desplome o derrumbe.
- Contacto eléctrico.
- Contacto con sustancias tóxicas o nocivas.
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero.
- Otros.

Medidas correctoras o 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 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 metros 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 metros, 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.
- Los vehículos necesarios en el interior del túnel o caverna, no irán excesivamente cargados de combustible.
- Los revisará de forma especial las fugas de combustibles que puedan presentar los vehículos. En caso de que se de dicha circunstancia, el vehículo no podrá acceder al túnel.
- Todos los vehículos y máquinas eléctricas o de gasoil, dispondrán de su propio extintor.
- Se establecerá una política de tráfico motorizado en el interior del túnel o caverna.

Equipos de protección individual:

- Será obligatorio el uso de Calzado de seguridad, casco y ropa protección alta visibilidad.

### **3.18 MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS**

Riesgos asociados a esta 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

- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos eléctricos.
- Otros.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Presencia de recurso preventivo.
- Las estructuras metálicas serán montadas según las especificaciones de montaje del fabricante.
- Estará prohibido el uso de cuerdas con bandoleras de señalización, a manera de protección, aunque se pueden emplear para delimitar zonas de trabajo.
- Debido a que la altura máxima de la estructura será de aproximadamente 4 m, se podrá ejecutar los trabajos desde un andamio homologado de un solo cuerpo o, preferiblemente, desde PEMP.
- Para aquellas zonas donde no fuera posible trabajar desde el andamio o plataforma de trabajo, se hará uso de los arneses de seguridad anclados a puntos fuertes o líneas de vida homologadas.
- Andamios y plataformas de trabajo homologados, PEMP (plataformas elevadoras móviles para personal).
- Accesos y escaleras homologadas.
- Líneas de vida y amarres adecuados en trabajos en altura.
- Se habilitarán espacios determinados para el acopio de la perfilería.
- Se compactará aquella superficie de la parcela que deba recibir los transportes de alto tonelaje.
- Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,5 m. Se clasificarán en función de sus dimensiones.
- Las maniobras de ubicación “in situ” de pilares y vigas (montaje de la estructura) serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán el perfil mediante sogas o sujetos a sus extremos siguiendo las directrices del tercero.
- Entre pilares, se tenderán líneas de vida a los que amarrar el mosquetón del arnés de seguridad y equipo anticaída que será usado durante los desplazamientos sobre las alas de las vigas.
- Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.
- Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador o un andamio homologado, provista de una barandilla perimetral de 1 m de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del arnés a un cable de seguridad o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.
- Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje. Se evitará el oxicorte en altura, en la intención de evitar riesgos innecesarios.
- Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo. Se exige el uso de recoge pinzas.
- Se prohíbe tender las mangueras o cables eléctricos de forma desordenada. Siempre que sea posible se colgará de los “pies derechos”, pilares o paramentos verticales.



- Las botellas de gases permanecerán siempre en el interior del carro portabotellas correspondiente.
- Se prohíbe la permanencia dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Se prohíbe la permanencia de personal directamente sobre los tajos de soldadura.
- Para soldar sobre los tajos de otros operarios, se tenderán “tejadillos”, viseras o protectores en chapa.
- No trepar directamente por la estructura.
- No desplazarse sobre las alas de una viga sin atar arnés de seguridad y equipo anticaída.
- El ascenso o descenso a otro nivel, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma, que sobrepase la escalera 1 m la altura de desembarco.
- Las operaciones de soldadura se realizarán desde andamios metálicos tubulares provistos de plataformas de trabajo de 60 cm de anchura y de barandilla perimetral de 90 cm compuesta de pasamanos, barra intermedia y rodapié.

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 respiratoria con mascarillas autofiltrantes par partículas
- Protección ocular resistente a proyecciones
- Ropa protección alta visibilidad.

Protecciones colectivas:

- Cinta de señalización y perfecta delimitación de la zona de trabajo.
- Calzos para acopio de tubos.

### 3.19 TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS

Un recinto confinado es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador.

Riesgos asociados a esta actividad:

Genéricos:

- Atrapamientos, choques y golpes, por chapas deflectoras, agitadores, elementos salientes, dimensiones reducidas de la boca de entrada, obstáculos en el interior, etc.
- Riesgos de electrocución por contacto con partes metálicas que accidentalmente pueden estar en tensión.
- Caídas a distinto nivel y al mismo nivel por resbalamientos, etc.
- Sobreesfuerzos.

- Ambiente físico agresivo. Ambiente caluroso o frío. Ruido y vibraciones (martillos neumáticos, amoladoras rotativas, etc.). Iluminación deficiente.
- Otros.

Específicos:

- Riesgos derivados de problemas de comunicación entre el interior y el exterior.
- Asfixia por reducción de la concentración de O<sub>2</sub>
- Incendio y explosión.
- Intoxicación.
- Otros.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Todo personal que participe en la construcción de túneles y galerías deberá tener una autorización de entrada al recinto. Con ella, se pretende garantizar que los responsables de producción y mantenimiento hayan adoptado una serie de medidas fundamentales para que se pueda intervenir en el recinto.
- La autorización de entrada para la construcción de túneles y galerías deberá de venir firmada por los responsables de producción y mantenimiento.
- Antes de cada jornada de trabajo deben efectuarse una evaluación de la atmósfera interior.
- El porcentaje de oxígeno no debe ser inferior al 20,5%.
- Si no es factible mantener este nivel con aporte de aire fresco, deberá realizarse el trabajo con equipos respiratorios semi autónomos o autónomos, según el caso.
- La medición de sustancias inflamables en aire se efectuará mediante explosímetros, equipos calibrados respecto a una sustancia inflamable.
- Cuando se pueda superar el 5% del límite inferior de inflamabilidad el control y las medidas serán continuadas.
- Mientras se efectúen trabajos previos desde el exterior de espacios con posibles atmósferas inflamables hay que vigilar escrupulosamente la existencia de focos de ignición en las proximidades de la boca del recinto.
- La ventilación es una de las medidas preventivas fundamentales para asegurar la inocuidad de la atmósfera interior, tanto previa a la realización de los trabajos caso de encontrarse el ambiente contaminado o irrespirable o durante los trabajos por requerir una renovación continuada del ambiente interior.
- Los circuitos de ventilación (soplado y extracción) deben estar en perfecto estado de mantenimiento.
- Cuando se generen sustancias peligrosas durante la realización de los trabajos en el interior, la eliminación de los contaminantes se realizará mediante extracción localizada o por difusión.
- La velocidad del aire no deberá ser inferior a 0,5 m/s al nivel en el que puedan encontrarse los operarios.
- Todos los equipos de ventilación deberán estar conectados a tierra.
- En ningún caso el oxígeno será utilizado para ventilar.
- Desde el exterior en todo momento se tendrá contacto con las operaciones que se están ejecutando en el interior.
- Las personas situadas en el exterior serán los responsables en caso de emergencia y avisar tan pronto adviertan algo anormal.

- Todo el personal que realice trabajos de construcción de túneles y galerías deberá de poseer formación en espacios confinados.
- Estos trabajos deberán de ser realizados por personal apropiado que no sea claustrofóbico, ni temerario, con buenas condiciones físicas y mentales y preferiblemente menores de 50 años.
- Se realizarán prácticas y simulaciones periódicas de situaciones de emergencia y rescate.
- Será obligatorio la presencia de recursos preventivos para la ejecución de estos trabajos.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (preferiblemente con barbuquejo)
- Guantes de protección mecánica.
- Calzado de seguridad con puntera resistente a impactos y suela antideslizante.
- Cinturón o bolsa portaherramientas.
- Arnés de seguridad.
- Ropa de protección adecuada a la climatología.
- Ropa protectora de alta visibilidad (chaleco reflectante).
- Equipo de respiración autónoma o semi autónoma en caso necesario.

Protecciones colectivas:

- Sistemas de ventilación de soplado y extracción.

### **3.20 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 demoliciones, desescombro, corte o lijado de determinados materiales 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 o consignas preventivas:

- Las actividades generadoras de polvo se harán en espacios bien ventilados.
- Antes de proceder a realizar demoliciones se mojará la zona a demoler.
- 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 a utilizar:

- Cuando se trabaje sobre superficies que generen ambientes pulverulentos, utilizar protección respiratoria con mascarilla auto filtrante para partículas.

### 3.21 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 asociados a esta 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
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Fatiga física por el manejo manual de cargas.
- Otros.

Medidas correctoras o 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. O 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 atender a:

- La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de portadores 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 portadores de los detalles de la operación (ademanos a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)
- La situación de los portadores 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 portador 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.

Equipos de protección individual:

- 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.
- Ropa de protección
- Ropa protección alta visibilidad.

### 3.22 MANIPULACIÓN MECÁNICA DE CARGAS

En este apartado se considera tanto el izado de las cargas como su desplazamiento horizontal.

Riesgos asociados a esta 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
- Contacto eléctrico.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Otros.

Medidas correctoras o 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 estrobo 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.
- Se observará constantemente el movimiento de las cargas, gálidos 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.
- Será obligatorio la presencia de recursos preventivos para la ejecución de estos trabajos.

- El estrobo 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 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 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 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 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 maniobrase al mismo tiempo las palancas de 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 gruísta, 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.
- 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:

- Casco de seguridad
- Guantes de protección mecánica
- Calzado de seguridad: mínimo básico con puntera resistente a impactos y suela antideslizante.
- Ropa de protección.
- Ropa protección alta visibilidad.

#### 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.

### **3.23 MONTAJE DE SOPORTES**

#### Riesgos asociados a la actividad:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos (piezas al izar).
- Desplome de aparatos de izado.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes contra objetos inmóviles
- Quemaduras.
- Proyección de partículas.
- Explosión e incendio.



- Cortes.
- Contactos eléctricos.
- Ruidos.
- Desprendimientos, desplome, derrumbe.
- Contactos térmicos.
- Otros

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Acotar la zona de izado, cerrándola para las personas no autorizadas.
- No colocarse en la vertical de la pieza izada.
- Las orejetas de izado deben tener coeficiente de seguridad 6.
- No sobrecargar la grúa de izado
- Colocar los estrobos de forma que no se puedan deslizar, realizando el izado de forma estable.
- Inspeccionar la zona para evitar obstáculos durante el izado.
- No utilizar la grúa para desencajar la pieza.
- Comprobar la solidez del terreno y los apoyos de la grúa.
- Cumplir las exigencias de mantenimiento de la grúa.
- Usar retenidas en los izados de piezas.
- No ponerse, jamás, entre un elemento fijo y una pieza izada.
- No permanecer en la zona de giro de la maquinaria.
- No coger los estrobos con la mano por las zonas próximas al gancho o a la pieza.
- Se respetarán, siempre, las tablas de cargas de los estrobos.
- Todos los elementos de izado tendrán su certificado de calidad.
- Los estrobos se revisarán antes de usarse, destruyendo los que no estén en condiciones de uso.
- Izar las piezas en la posición correcta, con la espalda recta.
- Para hacer esfuerzos posicionar el cuerpo en posturas estables.
- Para mover cargas pesadas usar medios de izado y la ayuda de otro compañero.
- Anclar el arnés a un punto fijo o a un cable vida.
- Mantener las botellas en posición vertical y atadas.
- Poner a todas las botellas de gases comburente o combustibles válvulas de antirretroceso de llama a la salida del manorreductor y entrada a la caña.
- Almacenar los gases combustibles y comburentes por separado.
- No eslingar las botellas de gases. Utilizar carros portabotellas.
- En lugares cerrados desconectar el soplete antes de parar el trabajo.
- Inspeccionar la zona de trabajo y proteger los materiales combustibles, madera, cables, goma.
- Inspeccionar la zona de trabajo y conocer la localización de los medios de extinción.
- No golpear los discos.
- Estudiar el comportamiento de la pieza cuando se corte, para evitar atrapamientos del disco.
- No utilizar cestas para trabajos en altura elaboradas artesanalmente. Debe trabajarse mediante plataformas elevadoras debidamente homologadas.

Equipos de protección individual:

- Casco homologado.

- Calzado de seguridad con suela antiperforante.
- Chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de goma y de cuero.
- Gafas de protección contra impactos y antipolvo.
- Arnés de seguridad homologado en situaciones de riesgo de caída.
- Los soldadores emplearán guantes, mandiles de cuero, gafas y Calzado con polainas.
- Protecciones auditivas.
- Mascarillas antipolvo y gases.

Protecciones colectivas:

- Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y 300 mA para fuerza.
- Limpieza en las zonas de trabajo.
- Iluminación adecuada de la zona de trabajo.

### **3.24 INSTALACIÓN Y MONTAJE DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS**

Riesgos asociados a la actividad:

- Caída de materiales por mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Atrapamientos de manos o pies en el manejo de materiales.
- Atrapamientos de personas entre medios auxiliares (plataformas elevadoras, andamios, etc.) y equipos.
- Caídas de objetos o herramientas sueltas o en manipulación.
- Aplastamiento de personas.
- Explosiones o incendios debido al uso de gases en trabajos con soplete o por proyecciones incandescentes sobre productos inflamables.
- Caída o vuelcos de los medios de elevación.
- Proyecciones de partículas.
- Conjuntivitis por arco eléctrico.
- Cortes y golpes en el manejo de materiales o herramientas.
- Quemaduras
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos (directos o indirectos)
- Los generados por trabajos superpuestos.
- Radiaciones no ionizantes.
- Radiaciones ionizantes.
- Otros.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- El transporte de tramos de tubería 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.
- Se prohíbe utilizar flejes de los paquetes como asideros de carga.
- Los bancos de trabajo se mantendrán en buenas condiciones de uso, evitando se levanten astillas durante la labor.
- El local destinado a almacenar bombonas o botellas de gases licuados tendrá ventilación constante por “corriente de aire”, puerta con cerradura de seguridad e iluminación artificial en su caso.
- La iluminación eléctrica del local donde se almacenen las botellas o bombonas de gases licuados se efectuará mediante mecanismos estancos antideflagrantes de seguridad.
- El almacén de gases licuados se señalizará mediante “peligro explosión” y “prohibido fumar” y se instalará un extintor de polvo químico seco.
- Se prohíbe usar mecheros y sopletes junto a materiales inflamables y abandonarlos encendidos.
- Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura para evitar incendios.
- Se evitará soldar con las botellas o bombonas expuestas al sol.
- Los cables y mangueras se mantendrán colgados y ordenados evitando interferencias en zonas de paso.
- Se revisarán los medios auxiliares y de elevación, la instalación y herramientas eléctricas.
- Se colocarán calzos en los acopios para evitar deslizamientos de los materiales.
- Se evitarán en lo posible las caídas de partículas incandescentes, colocando mantas ignífugas o en su defecto se señalizará la zona de influencia.
- Para trabajos puntuales en altura se utilizarán plataformas elevadoras propulsadas. No autorizándose el uso de cestas colgadas sobre grúa para estos trabajos.
- Para los trabajos en altura se montarán andamios, en perfectas condiciones como marca la legislación vigente.
- En los andamios y plataformas no se acopiarán ni dejarán materiales innecesarios.
- Siempre se hará uso del arnés de seguridad a más de 2 m de altura.
- Se instalarán cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no puedan montarse plataformas con barandillas.
- No se deben utilizar cestas de trabajo en altura que no se encuentren homologadas. Se deberán utilizar en la medida de lo posible plataformas elevadoras homologadas.

Equipos de protección individual:

- Casco homologado con pantalla de soldador.
- Calzado de seguridad con suela antiperforante.
- Chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de trabajo.
- Mandil de cuero.
- Gafas de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de soldadura.

- Manoplas de cuero.
- Polainas de cuero.
- Arnés de seguridad.
- Puntualmente mascarillas y protectores auditivos.

Protecciones colectivas:

- Organización diaria de los trabajos, para la buena disposición y distribución del personal y de la maquinaria y materiales.
- Orden y limpieza en todas las áreas de trabajo.
- Las zonas de trabajo estarán bien iluminadas.
- Utilización de vallas o cordones de balizamiento en señalización de las áreas de trabajo que así lo requieran por trabajos en el mismo plano.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijeras; si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.

### **3.25 PINTURA DE TUBERÍAS, SOPORTES Y ACCESORIOS**

Riesgos asociados a la actividad:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos eléctricos.
- Afecciones respiratorias por atmósferas nocivas.
- Contactos con sustancias químicas.
- Sobreesfuerzos.
- Los derivados de la rotura de las mangueras de compresores.
- Ruido
- Incendios.
- Otros

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Se utilizarán los medios de protección colectiva y personal para trabajos en altura al resto de actividades.
- Cuando la ventilación no sea la adecuada, se instalarán medios de extracción y/o se utilizarán mascarillas y en caso necesario equipos de respiración autónoma.
- Las pinturas y disolventes se mantendrán alejados de fuentes de calor, de proyecciones incandescentes y los recipientes cuando no se utilicen estarán siempre cerrados.
- Se impartirá formación a los operarios que realizan estos trabajos, sobre los riesgos que conllevan y las medidas preventivas que son necesarias para evitarlos.

Equipos de protección individual:

- Casco homologado.
- Guantes de trabajo.
- Chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad.

- Gafas protectoras de seguridad
- Mascarilla antipolvo
- Mascarilla con filtro para sustancias químicas
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.

Protecciones colectivas:

- Organización diaria de los trabajos para la buena disposición y distribución del personal, maquinaria y materiales.
- Orden y limpieza en todas las áreas de trabajo.
- Las zonas de trabajo estarán bien iluminadas.
- Utilización de vallas o cordones de balizamiento en señalización de las áreas de trabajo que así lo requieran por trabajos en el mismo plano.
- Utilización de andamios de seguridad metálicos, con barandillas de protección.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijeras; si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.

### **3.26 MONTAJE DE ELEMENTOS**

#### **3.26.1 MONTAJE DE EQUIPOS MECÁNICOS**

Riesgos asociados a la actividad:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos.
- Choques contra objetos móviles e inmóviles.
- Golpes, cortes por objetos y herramientas.
- Pisadas sobre objetos.
- Proyección de fragmentos y partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a sustancias nocivas.
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos
- Otros

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Las herramientas manuales estarán en buen estado de conservación.
- Las máquinas herramientas eléctricas portátiles estarán protegidas contra contactos indirectos mediante doble aislamiento y utilización de bajas tensiones de alimentación, así como protección diferencial de alta sensibilidad (30 mA).
- Cuando el equipo vaya en el techo o sobre una fachada o muro, tanto al exterior como al interior, sobre el vacío, se utilizarán andamios tubulares debidamente arriostrados, o andamios colgados suficientemente anclados.



- Para trabajos puntuales en altura se utilizarán plataformas elevadoras homologadas. No autorizándose el uso de cestas colgadas sobre grúa para estos trabajos.
- Utilización de redes elásticas para delimitar las posibles caídas del personal que interviene en los trabajos, colocándose estas de manera que la altura máxima de caída sea de 6 m, siendo de fibra, poliamida o poliéster con una cuadrícula máxima de 10 x 10 cm.
- Todas las zonas de izado y arriado de materiales estarán permanentemente señalizadas mediante acordonamiento, con cinta reflexible, (blanca y roja), evitando el estacionamiento y paso de personas.
- El personal que realice este tipo de trabajos estará debidamente cualificado para realizarlos.
- El acopio de los materiales se efectuará en el lugar señalado para ello, y se utilizarán los medios de inmovilización y sujeción adecuados para evitar posibles desplazamientos.
- La Dirección facultativa, junto con los distintos suministradores de los equipos planificará las medidas de seguridad a establecer y los caminos a seguir entre la zona de recepción o de almacenamiento y la de instalación.
- Se utilizarán medios de calzado e inmovilización para impedir desplazamientos o caídas accidentales de equipos antes de su instalación y fijación definitiva.
- Todos los trabajos de soldadura se realizarán siguiendo las medidas preventivas aplicables a este tipo de trabajo. Se tomarán medidas especiales (NTP-223) para los trabajos en espacios confinados.
- Se esmerará el orden y la limpieza en las vías de paso para el transporte de equipos para su instalación, así como en las áreas de trabajo.
- Las maniobras serán dirigidas por una sola persona. En caso de no tener visibilidad, se utilizarán radioteléfonos para comunicarse, y así poder ser dirigidas por la misma persona.
- Se utilizarán los medios adecuados a la carga a izar, estrobos, eslingas de cables, redes, siendo revisados antes de hacer la estrobada.
- Cuando se transporten cargas con grúas, se izarán a la menor altura posible.
- Todas las cargas de materiales deben ir adecuadamente sujetas a las máquinas que las transportan.
- Se prohíbe permanecer o transitar sobre cargas suspendidas o en movimiento.
- No se pueden transportar personas en las máquinas de trabajo.
- No se realizarán tiros oblicuos, se utilizarán poleas de reenvío.
- A la hora del montaje el terreno será firme y se situarán las máquinas de manera que se corra el menor riesgo posible.
- En caso de que las máquinas no estén en perfecto estado de funcionamiento, deberá comunicarse al mando superior. Nunca se comenzará a trabajar sin una total garantía de seguridad.
- En el estrobado, en el caso de que la pieza no sea cilíndrica, se colocarán cantoneras metálicas (si es posible) en las aristas. Estas cantoneras deberán ir sujetas con cadenas para que, en el momento del desestrobado, queden sujetas al mismo.
- Antes de soltar la maniobra, la pieza deberá estar sujeta con un mínimo del 35% de tornillos o soldadura.

- Los grilletes nunca se deben tirar desde altura, por peligro de posibles fisuras, imposibles de apreciar a simple vista.
- Realizar el montaje de las escaleras definitivas, a la vez que el montaje de la estructura, para que ésta tenga un buen acceso. Si, por cualquier circunstancia, no se pueden montar las definitivas, se montarán escaleras de gato con protección.
- Siempre que sea posible, se sustituirán los estrobos por cáncamos (atornillados o soldados).
- Cuando las piezas estén suspendidas por grúas o maniobras, irán conducidas por cuerdas de retenida.
- Se debe hacer uso del arnés de seguridad siempre que se trabaje en altura.
- No cogerse a las piezas transportadas por grúas.
- No situarse nunca debajo de las cargas suspendidas.

Equipos de protección individual:

- Casco homologado con pantalla.
- Calzado de seguridad antiperforante.
- Chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de goma y de cuero.
- Gafas de protección contra impactos y antipolvo.
- Arnés de seguridad homologado en situaciones de riesgo de caída.
- Los soldadores emplearán guantes, mandiles de cuero, gafas y Calzado con polainas.
- Protecciones auditivas.
- Mascarillas antipolvo y gases.

Protecciones colectivas:

- Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y 300 mA para fuerza.
- No utilizar la entibación, bandejas, etc., como escalas.
- Utilización de vallas o cordones de balizamiento en señalización de las áreas de trabajo
- que así lo requieran por trabajos en el mismo plano.
- Utilización de andamios de seguridad metálicos, con barandillas de protección.
- Escaleras de mano sujetas y con dispositivo antideslizante.
- Anclajes firmes para elementos de elevación, cabrestantes, trácteles, etc.
- Iluminación adecuada con focos fijos a 220 V y portátiles a 24 V.
- Orden y limpieza en los tajos.
- Las zonas de trabajo deben estar acotadas y señalizadas, para que nadie ajeno al trabajo penetre en la zona.

### **3.26.2 MONTAJE DE AEROGENERADORES**

Riesgos asociados a la actividad:

- Caídas a distinto nivel por carecer de protecciones colectivas o no usar los cinturones de seguridad.

- Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento o manipulación.
- Hundimiento de plataformas por exceso de acopio de materiales.
- Golpes/cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- El personal será conocedor de los riesgos de la ejecución de trabajos en altura durante el montaje de aerogeneradores y del método correcto de puesta en obra de las unidades integrantes del Proyecto.
- Se instalarán mediante pies derechos sobre mordazas de aprieto, barandillas de suplemento hasta alcanzar los 90 cm de altura sobre las plataformas de trabajo.
- En las zonas de trabajo se dispondrán cuerdas, cables de retención, líneas de vida y otros puntos fijos para el enganche de los cinturones de seguridad.
- Diariamente, antes de iniciar los trabajos, se revisarán los cinturones de seguridad, así como los cables o cuerdas de enganche de éstos.
- Los recipientes para transportar materiales de sellado se llenarán al 50% para evitar derrames innecesarios.
- El acopio de materiales en la plataforma de trabajo se limitará a las necesidades de cada jornada, repartiéndolo uniformemente a lo largo de la misma para reducir al mínimo los desplazamientos del personal.
- Los plásticos, cartón, papel y flejes procedentes de los diversos empaquetados, se recogerán inmediatamente después de que se hayan abierto los paquetes, para su eliminación posterior.
- Para prevenir los contactos eléctricos se instalarán diferenciales acompañados de toma de tierra, se conectarán los receptores con las clavijas normalizadas adecuadas y se usarán las herramientas manuales provistas de doble aislamiento.
- Se tendrá convenientemente iluminada la zona de trabajo.
- Quedarán perfectamente señalizadas aquellas áreas de trabajo en las que se encuentren ubicados elementos para trabajos en altura.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad con barboquejo
- Calzado de seguridad y calzado antideslizante.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o PVC.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Monos de trabajo.
- Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección distintos a los anteriormente descritos, se dotará a los trabajadores de los mismos.

- Arnés de seguridad, mosquetones, y demás material asociado al uso del arnés en caso de emergencia,

Protecciones colectivas:

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24 de octubre de 1.997 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.5 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

Se implantarán las siguientes medidas colectivas preventivas para cualquier trabajo en que se tenga una altura de caída mayor a dos metros:

- Aquellas zonas donde los lugares de trabajo puedan presentar riesgo de caída deberán estar claramente señalizadas y, en la medida de lo posible, se dispondrá de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a ellas.

Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas equivalentes

### **3.27 MONTAJE DE EQUIPOS ELÉCTRICOS**

Riesgos asociados a la actividad:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Corte por manejo de herramientas manuales.
- Cortes por manejo de las guías y conductores.
- Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes, cortes por objetos y herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Quemaduras.
- Atrapamientos
- Otros

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Antes de iniciar cualquier trabajo eléctrico se observará el cumplimiento de las cinco reglas de oro:
- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.
- Enclavamiento y bloqueo de los aparatos de corte señalizado en el mando.
- Comprobación de ausencia de tensión.
- Puesta a tierra y en cortocircuito de las instalaciones a intervenir.
- Aislar todas las partes vecinas que se encuentren bajo tensión.
- Se comprobarán periódicamente las protecciones y aislamiento de los conductores.
- Herramientas manuales en buen estado de conservación.
- Maquinas herramientas eléctricas portátiles, protegidas contra contactos indirectos mediante doble aislamiento y utilización de bajas tensiones de alimentación, así como protección diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado siempre por personal especialista.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando “portalámparas estancos con mango aislante” y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 V.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetes.
- Las herramientas de los instaladores eléctricos cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado, de forma inmediata.
- Para evitar la conexión accidental a la red de la instalación eléctrica, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la “compañía suministradora” guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
- Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos e indirectos, de acuerdo con el R.E.B.T.
- La entrada en servicio de las celdas de transformación, se efectuará con el edificio desalojado de personal.
- Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala, de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, y que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección personal.
- Las cajas de enchufes tendrán claramente reflejada la tensión de la corriente.
- Los cuadros de distribución y las máquinas eléctricas no portátiles estarán conectadas a la toma de tierra general. Las máquinas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento, y estarán conectadas a la red por medio de disyuntores diferenciales.
- El manejo de baterías se realizará utilizando los equipos de protección individual apropiado para manejo de sustancias peligrosas (p.e. ácido sulfúrico).
- Trabajos bajo líneas eléctricas
- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- No se realizará ninguna labor en proximidad a la línea eléctrica, cuyo corte se ha solicitado, hasta haber comprobado que las tomas a tierra de los cables están concluidas y el operario de la compañía propietaria de la línea así lo comunique.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra queda fijada en 3,20 m en zonas accesibles durante la construcción.
- Antes de comenzar los trabajos, se balizará la distancia de seguridad de la línea eléctrica para la construcción del pórtico de protección, según el siguiente procedimiento:
- Se marcarán mediante taquímetro, teodolito, etc, alineaciones perpendiculares a la línea a nivel del suelo, a la distancia de 5 m de separación.
- Sobre cada alineación se marcará a cada lado de la línea, la distancia de 5 m según los casos, más el 50% del ancho del conjunto del cableado del tendido eléctrico.



- Sobre los puntos así obtenidos, se levantarán pies derechos (madera preferiblemente) de una altura de 5 m en los que se habrá pintado una franja de color blanco a esa altura bajo la línea.
- El recorrido del giro del brazo de la grúa quedará limitado al recorrido acotado por la intersección de éste, con la distancia de seguridad reglamentaria.

Equipos de protección individual:

- Casco homologado con pantalla.
- Calzado de seguridad antiperforante.
- Chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad.
- Calzado aislantes de la electricidad.
- Calzado de protección dieléctrica.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de goma y de cuero.
- Guantes dieléctricos, alfombrilla aislante, pantalla facial aislante.
- Gafas de protección contra impactos.
- Arnés de seguridad y equipo anticaída en situaciones de riesgo de caída.
- Los soldadores emplearán guantes, mandiles de cuero, gafas, calzado de seguridad, polainas y manguitos.

Protecciones colectivas:

- Organización diaria de los trabajos, para la buena disposición y distribución del personal y de la maquinaria y materiales.
- Orden y limpieza en todas las áreas de trabajo.
- Las zonas de trabajo estarán bien iluminadas, nunca inferior a 250 lux medidos a 2 m del suelo.
- Utilización de vallas o cordones de balizamiento en señalización de las áreas de trabajo que así lo requieran por trabajos en el mismo plano.
- Utilización de andamios de seguridad metálicos, con barandillas de protección.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijeras; si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.
- Comprobadores de tensión.
- Equipos de puesta a tierra.
- Herramientas aislantes

### **3.28 MONTAJE PARA BANDEJAS DE CABLEADO**

Riesgos asociados a la actividad:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caídas por objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques contra objetos inmóviles.

- Cortes por manejo de herramientas o por manejo de las propias bandejas.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Otros

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Se revisará el estado de los estrobos y para protegerlos se colocarán cantoneras.
- Se comprobará antes del izado el perfecto estado del aparato de elevación.
- Se elevará la carga de forma suave y continua.
- Se vigilará que, durante la operación de izado, ninguna persona esté situada en la vertical de carga.
- En cada maniobra se designará a una persona con conocimiento de los gestos convencionales de guiado que será quien ordene los movimientos correspondientes a la maquinaria.
- El gruísta debe dominar visualmente todo el campo de influencia de la carga y si no lo consigue deberá disponer de un ayudante que le dirija.
- No se acompañará la carga con las manos, si es preciso guiar la carga, utilizar útiles adecuados, tampoco se intentará controlar o parar la carga de forma manual.
- Durante el montaje de soportes se comprobará el perfecto estado de los taladros y cables, que deberán estar en perfectas condiciones de aislamiento.
- Serán conectadas a la red por medio de disyuntores diferenciales.
- La broca a utilizar corresponderá a la medida del taladro a colocar.
- En trabajos en altura a más de 2 m es obligatorio el uso del arnés de seguridad.
- En la colocación de las bandejas se usarán llaves de la medida adecuada a las tuercas.
- Se comprobará el perfecto estado de dichas llaves, debiendo tener las bocas bien templadas y sin desgastar.
- Ningún operario irá subido en el lugar destinado a la carga.
- Si se requiriese el uso de escaleras y/o andamios dichos elementos estarán homologados y en perfectas condiciones.

Equipos de protección individual:

- Casco homologado.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra impactos.
- Arnés de seguridad homologado en situaciones de riesgo de caída a distinto nivel.
- Los soldadores emplearán guantes, mandiles de cuero, gafas y Calzado con polainas.

Protecciones colectivas:

- Organización diaria de los trabajos, para la buena disposición y distribución del personal y de la maquinaria y materiales.
- Orden y limpieza en todas las áreas de trabajo.
- Las zonas de trabajo estarán bien iluminadas.
- Utilización de vallas o cordones de balizamiento en señalización de las áreas de trabajo que así lo requieran por trabajos en el mismo plano.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijeras; si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.

### 3.29 INSTALACIÓN Y TENDIDO DE CABLES

Riesgos asociados a la actividad:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caídas por objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Choques contra objetos móviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos eléctricos.
- Otros

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Se revisará el estado de los estrobos y ejes.
- Se engancharán las bobinas de forma correcta y se comprobará el perfecto funcionamiento de los útiles de elevación antes de proceder al izado del cable.
- Las bobinas durante el transporte irán calzadas.
- Ningún operario podrá ir subido en el camión, en el lugar destinado a las bobinas, durante el transporte.
- Antes de iniciar la operación de asentamiento de las bobinas sobre gatos y cunas, se revisará el estado de los gatos y cunas, así como su capacidad para resistir los pesos a los que van a ser sometidos. Se elegirá el sitio más idóneo para su colocación.
- Se elegirá el eje más apto, dependiendo de las características de la bobina.
- La colocación de los rodillos se realizará a una determinada distancia entre sí, dependiendo del diámetro y peso del cable.
- Si los rodillos están situados en el suelo, se colocarán en sitios visibles para evitar golpes contra ellos.
- Si van colocados sobre las bandejas, se amarran para evitar su deslizamiento o posible caída.
- Durante el tendido habrá total coordinación entre los operarios y las personas que estén dirigiendo los trabajos.

- Cuando las condiciones del lugar de tendido lo requieran, será colocada una camisa con cuerda a la punta del cable para facilitar su tendido.
- El tendido se realizará de forma suave, evitando tirones bruscos.
- En trabajos en altura es obligatorio el uso de arnés de seguridad.
- Si se requiere el uso de escaleras y andamios, estos serán homologados, se encontrarán en buen estado y con sus elementos completos.
- No se desplazará el personal por las bandejas de cableado.
- Todo acopio de bobinas que no estén en uso deberá estar correctamente balizado y ordenado.
- Los trabajos se realizarán sin tensión, durante el montaje.
- Desconexión eléctrica de la zona de trabajo y aislamiento de las partes conductoras.
- Comprobación de la no existencia de tensión en la zona de trabajo.
- Todos los componentes de la instalación cumplirán las especificaciones de las Normas Oficiales correspondientes.
- En locales cuya humedad relativa alcance o supere el 70 %, así como en ambientes corrosivos se potenciarán las medidas de seguridad.
- Se comprobarán periódicamente las protecciones y aislamiento de los conductores.
- Herramientas manuales aisladas y en buen estado de conservación.
- Maquinas herramientas eléctricas portátiles, protegidas contra contactos indirectos mediante doble aislamiento y utilización de bajas tensiones de alimentación, así como protección diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

Equipos de protección individual:

- Casco homologado.
- Calzado de seguridad antiperforante.
- Chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de goma.
- Guantes dieléctricos, pantalla facial protectora, alfombrilla aislante y banqueta aislante.
- Gafas de protección contra impactos.
- Arnés de seguridad homologado en situaciones de riesgo de caída a distinto nivel.

Protecciones colectivas:

- Organización diaria de los trabajos, para la buena disposición y distribución del personal y de la maquinaria y materiales.
- Orden y limpieza en todas las áreas de trabajo.
- Las zonas de trabajo estarán bien iluminadas.
- Utilización de vallas o cordones de balizamiento en señalización de las áreas de trabajo que así lo requieran por trabajos en el mismo plano.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijeras; si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.

### **3.30 CONEXIONES DE CABLES**

Riesgos asociados a la actividad:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caídas por objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Choques contra objetos móviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos eléctricos.
- Otros.

**Medidas correctoras o consignas preventivas:**

- Los trabajos se realizarán sin tensión, durante el montaje de la instalación.
- Descargo eléctrico de la línea o el equipo y conectar a tierra y en cortocircuito.
- Comprobación de que los cables o el equipo no está en tensión.
- No conexionar nunca en cuadros sometidos a tensión.
- Comprobar el perfecto estado de los sistemas de comprobación de ausencia de tensión.
- Utilización de suelo o banqueta aislante.
- Estricta observación de las distancias mínimas de seguridad, para los trabajos efectuados en la proximidad de instalaciones en tensión de A. T.
- Para trabajos en tensión el personal estará específicamente adiestrado.
- En locales cuya humedad relativa alcance o supere el 70 %, así como en ambientes corrosivos se potenciarán las medidas de seguridad.
- Se comprobarán periódicamente las protecciones y aislamiento de los conductores.
- Herramientas manuales aisladas y en buen estado de conservación.
- Para la preparación y pelado del cable, se usará siempre la herramienta adecuada (pelacables, alicate de corte, prensa-terminales, etc.).
- No colocar las manos delante del trayecto del pelacables.
- Maquinas herramientas eléctricas portátiles, protegidas contra contactos indirectos mediante doble aislamiento y utilización de bajas tensiones de alimentación, así como protección diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

**Equipos de protección individual:**

- Casco homologado.
- Calzado de seguridad con suela antiperforante.
- Chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad.
- Calzado de protección dieléctrico.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de goma y de cuero.
- Guantes dieléctricos para maniobras en tensión, pantalla facial aislante, pértiga aislante, banqueta aislante o manta aislante.
- Gafas de protección contra impactos.
- Arnés de seguridad homologado en situaciones de riesgo de caída a distinto nivel.



Protecciones colectivas:

- Organización diaria de los trabajos, para la buena disposición y distribución del personal y de la maquinaria y materiales.
- Orden y limpieza en todas las áreas de trabajo.
- Las zonas de trabajo estarán bien iluminadas.
- Utilización de vallas o cordones de balizamiento en señalización de las áreas de trabajo que así lo requieran por trabajos en el mismo plano.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijeras; si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.

### **3.31 INSTALACIÓN E INTERCONEXIÓN DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS**

Riesgos asociados a la actividad:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caídas por objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Choques contra objetos móviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Contactos eléctricos.
- Otros.

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Los trabajos se realizarán sin tensión, durante el montaje de la instalación.
- Descargo eléctrico del equipo y conectar a tierra y en cortocircuito.
- Comprobación de que el equipo no está en tensión.
- Estricta utilización del sistema de señalización a base de tarjetas de PROHIBICIÓN DE MANIOBRAS y de PRUEBAS, de obligado cumplimiento.
- Para trabajos en tensión en B. T. el personal estará específicamente adiestrado para TET-BT.
- En locales cuya humedad relativa alcance o supere el 70 %, así como en ambientes corrosivos se potenciarán las medidas de seguridad.
- Se comprobarán periódicamente las protecciones y aislamiento de los conductores.
- Herramientas manuales aisladas y en buen estado de conservación.
- Maquinas herramientas eléctricas portátiles, protegidas contra contactos indirectos mediante doble aislamiento y utilización de bajas tensiones de alimentación, así como protección diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

Equipos de protección individual:

- Casco homologado.
- Calzado de seguridad antiperforante.
- Chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad.
- Guantes de protección (goma y cuero).

- Gafas de protección.
- Ropa de trabajo adecuada.
- En caso de trabajos con riesgo eléctrico, calzado dieléctrico, guantes dieléctricos, pantalla facial aislante, pértiga aislante, banqueta aislante.
- Arnés de seguridad homologado, en caso de trabajos a más de 2 m de altura.

Protecciones colectivas:

- Organización diaria de los trabajos, para la buena disposición y distribución del personal y de la maquinaria y materiales.
- Orden y limpieza en todas las áreas de trabajo.
- Las zonas de trabajo estarán bien iluminadas de acuerdo con la Norma Oficial vigente sobre iluminación en los centros de trabajo.
- Utilización de vallas o cordones de balizamiento en señalización de las áreas de trabajo que así lo requieran por trabajos en el mismo plano.

### **3.32 ACTIVIDADES Y PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA**

Definimos que Actividades de Pruebas y Puesta en Marcha se entiende al conjunto de pruebas, trabajos y ensayos que hay que realizar antes de entregar al cliente la planta con todas las garantías sobre su correcto funcionamiento.

Destacar:

- Energizaciones de cuadros.
- Energizaciones de los Trafos principales, auxiliares y componentes.
- Alimentaciones provisionales y definitivas.
- Pruebas funcionales y preoperacionales.
- Pruebas de presión.
- Verificación de los soportes
- Pruebas de lógica y señales.
- Pruebas de lazos (frío y caliente)
- Arranque de componentes y sistemas

#### **3.32.1 PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS ELÉCTRICOS**

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas.

- Explosiones.
- Incendios.
- Ruidos
- Otros

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Se cumplirán las prescripciones del RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, especialmente lo establecido en el anexo IV: Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones.
- Antes de iniciar cualquier trabajo eléctrico se observará el cumplimiento de las cinco reglas de oro:
- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.
- Enclavamiento y bloqueo de los aparatos de corte señalizado en el mando.
- Comprobación de ausencia de tensión.
- Puesta a tierra y en cortocircuito de las instalaciones a intervenir.
- Aislar todas las partes vecinas que se encuentren bajo tensión.
- Se cumplirán los procedimientos de trabajo propios del Departamento de Puesta en Marcha.
- Se seguirán las instrucciones indicadas en los procedimientos de seguridad del emplazamiento.
- Todos los equipos usados para la puesta en marcha (pértigas, banquetas aislantes, multímetros, meggers, etc.) deberán estar convenientemente calibrados.
- Durante la realización de las pruebas se señalará correctamente la zona de trabajo y se tomarán las medidas de seguridad adecuadas para la protección del personal y equipos. Se indicará peligro de Alta tensión, circundando el área de los trabajos para evitar riesgos al personal, cuando las tensiones de trabajo superen los 1000 V.
- Todas las verificaciones previas de los equipos (estado de limpieza, estado de la pintura, estanqueidad, aprietes de tornillos, disposición de las fases y colores, etc) se deberá realizar antes de energizar los equipos.
- Verificar que los equipos y sus componentes han sido debidamente probados en fábrica
- Comprobar que todos los equipos se encuentran debidamente identificados.
- En baterías, comprobar que los interruptores automáticos de cada una de ellas con su correspondiente cuadro de corriente continua están abiertos y no pueden ser cerrados sin previo aviso.
- La sala donde se ubiquen baterías deberá estar bien ventilada y contará con los elementos de seguridad necesarios (lavajos, agua de lavado, etc.)
- En rectificadores comprobar que los siguientes elementos están abiertos y no pueden ser cerrados sin previo aviso:
- Interruptores automáticos de alimentación a cada uno de los rectificadores
- Interruptores automáticos de alimentación a los cuadros de distribución de corriente continua.
- Interruptores automáticos de salida de los cuadros de distribución de corriente continua.
- En pruebas del interruptor de generación:

- Tras la conexión de los circuitos de mando controlar si la sección de alta tensión (conductor de barras de fase aislada lado generador o lado transformador) del sistema interruptor se encuentra sin tensión.
- Comprobar que las protecciones eléctricas se encuentran operativas y ajustadas.
- Comprobar anclaje y fijación del interruptor.
- Comprobar la presión de gas SF6 y de que no se detectan pérdidas. Los interruptores de potencia no deben ser conectados sin la necesaria presión de gas SF6 (según la escala de presiones del correspondiente esquema de mando).
- En interruptores, contactores y trafos de tensión e intensidad, comprobar que no hay tensión en el devanado de alta de los trafos auxiliares de alimentación a barras de media tensión, ni existe la posibilidad de que se restituya sin previo aviso.
- En pruebas de transformadores del sistema de Baja Tensión:
- Comprobar que las protecciones eléctricas se encuentran operativas y ajustadas.
- Comprobar que las envolventes de los trafos han sido conectadas a la red de tierras.
- Comprobar que no hay tensión en el devanado de alta de los trafos, ni existe la posibilidad de que se restituya sin previo aviso.
- En pruebas de transformadores de potencia:
- Las tierras de las masas del transformador están conectadas.
- Comprobar que el transformador está desenergizado con todas las partes activas sin tensión.
- Comprobar que el neutro del transformador (en la conexión estrella) se encuentra conectado a tierra.
- Comprobar que las porcelanas de las bornas están limpias.
- Comprobar que la red contra incendios del transformador está operativa
- Comprobar que las autoválvulas de protección de 400 Kv se encuentran operativas.
- Cuando se utilice el megger para comprobar la resistencia de aislamiento del equipo a poner en marcha, se señalará adecuadamente todas las partes del sistema con las que alguien pudiera ponerse en contacto de forma accidental y recibir una descarga eléctrica. Comprobar que el sistema no puede ser alimentado por una fuente de tensión distinta, así como la descarga adecuada de los circuitos antes y después de cada medida.
- Verificar que el equipamiento de seguridad de la sala está disponible y que el sistema de protección contra incendios está operativo.
- Comprobar que los equipos han sido adecuadamente conectados a la red de tierras de la central y que ésta se encuentra operativa.
- Durante la realización de las pruebas, tanto el área de trabajo como los equipos permanecerán convenientemente señalizados según se describa en el procedimiento de seguridad. No se permitirá el acceso a la zona de personal ajeno a PEM.
- Se tomarán las medidas de seguridad para Trabajos en Tensión necesarias para la protección de personas y equipos; según lo establecido en el anexo III del RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Queda terminantemente prohibido fumar durante las pruebas en zonas clasificadas como 0 y 1 según el RD 681/2003 sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. En el resto de zonas siempre que no exista riesgo de incendio y/o

explosión, se seguirán las indicaciones marcadas por el equipo de seguridad y salud laboral del emplazamiento.

- Queda terminantemente prohibido usar teléfonos móviles y walki-talkies que no sean antideflagrantes durante las pruebas en zonas clasificadas como 0 y 1 según el RD 681/2003 sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Durante y después de la realización de las pruebas, se regulará el acceso del personal a la zona de ubicación de las instalaciones energizadas-probadas.

Equipos de protección individual:

- Casco de protección, nivel de aislamiento hasta 440 V.
- Guantes dieléctricos adecuados al nivel de tensión de trabajo.
- Gafas de protección facial
- Pantalla de protección facial (cuando exista riesgo de proyección por explosión)
- Calzado con plantilla y puntera reforzada de composite (no metálicas) y suela aislante.
- Ropa de trabajo adecuada
- Chaleco reflectante.
- Arnés de seguridad.
- Protecciones auditivas (cuando se superen los límites de ruido establecidos por normativa).

Protecciones colectivas:

- Organización diaria de los trabajos
- Orden y limpieza en todas las áreas de trabajo.
- Las zonas de trabajo estarán bien iluminadas.
- Utilización de vallas o cordones de balizamiento en señalización de las áreas de trabajo que así lo requieran por trabajos en el mismo plano.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijeras; si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.
- Equipos de Medición de Atmósferas Explosivas
- Banquetas aislantes
- Pértigas aislantes y adecuadas al nivel de tensión
- Puestas a tierra aisladas
- Telas vinílicas o mantas aislantes

### **3.32.2 PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS MECÁNICOS**

Riesgos asociados a esta actividad:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.



- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas.
- Explosiones.
- Incendios.
- Otros.

**Medidas correctoras o consignas preventivas:**

- Se cumplirán los procedimientos de trabajo propios de la Organización de Puesta en Marcha.
- Se seguirán las instrucciones indicadas en los procedimientos de seguridad del emplazamiento.
- Todos los equipos y herramientas usados para la puesta en marcha del equipo deberán estar convenientemente calibrados.
- Verificar que todos los equipos se encuentran conectados a tierra y que la red de tierras de la central se encuentra disponible.
- Comprobar que la zona donde se encuentre el elemento a poner en servicio se encuentra limpia y en condiciones de trabajo seguro.
- Durante la realización de las pruebas se señalará correctamente la zona de trabajo y se tomarán las medidas de seguridad adecuadas para la protección del personal y equipos. Se indicará peligro de Alta tensión, circundando el área de los trabajos para evitar riesgos al personal, cuando las tensiones de trabajo superen los 1000 V.
- Todas las verificaciones previas de los equipos (estado de limpieza, estado de la pintura, estanqueidad, aprietes de tornillos, disposición de las fases y colores, etc) se deberá realizar antes de energizar los equipos.
- Verificar que los equipos y sus componentes han sido debidamente probados en fábrica
- Comprobar que todos los equipos se encuentran debidamente identificados.
- Durante la realización de pruebas, tanto el área de trabajo como los equipos permanecerán convenientemente señalizados.
- Cuando los equipos que se hayan de comprobar estén conectados eléctricamente, se deberán tomar las debidas precauciones de manejo del equipo en tensión.
- Queda terminantemente prohibido fumar durante las pruebas en zonas clasificadas como 0 y 1 según el RD 681/2003 sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. En el resto de zonas siempre que no exista riesgo de incendio y/o explosión, se seguirán las indicaciones marcadas por el equipo de seguridad y salud laboral del emplazamiento.
- Queda terminantemente prohibido usar teléfonos móviles y walki-talkies que no sean antideflagrantes durante las pruebas en zonas clasificadas como 0 y 1 según el RD

681/2003 sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

- Durante y después de la realización de las pruebas, se regulará el acceso del personal a la zona de ubicación de las instalaciones probadas.

Equipos de protección individual:

- Casco de protección.
- Pantalla de protección facial (cuando sea necesario).
- Gafas de protección ocular
- Calzado de seguridad
- Chaleco reflectante.
- Guantes de protección
- Ropa de trabajo adecuada a la actividad
- Arnés de seguridad
- Protecciones auditivas (cuando se superen los límites de ruido establecidos por normativa).
- Equipos de Protección Anti-ácido

Protecciones colectivas:

- Organización diaria de los trabajos
- Orden y limpieza en todas las áreas de trabajo.
- Las zonas de trabajo estarán bien iluminadas.
- Utilización de vallas o cordones de balizamiento en señalización de las áreas de trabajo que así lo requieran por trabajos en el mismo plano.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijeras; si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.
- Equipos de Medición de Atmósferas Explosivas

### **3.32.3 PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS QUE SUPONGAN TRASIEGO O MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS**

Riesgos asociados a la actividad:

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos térmicos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas.
- Explosiones.

- Incendios.
- Ruidos
- Otros

Medidas correctoras o consignas preventivas:

- Se señalizará adecuadamente la zona afectada por la limpieza química o manejo de sustancias.
- Asegurar que los elementos primarios e instrumentación u otros aparatos de medida definitivos han sido desmontados para evitar que sean dañados y tapados los racores o huecos que ocupaban.
- En todos los recipientes usados para el almacenamiento de productos químicos, se deberá indicar de forma clara y visible el producto que contiene, debiendo disponer de igual modo de la ficha de seguridad del producto.
- La manipulación de sustancias químicas deberá realizarse sólo por personal debidamente cualificado para ello en base a su formación y experiencia y en locales que dispongan de ventilación suficiente y sin focos de ignición en las cercanías.
- Se seguirá la normativa específica para la manipulación y almacenamiento de sustancias químicas.
- El material auxiliar utilizados para la limpieza química (bridas, latiguillos, mangueras, equipos de bombeo, cubetos o similares) deberán ser los adecuados para el producto que van a contener en las condiciones de temperatura y presión de trabajo.
- Se colocarán estratégicamente en los lugares donde se realice este tipo de actividad un número suficiente de extintores adecuado para incendios.
- Se colocarán estratégicamente duchas y lavaojos en aquellos lugares donde se puedan producir salpicaduras de productos químicos
- En caso de incendio o derrame o accidente personal con sustancias químicas, se avisará inmediatamente al servicio médico de obra y se seguirán las pautas indicadas en el Plan de emergencia.
- Los productos sobrantes derivados de la limpieza química, serán correctamente recogidos, almacenados y gestionados por empresas autorizadas por la administración correspondiente.
- Antes de proceder a la realización de esta actividad, se deberá informar adecuadamente por las vías establecidas a los contratistas que participen en las obras.
- Queda terminantemente prohibido fumar durante las pruebas en las zonas afectadas por éstas.
- Queda terminantemente prohibido fumar durante la manipulación de sustancia químicas, así como en las zonas donde se almacenen éstas.
- Queda terminantemente prohibido usar teléfonos móviles y walki-talkies que no sean antideflagrantes durante las pruebas en zonas clasificadas como 0 y 1 según el RD 681/2003 sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

Equipos de protección individual:

- Casco de protección.
- Pantalla de protección facial (cuando sea necesario).
- Gafas de protección herméticas

- Calzado adecuado a la sustancia que se maneja
- Chaleco reflectante.
- Guantes de protección adecuados para la sustancia que se maneja.
- Mandiles adecuados para la sustancia que se maneja.
- Buzos de trabajo adecuados a cada sustancia
- Ropa de trabajo adecuada
- Protecciones auditivas (cuando se superen los límites de ruido establecidos por normativa).

Protecciones colectivas:

- Se efectuará una planificación de los trabajos
- La zona de trabajo se mantendrá limpia y ordenada
- En las zonas de trabajo existirá adecuada iluminación para realizar los trabajos con seguridad.
- Vallas para delimitar las zonas de actuación.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijeras; si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.
- Equipos de Medición de Atmósferas Explosivas

#### **4. EQUIPOS DE TRABAJO**

##### **4.1 RIESGOS GENÉRICOS DE LA MAQUINARIA**

El uso y mantenimiento de la maquinaria conlleva una serie de riesgos genéricos que se recogen a continuación:

- Atrapamientos por partes móviles de la máquina, o entre ésta y obstáculos fijos.
- Arrastres por partes giratorias de la máquina.
- Golpes recibidos con partes móviles de la máquina, o por materiales en proceso de fabricación.
- Golpes y colisiones contra partes fijas de la máquina.
- Proyección de elementos de la máquina, o de materiales en proceso de fabricación.
- Caídas al mismo o a distinto nivel por falta de limpieza o desorden.
- Caídas al mismo o a distinto nivel al acceder o abandonar el puesto de mando de la máquina.
- Emanación de gases de combustión diésel, o cualquier otro producto tóxico.
- Gradientes elevados de presión o temperatura.
- Quemaduras por contacto con elementos del colector de escape o por vapor de agua.
- Quemaduras por agresivos químicos de las baterías.
- Explosión e incendio de combustibles y lubricantes, o de mezclas de aire y polvo generado en el curso del trabajo.
- Expansión violenta en formación de vapor de agua.
- Proyección o caída de partículas incandescentes en procesos de soldadura y corte.
- Riesgo eléctrico por contacto con equipos de soldadura o líneas alimentadoras de los mismos.
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.

- Golpes y colisiones contra partes fijas de otras instalaciones.
- Riesgo eléctrico por contacto o proximidad de la máquina con líneas eléctricas.
- Proyección o caída de partículas incandescentes por formación de arco eléctrico en proximidad de la máquina con líneas eléctricas.
- Radiación resultante de la formación de arco eléctrico por proximidad de la máquina a líneas eléctricas.
- Afecciones del aparato respiratorio, por permanencia en atmósfera pulverulenta.
- Pérdida de capacidad auditiva, ocasionada por ruidos.
- Lesiones abdominales, producidas por vibraciones.
- Dermatitis, a consecuencia del contacto con aceites minerales o grasas.
- Quemaduras oculares, ocasionadas por radiaciones.

Pero existen además unos riesgos específicos para cada tipo de maquinaria, los cuales deberán prevenirse con las normas básicas que quedan recogidas en los siguientes apartados.

#### **4.2 NORMAS BÁSICAS GENÉRICAS DE SEGURIDAD EN USO Y MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA**

- Los operadores conocerán perfectamente la función a desempeñar por cada máquina, así como las limitaciones de la misma, especialmente las relativas a cargas máximas, radios de maniobra y gálibos; y se encontrarán en las adecuadas condiciones psico-físicas para realizar los trabajos correspondientes.
- Toda máquina dispondrá de uno o varios operadores asignados, limitándose las sustituciones de éstos al mínimo posible.
- Los operadores se limpiarán el calzado de grasa o barro antes de acceder a la máquina, con objeto de evitar caídas y golpes.
- El operario que trabaje en colaboración con máquinas, sin ser operador de las mismas, recibirá una explicación sobre los riesgos existentes y las precauciones que deberá adoptar respecto a su aproximación a las máquinas, señales de peligro, etc.
- Las instrucciones de manejo y mantenimiento de cada máquina, así como sus correspondientes características, se reseñarán, a poder ser de forma gráfica, clara y permanente, en un lugar visible de aquélla.
- El operador responsable de cada máquina, comprobará diariamente los puntos señalados en el plan de mantenimiento y en las especificaciones del fabricante, debiendo prestar especial atención a la introducción ocasional de cuerpos extraños en depósitos, engranajes, árboles de transmisión y elementos móviles, por el peligro de acuíñamiento; a las posibles fugas en todos los circuitos, y a la limpieza de los elementos de iluminación y señalización.
- Las máquinas funcionarán siempre provistas de las carcasas protectoras necesarias, y de la adecuada puesta a tierra.
- Las cabinas de la maquinaria contarán con extintores adecuados que serán objeto de revisión periódica.
- Los elementos de acceso a la máquina estarán diseñados con amplitud y contarán con accesorios, como barandillas, asideros, etc. cuya utilización evite caídas. Es aconsejable la colocación de tiras antideslizantes autoadhesivas en las partes de aquélla donde existe posibilidad de que se produzcan caídas.



- Antes de poner en marcha una máquina, se verificará la ausencia de personas dentro de su radio de acción y del posible recorrido de las cargas transportadas.
- El operador de cada máquina vigilará constantemente su zona de trabajo y accesos a la misma, para detectar la posible presencia de personas ajenas y no ajenas, así como maquinaria y vehículos que pudieren entrar en el radio de acción de aquella, o situarse debajo de las cargas transportadas.
- Siempre que el operador abandone momentáneamente una máquina dejará sus mandos en posición neutra y los dispositivos de enclavamiento accionados, a fin de que aquella no se ponga en marcha espontáneamente o por manipulación accidental de los mandos.
- Cuando la detención de la máquina y el abandono del puesto de control superen los dos minutos, se apagará el motor de aquella.
- El emplazamiento escogido para cada máquina reunirá las adecuadas condiciones de resistencia, amplitud y gálibo. Además, se elegirá respetando las distancias de seguridad a las instalaciones eléctricas existentes, y nunca se improvisará o variará arbitrariamente, sin el debido conocimiento de la dirección de obra.
- Todas las máquinas estarán dotadas de extintores apropiados, que se revisarán periódicamente.
- El aprovisionamiento de combustible de las máquinas se efectuará sin focos de ignición en las cercanías, para que no se produzca la influencia de aquél.
- La verificación del nivel de agua en el radiador se realizará siempre con las debidas precauciones, teniendo cuidado de eliminar la presión interior antes de abrir totalmente el tapón.
- El personal que manipule baterías, usará guantes y gafas protectoras, absteniéndose de fumar, encender fuego o realizar cualquier maniobra, en las proximidades de aquéllas.
- Las herramientas utilizadas para la manipulación de baterías estarán adecuadamente aisladas, evitándose colocar cualquier objeto metálico sobre las baterías, a fin de que no se originen cortocircuitos.
- El arranque de una máquina con la batería descargada, usando otra batería, necesariamente de tensión igual o inferior, conectada a la primera, exigirá una buena coordinación entre los operadores que efectúen la maniobra. Los dos cables a utilizar se distinguirán de algún modo, y cada uno conectará entre sí polos del mismo signo. Primeramente, se establecerá la conexión en la batería descargada y, posteriormente, se hará contacto a los bornes de la batería auxiliar.
- Aquellas máquinas cuyas maniobras entrañen un riesgo especial para la seguridad de personas e instalaciones, llevarán incorporado un dispositivo de parada de los denominados de “hombre muerto”.
- Los equipos de personas que trabajen próximos a cualquier tipo de maquinaria deberán estar convenientemente señalizados, tanto individualmente como en grupo.
- El transporte de personas utilizando los medios de movimiento de materiales estará prohibido.
- Al término de la jornada de trabajo, cada operador elaborará un parte con las anomalías detectadas en la máquina, haciéndolo llegar al encargado responsable, de reanudar el trabajo con aquella, se necesitará el visto bueno de dicho encargado, que garantice el buen estado de funcionamiento.

- Las máquinas serán objeto de revisión periódica, acorde con las especificaciones fijadas por el fabricante de las mismas.
- Los elementos de los circuitos de frenado serán objeto de especial atención, en previsión de roturas que pudieran dejarlos súbitamente fuera de servicio.
- Las cubiertas de los neumáticos se sustituirán cuando su estado de desgaste así lo obligue, o cuando las condiciones particulares de la obra precisen mayor grado de adherencia.
- Cuando la anomalía impida un seguro funcionamiento de la máquina, deberá procederse a señalar esta circunstancia en los mandos de la cabina y se procederá a la retirada de llaves de contacto de los armarios correspondientes.
- Las operaciones de reparación, conservación y mantenimiento de la maquinaria, se efectuarán obligatoriamente en los parques y talleres habilitados para ello, a no ser que, circunstancias tales como dificultad de traslado de las máquinas o pequeña entidad de aquéllas, aconsejen realizar las mismas en el propio tajo, si bien con todos los medios necesarios, para evitar los riesgos de improvisación y provisionalidad que pudieren derivarse.
- Las mencionadas operaciones se ejecutarán siempre con el motor de la máquina parado, asegurándose de la total inmovilización de ellas y sus diferentes partes, mediante dispositivos propios como mandos y enclavamientos, y por elementos externos como calzos y puntales, previo análisis de las condiciones del piso. Mientras duren aquéllas, se mantendrá la señalización adecuada, a fin de evitar la puesta en marcha o cualquier otro manejo por parte de algún operario ajeno a la actividad.
- Los desplazamientos de la maquinaria, cuando impliquen circular sobre firmes asfaltados, exigirán previamente la limpieza de los neumáticos y cadenas.

#### **4.3 MEDIDAS DE USO COMÚN PARA PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Protectores auditivos para operadores y personal en trabajos próximos a maquinaria.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Guantes de cuero de uso general en manejo de maquinaria o herramientas.
- Guantes contra agresivos químicos en trabajos de manipulación de materiales combustibles, lubricantes y líquidos de los diversos circuitos.
- Gafas contra impactos y salpicaduras.
- Gafas de cristales filtro contra radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Mascarilla autofiltrante para ambientes pulverulentos o viciados.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Chaleco reflectante en trabajos nocturnos o en proximidad de viales, en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos.
- Equipo autónomo o semiautónomo de respiración en ambientes agresivos o viciados, que sean nocivos para el trabajador.
- Calzado antideslizante para conductores y operadores de maquinaria.
- Calzado impermeables en trabajos en terrenos anegados.

#### **4.4 MEDIDAS DE USO COMÚN PARA PROTECCIÓN COLECTIVA**

- Señal normalizada indicativa de riesgo.
- Linterna.
- Pórtico de limitación de gálibo.
- Botiquín para vehículos automóviles.
- Señal normalizada de punto de extintor.
- Extintor de polvo polivalente.
- Barrera móvil de seguridad.
- Tope para vehículo automóviles.
- Anemómetro con avisador (avisador de tormentas).
- Dispositivo de puesta a tierra.
- Limitador de movimientos en grúas.

#### **4.5 MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRA Y TRABAJOS EXTERIORES**

##### **4.5.1 MARTILLO ROMPEDOR**

###### Descripción y Equipamiento

Las máquinas retroexcavadoras con martillo rompedor utilizadas a lo largo de los trabajos de demoliciones estarán equipadas con lo siguiente:

- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante y hacia atrás.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Pórticos de seguridad.
- Retrovisores de cada lado.
- Limpiaparabrisas y parasoles.
- Desconector de batería.
- Arnés de seguridad.
- Extintor de incendios.
- Tiras antideslizantes de acceso a la cabina.
- Limitadores de ángulo de seguridad.

###### Riesgos identificados

- Riesgo de sepultamiento por desprendimiento de partes de la demolición.
- Riesgo de desprendimientos en vías de circulación, etc.
- Riesgos derivados de la circulación automovilística externa o interna de los distintos vehículos o maquinaria en general (Atropellos, choques o colisiones).
- Vuelcos y deslizamientos de la máquina.
- Caídas en altura bien desde el propio terreno o desde los vehículos.
- Generación de polvo o materias nocivas para la salud.
- Explosiones e incendios.
- Irrupción accidental de agua.
- Daños auditivos generados por el ruido de la distinta maquinaria.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Proyección de objetos.

- Otros.

#### Normas básicas de seguridad

- Cuando un martillo rompedor esté trabajando, no se permitirá el acceso a la zona comprendida en su radio de trabajo.
- Ante la presencia de conductores eléctricos bajo tensión se impedirá el acceso de la máquina a puntos donde pudiese entrar en contacto.
- No se permite el transporte de personas sobre estas máquinas.
- Estará manejada por personal autorizado y cualificado.
- Todos sus elementos tendrán la comprobación periódica que indique el fabricante para su perfecto funcionamiento.
- No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- No se abandonará la maquinaria sin antes haber dejado reposada en el suelo el martillo, parado el motor, quitada la llave de contacto y puesto el freno.

#### Protecciones individuales

Se entenderán estos equipos de protección individual obligatorias para el conductor del martillo rompedor cuando se baje de la máquina y en caso necesario.

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón elástico antivibratorio (en ambientes expuesto a vibraciones).
- Calzado de seguridad.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Calzado de seguridad impermeables (zonas embarradas).
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Protectores auditivos (para ruidos superiores a 75 dBA o 80 dB).
- Mascarillas con filtro antipolvo (en ambientes pulvígenos).
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de goma o de PVC.

#### **4.5.2 PALA CARGADORA DE NEUMÁTICOS, MINIPALA CARGADORA**

##### Descripción y Equipamiento

Las palas cargadoras de neumáticos serán utilizadas en trabajos de retirada de escombros, trabajos de limpieza y desbroce de los terrenos. Dichas máquinas se equiparán con lo siguiente:

- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante y hacia atrás.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Pórticos de seguridad.
- Retrovisores de cada lado.
- Limpiaparabrisas.
- Parasoles.
- Desconector de batería.
- Arnés de seguridad.

- Extintor de incendios.
- Tiras antideslizantes de acceso a la cabina.
- Limitadores de ángulo de seguridad.

#### Riesgos más frecuentes

- Riesgo de desprendimientos en vías de circulación, etc.
- Riesgos derivados de la circulación automovilística externa o interna de los distintos vehículos o maquinaria en general (Atropellos, choques o colisiones).
- Vuelcos y deslizamientos de la máquina.
- Caídas en altura bien desde el propio terreno o desde los vehículos.
- Caída de la pala por pendientes al aproximarse en exceso al talud.
- Generación de polvo o materias nocivas para la salud.
- Explosiones e incendios.
- Irrupción accidental de agua.
- Daños auditivos generados por el ruido de la distinta maquinaria.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Proyección de objetos.
- Ruido propio y ambiental por otras máquinas trabajando en su cercanía.
- Otros.

#### Normas básicas de seguridad

- Estará manejada por personal autorizado y perfectamente formado y cualificado.
- Si la pala se encuentra trabajando no se permitirá el acceso al terreno dentro de su radio de actuación.
- No se permite el transporte de personas distintas al conductor sobre esta máquina.
- No subir utilizando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- Se subirá utilizando los peldaños y asideros de forma frontal y agarrándose con las dos manos.
- No se liberarán los frenos en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización.
- No se guardarán trapos grasientos sobre la pala, pues pueden incendiarse.
- Evitar tocar el líquido anticorrosión, si debe hacerlo protéjase con guantes y gafas antiproyecciones.
- El aceite del motor está normalmente muy caliente, solamente se deberá cambiar al estar frío.
- No se fumará cuando se esté manipulando la batería ni cuando se esté abasteciendo de combustible.
- Las palas cargadoras estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios guardado convenientemente.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la pala con el motor en marcha.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas (cuchara a pleno llenado), cuando haya fuertes vientos.



- Hay que cerciorarse de que no existen operarios actuando en zanjas o pozos de nuestro entorno.
- Se utilizarán marchas cortas para los ascensos o descensos en carga de la cuchara.

#### Protecciones individuales

Se entenderán estos equipos de protección individual obligatorios para el conductor de la pala cargadora cuando se baje de la máquina y en caso necesario.

- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Cinturón elástico antivibratorio (en ambientes expuestos a vibraciones).
- Calzado de seguridad impermeables y antideslizantes (zonas embarradas).
- Mascarillas con filtro antipolvo (en ambientes pulvígenos).
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Protectores auditivos (para ruidos superiores a 75 dBA o 80 dB).
- Guantes de goma o de PVC.

### 4.5.3 RETROEXCAVADORA

#### Descripción y Equipamiento

Las máquinas retroexcavadoras utilizadas a lo largo de los trabajos de movimientos de tierras, zapatas y canales, demolición, carga sobre vehículos y extracción de materiales bajo el nivel del suelo.

Se consideran dos tipos de equipos diferentes, la cuchara tradicional de grúas y la cuchara bivalva para excavaciones verticales, sobre orugas o sobre neumáticos. Dichas máquinas estarán equipadas con:

- Faros para desplazamientos hacia delante y hacia atrás.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Pórticos de seguridad antivuelco.
- Retrovisores de cada lado.
- Limpiaparabrisas y parasoles.
- Desconector de batería.
- Arnés de seguridad.
- Extintor de incendios.
- Tiras antideslizantes de acceso a la cabina.
- Limitadores de ángulo de seguridad.

#### Riesgos más frecuentes

- Riesgo de desprendimientos en vías de circulación, etc.
- Choques y atropellos por la circulación externa o interna de los distintos vehículos o máquinas.

- Caídas en altura bien desde el propio terreno o desde los vehículos.
- Caída de la pala por pendientes al aproximarse en exceso al talud.
- Generación de polvo o materias nocivas para la salud.
- Explosiones e incendios.
- Irrupción accidental de agua.
- Daños auditivos generados por el ruido de la distinta maquinaria.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Proyección de objetos.
- Los derivados de trabajos realizados en condiciones extremas meteorológicas.
- Otros.

#### Normas básicas de seguridad

- Si la pala se encuentra trabajando no se permitirá el acceso al terreno dentro de su radio de actuación.
- Estará manejada por personal autorizado y perfectamente formado y cualificado.
- No se permite el transporte de personas distintas al conductor sobre esta máquina.
- No subir utilizando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
- Se subirá utilizando los peldaños y asideros de forma frontal y agarrándose con las dos manos.
- No se liberarán los frenos en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización.
- No se guardarán trapos grasientos sobre la pala, pues pueden incendiarse.
- Evitar tocar el líquido anticorrosión, si debe hacerlo protéjase con guantes y gafas antiproyecciones.
- El aceite del motor está normalmente muy caliente, solamente se deberá cambiar al estar frío.
- No se fumará cuando se esté manipulando la batería ni cuando se esté abasteciendo de combustible.
- Las palas cargadoras estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios guardado convenientemente.
- Se prohíbe que los conductores bajen o realicen operaciones de mantenimiento con el motor en marcha.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas (cuchara o cucharón a pleno llenado), cuando haya fuertes vientos.
- Utilizar siempre los medios de protección personales (guantes, casco, Calzado de seguridad, etc...)
- Si se topa con cables eléctricos, no salga si no se corta el contacto, salte sin tocar a un tiempo el terreno.
- Se utilizarán marchas cortas para los ascensos o descensos en carga de la cuchara.
- Si se cargan piedras de gran tamaño se hará una cama de arena sobre la carga para evitar rebotes y roturas.
- La retroexcavadora, al descender por la rampa, llevará el brazo de la cuchara en la parte trasera.

- El cambio de posición de la retroexcavadora se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha.

#### Protecciones individuales

Se entenderán estos equipos de protección individual obligatorios para el conductor de la retroexcavadora cuando se baje de la máquina y en caso necesario.

- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Casco de polietileno.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Ropa de trabajo (Trajes para tiempo lluvioso)
- Cinturón elástico antivibratorio (en ambientes expuestos a vibraciones).
- Calzado de seguridad adecuado para cada momento (impermeables, antideslizantes o aislantes).
- Mascarillas con filtro antipolvo (en ambientes pulvígenos).
- Protectores auditivos (para exposiciones a ruido superiores a 75 dBA o 80 dB).

#### 4.5.4 CAMIÓN DÚMPER

##### Descripción y equipamiento

El camión Dúmpster se utilizará para el transporte de los escombros al vertedero y de llevar al lugar indicado las tierras extraídas en los trabajos de movimientos de tierra.

Todos los camiones deberán estar equipados con lo siguiente:

- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante y hacia atrás.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Retrovisores de cada lado.
- Limpiaparabrisas y parasoles.
- Desconector de batería.
- Arnés de seguridad.
- Extintor de incendios.
- Tiras antideslizantes de acceso a la cabina.
- Limitadores de ángulo de seguridad.
- Libro de mantenimiento.

##### Riesgos más frecuentes

- Riesgo de desprendimientos de tierras o vías de circulación, etc....
- Atrapamientos, (apertura o cierre de la caja, movimiento de cargas)
- Choques y atropellos por la circulación externa o interna de los distintos vehículos o maquinaria.
- Caídas en altura desde los vehículos al subir o bajar de la caja.
- Vuelco del camión (por desplazamiento de carga).

- Irrupción accidental de agua.
- Daños auditivos generados por el ruido de la distinta maquinaria.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas.
- Proyección de objetos.
- Ruido propio y ambiental por otras máquinas trabajando en su cercanía.
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

#### Normas Básicas de Seguridad

- Hay que comprobar siempre que la presión de los neumáticos es la recomendada por el fabricante.
- Todos los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento y conservación,
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuarse la descarga y antes de emprender la marcha.
- Al realizar las entradas o salidas de la obra, lo hará con precaución, auxiliado por un miembro de la obra.
- Respetará todas las normas del código de circulación, así como la señalización visual y acústica de la obra.
- Si tuviera que parar en la rampa de acceso/salida, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Las maniobras, dentro del recinto de obra se harán auxiliándose del personal del señalista encargado.
- La velocidad de circulación será de acorde a la carga, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de cualquier tipo de maniobra.
- Si descarga material, en las proximidades de vaciados, zanjas o pozos, se aproximará a éstos a una distancia máxima de 2'50 o 1'00 m., respectivamente.
- Durante la carga, el personal permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga tendrá echado el freno de mano e instalados los calzos de inmovilización.
- Utilizar siempre los medios de protección personales (guantes, casco, Calzado de seguridad, etc.).
- Se deberá acceder a la caja del camión a través de escalerillas adecuadas para tal efecto.
- No saltar al suelo desde la caja si no es para evitar un riesgo grave.
- En ningún caso se cargará la caja por encima de la carga máxima indicada en un letrero.
- Al remontar pendientes con la caja cargada, es más seguro hacerlo marcha atrás
- Se prohíbe el transporte de piezas que sobresalgan lateralmente de la caja del vehículo.

#### Protecciones individuales

Se entenderán estos equipos de protección individual obligatorias para el conductor del camión dumper cuando se baje del camión y en caso necesario.

- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Casco de polietileno (para abandonar la cabina del camión)
- Ropa de trabajo (Trajes para tiempo lluvioso)
- Ropa protección alta visibilidad.
- Cinturón elástico antivibratorio (en ambientes expuestos a vibraciones).
- Calzado de seguridad adecuado para cada momento (impermeables, antideslizantes o aislantes).
- Mascarillas con filtro antipolvo (en ambientes pulvígenos).
- Protectores auditivos (cuando se esté expuesto a ruidos superiores a 75 dBA o 80 dB).
- Calzado especial para la conducción de camiones.

#### 4.5.5 DÚMPER (MONOVOLQUETE AUTOPROPULSADO)

##### Descripción y Equipamiento

Este vehículo suele utilizarse para la realización de transportes de poco volumen (masas, escombros, tierras), es una máquina versátil y rápida.

Todos los dúmpers deberán estar equipados con lo siguiente:

- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante y hacia atrás.
- Barras antivuelco.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Retrovisores de cada lado.
- Desconector de batería.
- Extintor de incendios.

##### Riesgos más frecuentes

- Vuelco del dúmper durante el vertido de la carga.
- Vuelco del dúmper en tránsito.
- Choques y atropellos por la circulación externa o interna de los distintos vehículos o maquinaria.
- Choques por falta de visibilidad.
- Riesgo de desprendimientos de tierras o vías de circulación, etc.
- Daños derivados de la continua vibración del equipo.
- Proyección de objetos.
- Ruido propio y ambiental por otras máquinas trabajando en su cercanía.
- Golpes con la manivela de puesta en marcha.
- Otros.

##### Normas Básicas de Seguridad

- El conductor dispondrá de carné de conducir tipo B como mínimo, aunque no transite por vía pública.



- En esta obra, el personal encargado de su conducción será especialista en el manejo de este vehículo.
- Tomar precauciones para evitar los accidentes por impericia en la obra.
- Se prohíben expresamente los “colmos” del cubilote de los dúmpers que impidan la visibilidad frontal.
- Se prohíbe el transporte de piezas (puntales, tablones, etc.) que sobresalgan del cubilote del dúmper.
- Se prohíbe conducir los dúmpers a velocidades superiores a los 20 Km/h.
- Los dúmpers a utilizar llevarán en el cubilote un letrero con la carga máxima admisible.
- Se prohíbe expresamente el transporte de personas sobre los dúmpers,

#### Protecciones individuales

Se entenderán estos equipos de protección individual obligatorios para el conductor del dúmper cuando se baje de la máquina y en caso necesario.

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Trajes para tiempo lluvioso
- Cinturón elástico antivibratorio (en ambientes expuestos a vibraciones).
- Calzado de seguridad adecuado para cada momento (impermeables, antideslizantes o aislantes).
- Mascarillas con filtro antipolvo (en ambientes especialmente pulverulentos).
- Protectores auditivos (cuando se esté expuesto a ruidos superiores a 75 dBA o 80 dB).
- Calzado especial para la conducción.

#### 4.5.6 RODILLO VIBRANTE.

##### Descripción y Equipamiento

Los rodillos utilizados en esta obra estarán dotados de los siguientes elementos:

- Cabina antivuelco y antimpactos
- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante y hacia atrás.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Retrovisores de cada lado.
- Limpiaparabrisas y parasoles.
- Desconectador de batería.
- Arnés de seguridad.
- Extintor de incendios.
- Tiras antideslizantes de acceso a la cabina.
- Limitadores de ángulo de seguridad.
- Botiquín de primeros auxilios.

- Libro de mantenimiento.
- Aire Acondicionado.

#### Riesgos más frecuentes

- Vuelco del rodillo en operaciones de montaje y en fase de compactación.
- Atrapamiento de personas.
- Atropellos por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas en altura desde el rodillo al subir o bajar.
- Quemaduras en labores de mantenimiento.
- Incendio en labores de mantenimiento.
- Los daños ocasionados por ambientes pulverulentos.
- Ruido propio y ambiental por otras máquinas trabajando en su cercanía.
- Vibraciones.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.
- Los derivados de los trabajos realizados en condiciones meteorológicas duras.
- Otros.

#### Normas básicas de Seguridad

- Todos los rodillos estarán en perfecto estado de mantenimiento y conservación.
- El conductor del rodillo vibrante autopropulsado se colocará el casco siempre que salga de la cabina.
- Se procurará que las rampas de acceso a los tajos sean uniformes y no superen el 20 % de pendiente.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del rodillo a una distancia inferior a los 2 metros del borde de las zanjas.
- Se prohíbe la permanencia de operarios en el tajo de rodillos vibrantes en prevención de atropellos.
- Se prohíbe bajarse del rodillo con el motor en marcha.
- Las operaciones de mantenimiento de la siguiente manera:
- Poner el freno de mano y bloquear el rodillo parando el motor.
- No poner trapos grasientos ni con combustible sobre la máquina.
- No levantar la tapa del radiador en caliente. Los gases desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras graves.
- Se cambiará el aceite del motor y del sistema hidráulico en frío para evitar quemaduras.
- No fumar ni acercar el fuego en labores de cambio de los líquidos de la batería.
- Colocarse guantes al tocar el electrolito.
- Desconectar el motor antes de manipular el sistema eléctrico.
- Antes de iniciar la maniobra deberá comprobarse de forma lenta que los mandos funcionen bien.
- No se trabajará con el rodillo en situación de avería o de semi avería.

- Utilización obligatoria del cinturón de seguridad.

#### Protecciones individuales

Se entenderán estos equipos de protección individual obligatorios para el conductor del rodillo vibrante cuando se baje de la máquina y en caso necesario.

- Casco de polietileno con protecciones auditivos
- Ropa de trabajo (Trajes para tiempo lluvioso)
- Calzado de seguridad adecuadas para la conducción cómoda de la máquina.
- Guantes de cuero (conductor durante el mantenimiento)
- Gafas de seguridad antiproyecciones y polvo.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Cinturón elástico antivibratorio (en ambientes expuestos a vibraciones).
- Protectores auditivos (en exposiciones a ruidos superiores a 75 dBA o 80 dB).

### 4.6 EQUIPOS DE HORMIGONADO

#### 4.6.1 CAMIÓN HORMIGONERA

##### Descripción y Equipamiento

El camión hormigonera se utilizará para el transporte de hormigón desde la planta de hormigón de la obra para efectuar el vertido las distintas fases.

Todos los camiones hormigonera deberán estar equipados con lo siguiente:

- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante y hacia atrás.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Retrovisores de cada lado.
- Limpiaparabrisas y parasoles.
- Desconector de batería.
- Extintor de incendios.
- Tiras antideslizantes de acceso al camión.
- Libro de mantenimiento.

##### Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos.
- Choques y atropellos por la circulación externa o interna de los distintos vehículos o maquinaria.
- Caídas en altura desde los vehículos al realizar las operaciones de limpieza de la canaleta.
- Vuelco del camión (en terrenos irregulares y embarrados).
- Daños auditivos generados por el ruido de la distinta maquinaria.
- Los derivados del contacto del hormigón.
- Proyección de objetos.

- Ruido propio y ambiental por otras máquinas trabajando en su cercanía.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas de vertido.
- Golpes por el cubilote del hormigón.
- Otros

#### Normas básicas de Seguridad

- El conductor de un camión hormigonera se colocará el casco siempre que salga de la cabina.
- Todos los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento y conservación.
- Existirá un auxiliar de maniobra (señalista) de vertido para que éste se realice de forma segura.
- Se procurará que las rampas de acceso a los tajos sean uniformes y no superen el 12 % de pendiente.
- Si tuviera que parar en la rampa de acceso/salida, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba para evitar vertidos innecesarios durante el transporte de hormigón.
- Se evitará la limpieza de cuba y canaletas cerca de los tajos. La limpieza de cubas y canaletas se realizará en puntos definidos y habilitados al efecto.
- Los camiones no circularán con la canaleta extendida.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión hormigonera a una distancia inferior a los 2 metros del borde de las zanjas.
- Antes de comenzar el vertido tendrá echado el freno de mano e instalados los calzos de inmovilización.
- Al remontar pendientes con la cuba llena, es más seguro hacerlo marcha atrás, de lo contrario puede volcar.

#### Protecciones individuales

- Casco de polietileno (para abandonar la cabina del camión hormigonera)
- Ropa de trabajo (trajes para tiempo lluvioso)
- Calzado de seguridad adecuado para cada momento (impermeables, antideslizantes o aislantes).
- Guantes de cuero para el manejo del cubilete de hormigón.
- Guantes impermeabilizados de goma para evitar contacto con el hormigón.
- Mascarillas con filtro antipolvo (en ambientes pulvígenos).
- Ropa protección alta visibilidad.
- Protectores auditivos (en exposiciones a ruidos superiores a 75 dBA o 80 dB).
- Calzado especial para la conducción de camiones.

#### **4.6.2 HORMIGONERA ELÉCTRICA (PASTELERA).**

En este apartado se recogen los riesgos y la prevención de las pequeñas hormigoneras de obra, dedicadas a la producción de morteros.

#### Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo y a distinto nivel.
- Atrapamientos (paletas, engranajes, etc.).
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes por elementos móviles.
- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental.
- Otros

#### Normas básicas de seguridad

- Las hormigoneras pasteras no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros (como norma general), del borde de excavación, para evitar los riesgos de caída a otro nivel.
- Las hormigoneras pasteras no se ubicarán en el interior de zonas batidas por cargas suspendidas del gancho de la grúa, para prevenir los riesgos por derrames o caídas de la carga.
- La zona de ubicación de la hormigonera quedará señalizada mediante cuerda de banderolas, una señal de peligro, y un rótulo con la leyenda: «PROHIBIDO UTILIZAR A PERSONAS NO AUTORIZADAS», para prevenir los accidentes por impericia.
- Existirá un camino de acceso fijo a la hormigonera para los dúmpers, separado del de las carretillas manuales, en prevención de los riesgos por golpes o atropellos.
- Se establecerá un entablado de un mínimo de 2 m de lado, para superficie de estancia del operador de las hormigoneras, en prevención de los riesgos por trabajar sobre superficies irregulares.
- Las hormigoneras pasteras a utilizar tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión correas, corona y engranajes, para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Las hormigoneras pasteras a utilizar estarán dotadas de freno de basculamiento del bombo, para evitar los sobreesfuerzos y los riesgos por movimientos descontrolados.
- La alimentación eléctrica se realizará de forma aérea a través del cuadro auxiliar, en combinación con la tierra y los disyuntores del cuadro general (o de distribución), eléctrico, para prevenir los riesgos de contacto con la energía eléctrica.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras pasteras estarán conectadas a tierra.
- El personal encargado del manejo de la hormigonera estará autorizado mediante acreditación escrita de la constructora para realizar tal misión.
- La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será estanca en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa-manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera, para previsión del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.
- El cambio de ubicación de las hormigoneras pastera o amasadoras a gancho de grúa, se efectuará mediante la utilización de un balancín (o aparejo indeformable), que la suspenda pendiente de cuatro puntos seguros.



#### Protecciones individuales

- Casco de polietileno.
- Gafas de seguridad antipolvo (anti salpicaduras de pastas).
- Guantes de goma o P.V.C.
- Calzado de seguridad de goma o de P.V.C.
- Trajes impermeables.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Protectores activos (en exposiciones a ruidos superiores a 75 dBA o 80 dB)

#### Protecciones colectivas.

- Zona de trabajo claramente delimitada.
- Correcta conservación de la alimentación eléctrica.

#### 4.6.3 VIBRADORES

##### Riesgos más frecuentes

- Descargas eléctricas.
- Caídas de trabajadores al mismo y a distinto nivel.
- Salpicaduras de lechada en ojos.
- Choques y golpes.
- Otros.

##### Normas básicas de seguridad

- Se evitará vibrar directamente sobre las armaduras. El vibrado se realizará desde tabloneros 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
  - Leer el manual de instrucciones antes del inicio de las tareas.
- La operación de vibrado, se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida, si va por zonas de paso.

#### Protecciones individuales

- Casco homologado.
- Calzado altas de seguridad.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Guantes dieléctricos.
- Gafas para protección contra las salpicaduras.

### 4.7 EQUIPOS DE ELEVACIÓN

#### 4.7.1 GRÚAS AUTOPROPULSADAS

##### Descripción y Equipamiento

Esta máquina se utilizará básicamente para el movimiento de elementos a elevar cuyo transporte o ubicación así lo exijan. Dicha máquina deberá ir equipada con los siguientes elementos:

- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante y hacia atrás.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Pórticos de seguridad antivuelco.
- Retrovisores de cada lado.
- Limpiaparabrisas y parasoles.
- Desconectador de batería.
- Cinturón de seguridad.
- Extintor de incendios.
- Libro de mantenimiento.
- Gancho con pestillo de seguridad.
- Tablones de apoyo de 9 cm de grueso.
- Aparejos, eslingas, balancines o estrobos.

##### Riesgos más frecuentes

- Vuelco de la grúa autopropulsada durante los trabajos de carga y descarga.
- Vuelco de la grúa autopropulsada en tránsito.
- Choques y atropellos por la circulación externa o interna de los distintos vehículos.
- Caídas en altura desde los vehículos al subir o bajar de la cabina.
- Golpes por la carga.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas.
- Ruido ambiental por otras máquinas trabajando en su cercanía.
- Quemaduras (en operaciones de mantenimiento).
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

### Normas básicas de seguridad

- No permitir el manejo de grúas a personal que no posea una capacitación adecuada (teórica y práctica) categoría A hasta 130 t y categoría B sin limitación.
- 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).
- 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.
- 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 tablonés, 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 tablonés 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.
- 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.
- 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.

- El material cerámico se izará sin romper los flejes o envolturas con los que los suministre el fabricante. Comprobar que los palets están en perfecto 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 transportada 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.
- 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 para 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.

#### Protecciones individuales

- Casco de polietileno (cuando esté fuera de la cabina de la grúa).
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Calzado de seguridad impermeables (zonas embarradas).
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Tapones auditivos.
- Guantes de cuero en tareas de mantenimiento.

#### 4.7.2 AUTOCARGANTE

##### Riesgos más frecuentes

- Caída de materiales u otros objetos.
- Caída de materiales u otros objetos transportados.
- Rotura de cables, cadenas, tambores, poleas, ganchos, etc, dispositivos de frenado, avería o fallo del circuito de mando.
- Caídas al mismo o a distinto nivel, al esquivar máquinas o cargas en movimiento.
- Caídas a distinto nivel desde máquinas en movimiento.
- Atropellos por máquinas.
- Vuelco de máquinas por falta de estabilidad.
- Riesgo eléctrico por contacto o proximidad de líneas eléctricas aéreas.

- Otros.

#### Normas básicas de seguridad

- Todos los cables tendrán al menos un coeficiente de seguridad de 6.
- Los ganchos dispondrán de pestillo de seguridad.
- Se limitará la elevación de cargas a las previstas por el fabricante, prohibiéndose los tiros oblicuos y la elevación de cargas ancladas o enterradas.
- Cuando sea necesaria alguna reparación en la pluma, el operario que efectúe el trabajo dispondrá de arnés de seguridad, anclando el mosquetón a un punto fijo y suficientemente resistente.
- En cualquier caso, se cumplirá la ITC MIE-AEM 4 en lo referente a grúas autocargantes.
- Apoyarán los estabilizadores sobre superficies lisas y resistentes recurriéndose si es necesario a la utilización de durmientes para elevación de cargas.
- Para la elevación de cargas se deberá tener en cuenta el ángulo de la pluma, siguiendo las instrucciones que marca el diagrama de cargas suministrado por el fabricante.
- Se deberá realizar un mantenimiento periódico de toda la maquinaria, quedando la maquinaria después de dicho mantenimiento en óptimas condiciones de funcionamiento. Dicho mantenimiento realizado se deberá tener documentado.
- La zona en la que se manipulen las cargas, quedará prohibida al tráfico y convenientemente señalizada, en previsión de posibles colisiones entre vehículos y cargas transportadas.
- Las maniobras se interrumpirán antes de llegar a los puntos donde actúan los “finales de carrera” que únicamente se activarán con carácter ocasional. El conexionado será correcto, evitando las inversiones del mismo, que dejen sin efecto los “finales de carrera”.
- Las grúas sobre neumáticos no comenzarán su trabajo sin haber apoyado los correspondientes gatos-soporte en el suelo, manteniendo las ruedas en el aire. En lo relativo al movimiento de las cargas, se atenderá a las especificaciones del fabricante.
- Durante la traslación con carga de las grúas automóviles, el conductor observará permanentemente la carga, de forma especial cuando se pase bajo obstáculos y con la colaboración de uno o varios ayudantes para la realización de estas maniobras.
- La traslación con carga de las grúas automóviles, se evitará siempre que sea posible.
- De no ser así, la pluma, con su longitud más corta y la carga suspendida a la menor altura posible, se orientará en la dirección del desplazamiento.
- Cuando las grúas sobre neumáticos estén fuera de servicio se mantendrán con la pluma recogida y con los elementos para impedir su traslación, frenos, calzos, etc., colocados.
- Los elementos de enganche de las cargas irán provistos de dispositivos que impidan el desprendimiento de las mismas.
- La maniobra de izado comenzará muy lentamente, para tensar los cables antes de realizar la elevación, una vez que se haya comprobado la ausencia de personal debajo de la posible trayectoria de la carga.
- Antes de proceder a maniobrar con la carga, se comprobará la estabilidad de la misma y el correcto reparto de las tensiones mecánicas en los distintos ramales del cable.
- Las máquinas no se emplearán para trabajos que impliquen esfuerzos de tiro sesgado o no cuantificable.



- No se procederá a levantar una carga entre dos grúas, salvo en casos especiales y con personal capaz de dirigir la maniobra o mediante el empleo de puentes grúa, especialmente concebidos para ello.
- Las interferencias teóricas con instalaciones u otras máquinas, se determinarán atendiendo a los factores siguientes:
  - 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 estrobo defectuoso.
  - Naturaleza y estado del terreno sustentante de la máquina.
  - Variaciones bruscas de presión en los neumáticos, por cortes, pinchazos, etc.

#### Protecciones individuales

- Casco de polietileno (cuando esté fuera de la cabina de la grúa).
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Calzado de seguridad impermeables (zonas embarradas).
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Tapones auditivos.
- Guantes de cuero en tareas de mantenimiento.

#### 4.7.3 POLIPASTO ELÉCTRICO

##### Riesgos más frecuentes

- Caída desde altura
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Caída de objetos desprendidos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos eléctricos.
- Otros

##### Normas básicas de seguridad

##### 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 (arnés de seguridad 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 tabloncillos 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.

#### Elevación de material

- 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.
- Queda prohibido el uso del maquinillo para la elevación y descenso de personas.
- 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.

#### 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, 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 estén 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.

#### Protecciones individuales

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Calzado de seguridad impermeables (zonas embarradas).
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

#### 4.7.4 CARRETILLA ELEVADORA

##### Descripción y equipamiento

Aparato autónomo apto para llevar cargas en voladizo. Se asienta sobre dos ejes: motriz, el delantero y directriz, el trasero. Pueden ser eléctricas o con motor de combustión interna.

Estarán dotadas de:

- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante y hacia atrás.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Pórticos de seguridad antivuelco.
- Retrovisores de cada lado.
- Cinturón de seguridad.
- Extintor de incendios.
- Señalización luminosa.

##### Riesgos más frecuentes

- Caída de cargas transportadas.
- Caída de elementos grandes.
- Caída de pequeños elementos
- Caída de objetos almacenados
- Caída del conductor, al subir o bajar.
- Vuelco de la carretilla.

- Colisiones, choques.
- Exposiciones a ruidos.
- Contacto con órganos móviles de la carretilla.
- Atropellos.
- Otros

#### Normas básicas de seguridad

- 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.
- 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.

#### Protecciones individuales

- Casco de polietileno (cuando se baje de la carretilla).
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Tapones auditivos (cuando se esté expuesto a ruidos superiores a 75 dBA o 80 dB).
- Guantes de cuero en tareas de mantenimiento.

### 4.7.5 PLATAFORMAS ELEVADORAS

#### Descripción y equipamiento

Podemos disponer de los siguientes tipos:

- Plataforma Telescópica, máquina de un solo brazo extensible a distintas alturas, y con una cesta para soportar principalmente personas y pequeñas cargas

- Plataforma Telescópica Articulada, máquina de dos o más brazos extensibles a distintas alturas y capaces de girar en diferentes ángulos, y con una cesta para soportar principalmente personas y pequeñas cargas
- Plataforma de Tijera, máquina de base extensible solo en vertical a distintas alturas, y con una cesta para soportar principalmente personas y pequeñas cargas.

#### Riesgos más frecuentes

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de material
- Vuelco de la máquina.
- Atrapamientos.
- Contactos eléctricos.
- Otros

#### Normas básicas de seguridad

##### Antes de comenzar:

- Presión de los neumáticos, funcionamiento de frenos y dirección, mandos de traslación y de subida y bajada.
- Accionamiento de los gatos estabilizadores, funcionamiento de todos los mecanismos de seguridad (limitaciones de altura y velocidad)
- Correcto funcionamiento del bloqueo de mandos. No se podrá manipular la máquina desde el suelo cuando el puesto de mando esté en la plataforma y viceversa exceptuando el mecanismo para bajada de emergencia)
- Inspeccionar el camino por donde va a trasladarse la máquina y comprobar que está libre de obstáculos y que en el suelo no hay baches o irregularidades importantes).

##### Durante el trabajo:

- Toda la plataforma de trabajo tiene que tener en su perímetro una barandilla de al menos 90 cm de altura.
- El acceso a la plataforma se hará a través de una puerta provista de un mecanismo que haga imposible su apertura o cierre de forma accidental.
- Los operarios que estén trabajando en la plataforma deberán hacerlo con el arnés de seguridad puesto y anclado en un punto fijo de la estructura de la máquina
- El suelo de la plataforma debe estar siempre limpio, hay que eliminar inmediatamente cualquier mancha de aceite o material resbaladizo que se produzca. Hay que tener precaución en no subir a la plataforma con las suelas de los zapatos sucias de grasa
- Queda absolutamente prohibido poner sobre la plataforma andamios, escaleras o cualquier artilugio para ganar altura
- Cuando la velocidad del viento haga peligrar la estabilidad de la máquina, descender urgentemente
- Queda prohibido saltar desde la plataforma a cualquier estructura exterior
- Toda la plataforma de trabajo debe tener en su perímetro un rodapié que impida la caída de materiales.
- No dejar en el suelo objetos inestables, las herramientas y repuestos llevarlos en sus cajas



- Cuando se trabaje produciendo virutas, escombros o exista alguna posibilidad de caída de objetos se acotará la proyección horizontal de la zona de trabajo de la máquina para impedir el paso de personas por la misma.
- En lugar visible de la máquina debe estar claramente indicado su capacidad máxima de carga y su altura máxima de elevación trabajando y en posición de transporte
- Bajo ningún concepto se sobrepasarán las cargas y alturas para las que está diseñada la plataforma
- Las cargas se distribuirán uniformemente sobre la superficie de la plataforma
- La velocidad máxima de desplazamiento de la plataforma trabajando debe ser como máximo la indicada por el fabricante y en ningún caso superior a 0,9 m/seg (3,2 km/h)
- Cuando vaya a trabajar en un punto fijo estabilice la plataforma con los gatos. Compruebe que los gatos se apoyan en una superficie resistente, en caso contrario haga una cama con tabloncillos para garantizar un buen apoyo
- En posición de trabajo la plataforma debe estar siempre nivelada, no se admitirá un desvío respecto a la línea horizontal superior a tres grados.

#### Protecciones individuales

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Arnés de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Guantes de cuero en tareas de mantenimiento.

#### **4.7.6 PLATAFORMA TELESCÓPICA AUTOPROPULSADA**

#### Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel de personas (entrada y salida plataforma)
- Caída en altura de personas
- Caída de herramientas y útiles
- Caída de la plataforma
- Inmovilización brazo en extensión
- Vuelco de la máquina
- Golpes y sobreesfuerzos
- Atrapamiento con partes móviles
- Atropellos de personas durante el traslado
- Colisiones con otros vehículos
- Torceduras
- Quemaduras

#### Medidas de prevención a aplicar

- No saltar desde la plataforma directamente al suelo o por lugares imprevistos.

- Asegurarse de la existencia de las protecciones de las que dispone la plataforma y respetarlas.
- Son de aplicación las medidas de prevención a aplicar para uso de herramientas.
- La máquina mantendrá todos los papeles en regla y habrá pasado las revisiones reglamentarias.
- No se sobrecargará la plataforma con un peso superior al permitido por el fabricante.
- Estacionar la máquina correctamente, asegurándose de que no hay blandones y que las pendientes no son superiores a las admitidas por el fabricante.
- Está prohibido circular bajo la plataforma y su zona de acción.
- Cualquier operación de mantenimiento se hará con la máquina parada.
- Solo podrá ser manejada por personal autorizado.

#### Protecciones individuales

- Ropa de trabajo
- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad
- Guantes de cuero

#### Protecciones colectivas

La máquina conservará todas sus barandillas y elementos de protección.

La zona de actuación estará correctamente señalizada.

### **4.8 EQUIPOS PARA LA EJECUCIÓN DE FIRMES Y PAVIMENTOS**

#### **4.8.1 CAMIÓN DE RIEGO ASFÁLTICO**

##### Descripción y Equipamiento

Su tracción se realiza mediante neumáticos, se utilizará para transportar en su cisterna productos asfálticos líquidos que distribuye por circuitos de inyección sobre los terrenos preparándolos para un posterior asfaltado.

Estará dotado de señalización acústica automática para la marcha atrás.

##### Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamiento por piezas móviles.
- Quemaduras.
- Incendios y explosiones
- Los derivados de la inhalación de vapores de betunes asfálticos, nieblas y humos.
- Aplastamientos y cortaduras
- Contactos en ojos y piel por betunes asfálticos.
- Otros.

### Normas básicas de Seguridad

- No llevar ropas sueltas, brazaletes, cadenas, cabellos largos no recogidos, etc.
- No hacer ajustes con la máquina en marcha.
- Las rejillas y chapas de protección que evitan el contacto con piezas móviles deben permanecer en su sitio, bien ajustadas
- Utilizar siempre el equipo de protección personal adecuado a cada trabajo.
- No manipular en el motor ni en el tubo de escape con el equipo en funcionamiento, pararlo y esperar a que se enfríe
- Evitar el contacto con la piel y ojos al manipular los productos asfálticos ya que pueden producir graves quemaduras. Trabajar siempre con gafas y guantes de protección
- Tomar toda clase de precauciones cuando sea necesario calentar, con los quemadores, el producto asfáltico.
- Siempre verificar el nivel de refrigerante con el motor parado y aflojando el tapón lentamente.
- El sistema de enfriamiento contiene álcali, evitar su contacto con la piel y los ojos.
- El llenado de aceite hidráulico debe hacerse con el motor parado, quitando su tapón lentamente.
- Evitar el contacto con la piel y ojos con el electrolito de la batería. Trabajar siempre con gafas y guantes de protección
- Los productos asfálticos tienen que calentarse en mayor o menor grado, por ello es muy importante tomar las máximas precauciones con los calentadores de que dispone la máquina.
- Todos los combustibles, la mayoría de los lubricantes y algunas mezclas refrigerantes, son inflamables.
- No fumar cuando este repostando combustible, ni en zonas donde se carguen baterías o almacenen materiales inflamables.
- Controlar la existencia de fugas en mangueras, racores... si existen, eliminarlas inmediatamente.
- Evitar tener trapos impregnados con grasa u otros materiales inflamables dentro de la máquina.
- Limpiar los derrames de aceite o de combustibles, no permitir la acumulación de materiales inflamable en la máquina.

### Protecciones individuales

Se entenderán estos equipos de protección individual obligatorios para el conductor del camión de riego asfáltico cuando se baje del camión y en caso necesario.

- Casco de polietileno.
- Calzado de media caña impermeables de seguridad.
- Guantes - mandil - polainas - impermeables.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa protección alta visibilidad.

#### 4.8.2 EXTENDEDORA DE AGLOMERADO

##### Descripción y Equipamiento

Equipo autopropulsado, equipado con tolvas, tanques y elementos de medición de muy buena confiabilidad que aseguran la exactitud en la dosificación de la mezcla y extendido de micro aglomerado, dispone además de una rastra extendedora y paletas de sentido regulables.

Poseen, además de un circuito independiente para los aditivos reguladores de rotura, con su propio instrumental de medición.

##### Riesgos más frecuentes

- Atropello o atrapamiento de personas de los equipos auxiliares.
- Caídas de personas desde o en la máquina.
- Los derivados de trabajos realizados en condiciones penosas por alta: temperaturas y vapores calientes.
- Los derivados de la inhalación de vapores de betunes asfálticos, nieblas y humos.
- Quemaduras y sobreesfuerzos
- Otros

##### Normas básicas de seguridad

- No se permite la permanencia de otra persona que el conductor sobre la extendedora en marcha.
- Las maniobras de aproximación y vertido en la tolva estarán dirigidas por el Jefe de Equipo que será un especialista.
- Los operarios auxiliares de la extendedora quedarán en posición en la cuneta por delante de la máquina durante las operaciones de llenado de la tolva de tal manera que se evite el riesgo de atropello o atrapamiento en las maniobras.
- Los bordes laterales de la extendedora estarán señalizados con bandas amarillas y negras alternadas.
- Las plataformas de estancia o ayuda y seguimiento al extendido asfáltico y estarán protegidas por barandillas normalizadas con rodapié desmontable.
- Se prohíbe expresamente el acceso a la regla vibrante durante las operaciones de extendido. La máquina y lugares de paso se señalizarán con:
- PELIGRO SUBSTANCIAS CALIENTES - PELIGRO FUEGO  
NO TOCAR ALTAS TEMPERATURAS
- De permitirlo el modelo de la máquina se instalarán toldos o sombrilla de protección intemperie.

##### Protecciones individuales

Se entenderán estos equipos de protección individual obligatorios para el conductor de la extendedora de aglomerado cuando se baje de la máquina y en caso necesario.

- Casco de polietileno.
- Calzado de media caña impermeables de seguridad.
- Guantes - mandil - polainas - impermeables.
- Ropa de trabajo adecuada.

- Ropa protección alta visibilidad.

#### 4.8.3 COMPACTADORA DE NEUMÁTICOS

##### Descripción y Equipamiento

Vehículo con ruedas de caucho en vez de ruedas o rodillos de acero. Generalmente poseen dos ejes tándem, con 3 o 4 ruedas en el eje delantero, y 4 o 5 ruedas en el eje trasero. Las ruedas se mueven independientemente hacia arriba y hacia abajo. Estas compactadoras pueden usar balasto para ajustar el peso bruto total. Este balasto, dependiendo del tamaño y el tipo, puede variar entre 10 y 35 toneladas. Sin embargo, más importante que el peso bruto es el peso de cada rueda, el cual debe variar entre 1350 y 1600 Kg si la compactadora va a ser usada para la primera pasada o para la compactación intermedia. Durante la compactación las ruedas deben tener rodaduras lisas y deben estar infladas con la misma presión, permitiendo una variación máxima de 5 psi, para que puedan aplicar una presión uniforme durante la compactación.

Estará dotada de:

- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante y hacia atrás.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Pórticos de seguridad antivuelco.
- Retrovisores de cada lado.
- Cinturón de seguridad.
- Extintor de incendios.

##### Riesgos más frecuentes

- Atropello o atrapamiento del personal de servicio.
- Pérdida del control de la máquina por avería de alguno de sus mecanismos durante su funcionamiento.
- Vuelcos o caídas por pendientes.
- Choque contra otros vehículos.
- Caídas de personas al subir o bajar (Conductores).
- Ruidos y vibraciones.
- Los derivados de la pérdida de atención por trabajo monótono.
- Otros.

##### Normas básicas de seguridad

- Para subir o bajar a la cabina deben utilizarse los peldaños y asideros dispuestos para tal menester para evitar caídas y lesiones.
- No debe accederse a la máquina encaramándose por los rodillos.
- No debe saltarse directamente al suelo si no es por peligro inminente para el conductor.
- No hay que tratar de realizar «ajustes» con la máquina en movimiento o con el motor en marcha.



- No debe permitirse el acceso a la compactadora de personas ajenas y menos a su manejo.
- No debe trabajarse con la compactadora en situación de avería o de semi avería.
- Para evitar las lesiones durante las operaciones de mantenimiento, hay que poner en servicio el freno de mano, bloquear la máquina y parar el motor extrayendo la llave de contacto.
- No deben guardarse combustible ni trapos grasientos sobre la máquina, pueden producirse incendios.
- La tapa del radiador no debe levantarse en caliente. Los gases desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras graves.
- Hay que protegerse con guantes si por alguna causa debe tocar el líquido anticorrosión y además con gafas antiproyecciones.
- El aceite del motor y del sistema hidráulico debe cambiarse en frío para evitar quemaduras.
- Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables, por lo que si deben ser manipulados no se debe fumar ni acercar fuego.
- Si debe tocarse el electrolito, (líquidos de la batería), se hará protegido con guantes impermeables ya que el líquido es corrosivo.

#### Protecciones individuales

Se entenderán estos equipos de protección individual obligatorios para el conductor del compactadora neumáticos cuando se baje de la máquina y en caso necesario.

- Casco de polietileno con protectores auditivos.
- Cinturón elástico antivibratorio (para exposición a ambientes con vibraciones).
- Ropa protección alta visibilidad.
- Calzado de seguridad adecuado para conducción de vehículos.
- Protectores auditivos (para exposiciones a ruidos superiores a 75 dBA o 80 dB).

#### 4.8.4 COMPACTADORA VIBRANTE

##### Descripción y Equipamiento

Proporcionan la fuerza compactadora mediante una combinación del peso y la vibración de sus rodillos de acero, comúnmente llamados tambores. Las compactadoras usadas para concreto asfáltico son automotrices y varían de peso desde 7 hasta 17 toneladas. Existen dos modelos básicos: las unidades de tambor sencillo y las unidades de tambor doble. El motor que proporciona la potencia para la propulsión también suministra potencia a la unidad vibratoria. Las vibraciones son generadas por la rotación de un peso excéntrico dentro del tambor. Esta velocidad de rotación determina la frecuencia, o vibraciones por minuto (vpm), del tambor. El peso y la longitud de excentricidad determinan la amplitud (cantidad) de la fuerza de impacto generada. La frecuencia de vibración de los tambores usados para la compactación de concreto asfáltico se encuentra generalmente entre 2000 y 3000 vpm, dependiendo del modelo, y el fabricante.

Estará dotada de:

- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante y hacia atrás.

- Servofrenos y frenos de mano.
- Pórticos de seguridad antivuelco.
- Retrovisores de cada lado.
- Cinturón de seguridad.
- Extintor de incendios.

#### Riesgos más frecuentes

- Atropello o atrapamiento del personal de servicio.
- Pérdida del control de la máquina por avería de alguno de sus mecanismos durante su funcionamiento.
- Vuelcos o caídas por pendientes.
- Choque contra otros vehículos.
- Caídas de personas al subir o bajar. Conductores
- Ruidos y vibraciones.
- Los derivados de la pérdida de atención por trabajo monótono.
- Otros.

#### Normas básicas de seguridad

- Para subir o bajar a la cabina deben utilizarse los peldaños y asideros dispuestos para tal menester para evitar caídas y lesiones.
- No debe accederse a la máquina encaramándose por los rodillos.
- No debe saltarse directamente al suelo si no es por peligro inminente para el conductor.
- No hay que tratar de realizar «ajustes» con la máquina en movimiento o con el motor en marcha.
- No debe permitirse el acceso a la compactadora de personas ajenas y menos a su manejo.
- No debe trabajarse con la compactadora en situación de avería o de semi avería.
- Para evitar las lesiones durante las operaciones de mantenimiento, hay que poner en servicio el freno de mano, bloquear la máquina y parar el motor extrayendo la llave de contacto.
- La tapa del radiador no debe levantarse en caliente. Los gases desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras graves.
- Hay que protegerse con guantes si por alguna causa debe tocar el líquido anticorrosión y además con gafas antiproyecciones.
- El aceite del motor y del sistema hidráulico debe cambiarse en frío para evitar quemaduras.
- Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables, por lo que si deben ser manipulados no se debe fumar ni acercar fuego.
- Si debe tocarse el electrolito, (líquidos de la batería), se hará protegido con guantes impermeables ya que el líquido es corrosivo.

#### Protecciones individuales

Se entenderán estos equipos de protección individual obligatorios para el conductor de la compactadora vibrante cuando se baje de la máquina y en caso necesario.

- Casco de polietileno.
- Protectores auditivos (para exposición a ruidos superiores a 75 dBA o 80 dB)
- Cinturón elástico antivibratorio (para exposición a vibraciones).
- Ropa protección alta visibilidad.
- Calzado de seguridad adecuado para conducción de vehículos.

#### **4.9 EQUIPOS SUMINISTRO DE ENERGÍA**

##### **4.9.1 GRUPO ELECTRÓGENO**

###### Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos.
- Quemaduras.
- Incendios y explosiones.
- Contactos eléctricos.
- Otros.

###### Normas básicas de seguridad

- Comprobar los niveles de combustible, lubricantes, circuito de refrigeración y filtro de admisión del motor.
- Comprobar el correcto funcionamiento de todos los dispositivos de alarma y señalización.
- El arranque eléctrico no debe tenerse accionado más de 20 segundos, si no arranca en este intervalo, esperar como mínimo un minuto y repetir la operación
- Durante el funcionamiento del grupo electrógeno, todas las cubiertas y tapas protectoras deben estar colocadas y cerradas.
- Realizar todas las operaciones de mantenimiento con el equipo parado.
- No abrir nunca la tapa de llenado del circuito de refrigeración con el motor caliente.
- No manipular el motor o en el tubo de escape con la máquina en funcionamiento. Recuerde que una vez parado el motor hay que esperar un tiempo prudencial para que se enfríe.
- Usar gafas y guantes protectores durante la manipulación en baterías y en circuitos de refrigeración.
- Repostar combustible solamente con el motor parado, tenga cuidado en el llenado y evite derrames. No fumar durante esta operación.
- Comprobar que no existe ninguna pérdida de combustible, existe riesgo de incendio si alguna fuga se pone en contacto con partes de la máquina a elevada temperatura.
- No comprobar nunca el nivel de la batería fumando ni alumbrándose con mechero o cerillas, los gases desprendidos por la misma son explosivos.
- El grupo electrógeno debe estar dotado de interruptor diferencial y puesta a tierra, comprobar este punto antes de poner en marcha el equipo.
- No manipular elementos en tensión
- No haga acometidas directas a los bornes del grupo, hágalo siempre a través de las bases del cuadro auxiliar.

- El generador no debe ponerse nunca en funcionamiento con las tapas de las bornas descubiertas.
- Siempre que sea posible, evitar que caiga agua directamente sobre el equipo
- No efectúe ninguna reparación en el equipo si no está expresamente autorizado para ello.
- Si se realiza reparación u operación de mantenimiento llevar el equipo de protección personal adecuada para ese trabajo.
- No poner en funcionamiento el grupo en lugares cerrados sin una instalación de salida al exterior del tubo de escape

#### Protecciones individuales

- Casco homologado de seguridad.
- Protectores auditivos (cuando el grupo esté en funcionamiento)
- Ropa protección alta visibilidad.
- Guantes de protectores (para realizar operaciones de mantenimiento).

#### 4.9.2 COMPRESOR

##### Riesgos identificados

##### Durante el transporte interno:

- Vuelco
- Atrapamiento de personas
- Caída por terraplén
- Desprendimiento durante el transporte en suspensión.
- Otros.

##### En servicio:

- Ruido
- Rotura de la manguera de presión.
- Los derivados de la emanación de gases tóxicos por escape del motor.
- Atrapamiento durante operaciones de mantenimiento.
- Otros.

##### Normas Básicas de Seguridad

- El compresor (o compresores) se ubicará en los lugares señalados para ello, en prevención de los riesgos por imprevisión o por creación de atmósferas ruidosas.
- El transporte en suspensión, se efectuará mediante un eslingado a cuatro puntos del compresor, de tal forma, que quede garantizada la seguridad de la carga.
- El compresor a utilizar quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal (entonces el aparato en su totalidad está nivelado sobre la horizontal), con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizamientos. Si la lanza de arrastre carece de rueda o de pivote de nivelación se le adaptará mediante un suplemento firme y seguro.
- Los compresores a utilizar serán de los llamados “silenciosos” en la intención de disminuir la contaminación acústica.

- Las carcasas protectoras de los compresores a utilizar estarán siempre instaladas en posición de cerradas, en prevención de posibles atrapamientos y ruido.
- La zona dedicada para la ubicación del compresor, quedará acordonada en un radio de 4 m. (como norma general), en su entorno, instalándose señales de “obligatorio el uso de protectores auditivos” para sobrepasar la línea de limitación.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.
- Las mangueras a utilizar estarán siempre en perfectas condiciones de uso; es decir, sin grietas o desgastes que puedan predecir un reventón.
- Los mecanismos de conexión o de empalme, estarán recibidos a las mangueras mediante racores de presión según cálculo.
- Evitar los empalmes manguera-conexión sujetos con alambre, presillas y similares, por inseguros.
- Las mangueras de presión se mantendrán elevadas 5 o más metros de altura, en los cruces sobre los caminos de la obra.

#### Protecciones individuales

Deben entenderse de uso obligatorio las prendas de protección personal descritas para penetrar en el área de alto nivel acústico del compresor.

- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Casco de polietileno.
- Protectores auditivos.
- Guantes de goma o PVC.

### **4.10 EQUIPOS DE CORTE**

#### **4.10.1 CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO**

##### Riesgos más frecuentes

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura del disco.
- Cortes y amputaciones.
- Ruido.
- Otros.

##### Normas básicas de seguridad

- La máquina tendrá en todo momento colocado la protección del disco y de la transmisión.
- Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado del disco, si este estuviera desgastado o resquebrajado se procederá a su inmediata sustitución.
- La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquear éste. Así mismo, la pieza no presionará el disco en oblicuo o por el lateral.



- La máquina estará colocada en zonas que no sean de paso y además bien ventiladas, si no es del tipo de corte bajo chorro de agua.
- Conservación adecuada de la alimentación eléctrica.

#### Protecciones individuales

Para su utilización los trabajadores deberán de estar dotados:

- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Pantalla facial anti-partículas.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Calzado de seguridad.
- Mascarilla con filtro y gafas antipartículas.
- Protectores auditivos.

#### Protecciones colectivas

- Zona acotada para la máquina, instalada en lugar libre de circulación.

#### 4.10.2 SIERRA CIRCULAR

Se trata de una máquina versátil y de gran utilidad en obra, con alto riesgo de accidente, que suele utilizar cualquiera que la necesite.

#### Riesgos más frecuentes

- Cortes.
- Caídas de trabajadores al mismo y distinto nivel.
- Golpes por objetos.
- Abrasiones.
- Atrapamientos.
- Emisión de partículas.
- Sobreesfuerzos (corte de tablonos).
- Emisión de polvo.
- Ruido ambiental.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Otros

#### Normas básicas de seguridad

- Las sierras circulares no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros, (como norma general) del borde de los forjados con la excepción de los que estén efectivamente protegidos (redes o barandillas, etc.).
- Las sierras circulares no se ubicarán en el interior de áreas de batido de cargas suspendidas del gancho de la grúa, para evitar los riesgos por derrame de carga.
- Las máquinas de sierra circular a utilizar estarán señalizadas mediante «señales de peligro» y rótulos con la leyenda: «PROHIBIDO UTILIZAR A PERSONAS NO AUTORIZADAS» en prevención de los riesgos por impericia.

- Las máquinas de sierra circular estarán dotadas de los siguientes elementos:
  - Carcasa de cubrición del disco.
  - Cuchillo divisor del corte.
  - Empujador de la pieza a cortar y guía.
  - Carcasa de protección de las transmisiones por poleas.
  - Interruptor estanco.
  - Toma de tierra.
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, en evitación de incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.
- Antes de poner la máquina en servicio comprobar que no está anulada la conexión a tierra, en caso afirmativo, avisar al Técnico de prevención para que sea subsanado el defecto y no se trabaje con la sierra pues se puede sufrir accidentes por contactos eléctricos.
- Comprobar que el interruptor eléctrico es estanco, en caso de no serlo, avisar al encargado de obra para que sea sustituido. Se evitarán accidentes eléctricos.
- Utilizar el empujador para manejar la madera; considerar que de no hacerlo se puede sufrir cortes en los dedos. Esta máquina es peligrosa.
- Si la máquina, inopinadamente se detiene, retirarse de ella y avisar al encargado para que sea reparada. No intentar realizar ni ajustes ni reparaciones, desconectar el enchufe.
- Antes de iniciar el corte: - con la máquina desconectada de la energía eléctrica, girar el disco a mano. Hacer que lo sustituyan si está fisurado, rajado o le falta algún diente. Si no se hace, puede romperse durante el corte y originar un accidente.
- Para evitar daños en los ojos, solicitar gafas de seguridad anti-proyección de partículas y usarlas siempre.
- Extraer previamente todos los clavos o partes metálicas hincadas en la madera que haya que cortar. Puede fracturarse el disco o salir despedida la madera de forma descontrolada, provocando accidentes serios.
- Se prohíbe expresamente dejar en suspensión del gancho de la grúa las mesas de sierra durante los periodos de inactividad.
- El mantenimiento de las mesas de sierra será realizado por personal especializado para tal menester, en prevención de los riesgos por impericia.
- La alimentación eléctrica de las sierras de disco a utilizar se realizará con mangueras antihumedad, dotadas de clavijas estancas a través del cuadro eléctrico de distribución.
- La toma de tierra de las mesas de sierra se realizará a través del cuadro eléctrico general (o de distribución) -en combinación con los disyuntores diferenciales. El Encargado de Seguridad controlará el correcto montaje de la toma de tierra de las sierras.
- Se prohíbe ubicar la sierra circular sobre lugares encharcados, para evitar riesgos de caídas y eléctricos.
- Se limpiará de productos procedentes de los cortes, los aledaños de las mesas de sierra circular, mediante barrido y apilado para su carga sobre bateas emplintadas (o para vertido mediante las trompas de vertido).

#### Protecciones individuales

Los EPI's necesarios para utilizar esta máquina serán los siguientes:

- Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).

- Ropa protección alta visibilidad.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero (preferible muy ajustados)
- Mascara facial anti-impactos.
- Protectores auditivos.

Protecciones colectivas.

- Zona acotada para la máquina, instalada en lugar libre de circulación.
- Extintor manual de polvo químico antibrasa, junto al puesto de trabajo.

#### **4.11 HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS MANUALES**

Riesgos más frecuentes

- Golpes y cortes por objetos móviles
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Incendio por factores de ignición.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Contacto térmico.
- Contactos eléctricos.
- Otros.

Normas básicas de seguridad

- 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 y 13B en las proximidades de la zona de trabajo.
- Se usarán preferentemente, siempre que existan en el mercado, herramientas con muy baja emisión de fragmentos para evitar el riesgo de incendio.
- 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 sujetar el equipo por sus asideros con ambas manos y en una posición estable.
- 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.
- 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, 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 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 o pantalla contra proyecciones durante la utilización de la radial. La radial mantendrá en todo momento las carcassas 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.
- 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 a sobreesfuerzos por aplicación de una presión excesiva sobre la misma.
- Si el taladro llegase a bloquearse, desconectarlo inmediatamente de la red eléctrica.

#### Protecciones individuales

- Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa protección alta visibilidad.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero (preferible muy ajustados)
- Mascara facial anti-impactos.

### **4.12 HERRAMIENTAS MANUALES**

#### Riesgos más frecuentes

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Otros.

#### Normas básicas de seguridad

- 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.
- 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.

#### Protecciones individuales

- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antiperforación.
- Guantes de protección mecánica.
- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Ropa protección alta visibilidad.

#### 4.13 VEHÍCULOS

##### Descripción

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.

##### Riesgos más frecuentes

- 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.
- Otros

Normas básicas de seguridad

#### 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 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.
- Si existiese la más mínima fuga de combustible, se prohíbe su uso en obra

#### 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) y utilizar la ropa protección alta visibilidad 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%.
- En el interior de la obra circulará por el espacio reservado para ellos, no invadiendo en ningún caso la zona peatonal.

#### 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 transporte 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 pendiente 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.

#### Protecciones individuales

- Casco de seguridad (al bajarse del vehículo).
- Calzado adecuado para la conducción de vehículos.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de protección mecánica (para mantenimiento del vehículo).
- Ropa protección alta visibilidad.

## **5. MEDIOS AUXILIARES**

### **5.1 ANDAMIOS TUBULARES Y MODULARES**

#### Riesgos asociados a esta actividad

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Caída de objetos desprendidos
- Contactos eléctricos.
- Otros.

## Medidas de prevención a aplicar

### Generales

- El andamio a utilizar deberá ser aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo a su montaje cumpliendo el mismo con la normativa europea HD-1000. De no cumplir con sus especificaciones, deberá ser desmontado y sustituido.
- Una vez montados y antes de su utilización el encargado de seguridad deberá comprobar que tiene todos los elementos y medidas de seguridad, colocando una hoja en la que se indique empresa que lo utiliza, fecha de revisión, duración prevista de utilización, lugar en el que se utiliza y firmado por el encargado de seguridad.
- Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.
- Los andamios se montarán por niveles de forma que se consoliden los tramos inferiores para poder amarrar el arnés de seguridad, y continuar así sucesivamente con la instalación de los tramos superiores
- Las barras, módulos y tablonos se izarán mediante sogas de cáñamo atadas o con eslingas normalizadas. Se evitará el tránsito de personas y vehículos durante el montaje de los andamios, por debajo del mismo ni en una distancia indicada por el responsable del montaje.
- Los apoyos en el suelo se realizarán sobre zonas que no ofrezcan puntos débiles, siendo conveniente emplear durmientes de madera que repartan la carga.
- Deberán tener también la suficiente solidez para impedir la caída al vacío de los trabajadores y los materiales utilizados en esta plataforma.
- Los andamios estarán perfectamente anclados y sujetos a puntos fijos de los forjados, con el fin de tener la máxima estabilidad y seguridad ante los posibles esfuerzos.
- El acceso a los andamios se efectuará por el interior de los mismos utilizando una escalera fijada al efecto y a través de una trampilla situada en la plataforma de trabajo o de nivel, la cual se cerrará al momento de ser utilizada.
- Las plataformas de los andamiajes, tendrán como mínimo 60 cm. de anchura y estarán firmemente ancladas a la estructura, si fuera de tablonos, estos se unirán fuertemente entre sí y a la estructura.
- Las plataformas de los andamios estarán dotadas de barandillas perimetrales de 90 cm. de altura mínima, con barra intermedia y rodapiés de 15 cm.
- Se prohíbe dejar o abandonar materiales o herramientas en las plataformas de los andamios.
- Se prohíbe terminantemente arrojar objetos ni herramientas desde los andamios fuera de los lugares confinados para tal efecto.
- La distancia de separación de un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 20 cm. en previsión de caídas de materiales o herramientas.
- Los andamiajes deberán ser inspeccionados todos los días por el responsable de la obra, llevando un registro de inspección escrito.

### Andamios metálicos sobre ruedas

- Aparte de las condiciones generales especificadas se tendrán en cuenta las siguientes condiciones.
- El montaje de este tipo de andamio se hará en orden, montando en primer lugar las ruedas cuando solamente esté armado un cuerpo de la estructura, con el fin de evitar vuelcos.
- El acceso directo a la plataforma se realizará a través de una escalerilla interior.

- En cambios de posición o maniobras, no debe haber personas o materiales sobre los andamios.
- Antes de iniciar los trabajos, se comprobará siempre que las ruedas están frenadas, para lo cual constarán con los dispositivos correspondientes. No estando permitidas las cuñas.
- Se prohíbe hacer pastas o trabajos auxiliares directamente sobre la plataforma del andamio.
- Se tendrán cables de seguridad anclados a los puntos fuertes donde amarrar el arnés de seguridad, durante los trabajos a más de 2 m de altura.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad
- Guantes de protección mecánica para labores de montaje/desmontaje
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Sistema de protección anticaídas (tipo arnés de seguridad), para trabajos a altura superior a 2 m.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Ropa de protección de alta visibilidad.

## 5.2 ESCALERAS DE MANO Y DE TIJERA

Riesgos asociados a esta actividad

- Caída desde altura
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Contacto eléctrico.
- Otros.

Medidas de prevención a aplicar

### Generales

- Antes de utilizar una escalera manual es preciso asegurarse de su buen estado, rechazando aquéllas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Hay que comprobar que los largueros son de una sola pieza, sin empalmes, que no falta ningún peldaño, que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados por barras, ni clavos salientes.
- Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores, de zapatas antideslizantes.
- No se usarán escaleras metálicas cuando se lleven a cabo trabajos en instalaciones en tensión.
- El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos. La parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- Antes de iniciar la subida deberá comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier otra sustancia que pueda producir resbalones.



- El ascenso y descenso a través de la escalera de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los largueros que se están utilizando.
- La escalera tendrá una longitud tal, que sobrepase 1 metro por encima del punto o la superficie a donde se pretenda llegar. La longitud máxima de las escaleras manuales no podrá sobrepasar los 5 m sin un apoyo intermedio, en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 metros. Para alturas mayores se emplearán escaleras especiales.
- No se podrán empalmar dos escaleras sencillas.
- En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesario el uso de una escalera, se hará teniendo la precaución de dejar la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.
- No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se deberá haber parado el mecanismo en movimiento o haber suprimido la energía del conductor.
- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo de 75° con la horizontal.
- Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá una persona en la base de la escalera.
- Queda prohibida la utilización de la escalera por más de un operario a la vez.
- Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deberán usarse bolsas portaherramientas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que queden las manos libres para poder asirse a ella.
- Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio. No se deberán ocupar nunca los últimos tres peldaños.
- Trabajando sobre una escalera no se tratarán de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.
- Los trabajos a más de 2 metros de altura desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza arnés de seguridad o se adoptan medidas de protección alternativas.
- 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.
- Las escaleras de mano deberán mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquéllas que no estén en condiciones.
- Cuando no se usen, las escaleras deberán almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Deberá existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

#### Escaleras de madera

- Serán las escaleras a utilizar en trabajos eléctricos, junto con las de poliéster o fibra de vidrio.
- Las escaleras manuales de madera estarán formadas por largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños estarán ensamblados, no clavados.

- Estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos. Se prohíben las escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

#### Escaleras de tijera

- Estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura y hacia la mitad de su altura de una cadenilla o cinta de limitación de apertura máxima.
- Nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- En posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
- No se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a poner los dos pies en los tres últimos peldaños.
- Se utilizarán siempre montadas sobre pavimentos horizontales.

#### Escaleras metálicas

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie y no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- El empalme se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

#### Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Sistema de protección anticaídas (tipo arnés de seguridad), para trabajos a altura superior a 2 m.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.
- Ropa de protección de alta visibilidad.

## **6. INSTALACIONES DE OBRA**

### **6.1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA Y BAJA TENSIÓN Y TRANSFORMADORES**

#### Riesgos asociados a esta actividad

- Electrocución.
- Caída de trabajadores al mismo y distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Choques o golpes
- Otros.

#### Medidas preventivas a aplicar

- Cualquier parte de la instalación, se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.

- Los conductores, si van 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 normal general.
- Si es posible, no obstante, se enterrarán los cables eléctricos en los pasos de vehículos, señalizando el paso del cable mediante una cubrición 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.
- Los cuadros eléctricos serán metálicos de tipo para la intemperie con puerta y cerrojo de seguridad (con llave).
- Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de "peligro electricidad".
- 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.
- El transformador de la obra será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
- 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.
- La sección mínima del cable de puesta a tierra de cuadro principal será de 100 mm<sup>2</sup>.
- La sección mínima del cable de puesta a tierra de cuadro secundario será de 50 mm<sup>2</sup>
- La resistencia óhmica de puesta a tierra del cuadro principal será de 2 ohmios máximo.
- El hilo de toma de tierra de las máquinas-herramienta 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 (placa o conductor) estará protegido en el interior de una arqueta practicable.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.

- Los cuadros eléctricos, en servicio, permanecerán cerrados con la cerradura de seguridad de triángulos (o de llave) en servicio.
- Se conectarán a tierra las carcassas de los motores o máquinas (si no están dotados de doble aislamiento), o aislantes por propio material constitutivo.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear, serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,50 m del piso o suelo; las que puedan alcanzarse con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad y alimentación a 24 V.
- Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
- Los postes provisionales para colgar las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2 m del borde de excavaciones, carreteras y asimilables.
- 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.

Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Calzado aislantes.
- Ropa de protección de alta visibilidad.

## 6.2 TALLER MECÁNICO

Riesgos asociados a esta actividad

- Atrapamientos.
- Caídas al mismo nivel por la existencia de objetos, cable, etc.
- Proyección o caída de partículas incandescentes en procesos de soldadura.
- Riesgo eléctrico por contacto con equipos de soldadura o líneas alimentadoras de los mismos.
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Incendio.
- Ulceraciones oculares, producidas por impacto de partículas.
- Afecciones del aparato respiratorio, por inhalación de humos y gases de soldadura.
- Otros.

Medidas de prevención a aplicar

- Las máquinas tendrán protegidos sus órganos móviles y sus instalaciones eléctricas. Se dispondrá de extintores.
- Se mantendrán limpios de grasa y residuos los suelos, las máquinas y los alrededores.
- No se trabajará sin las pantallas y protecciones en tornos, esmeriladoras, etc.

- Los trabajadores dispondrán de gafas, pantallas, guantes y calzado de seguridad.
- El mantenimiento y reparaciones de máquinas se harán con estas paradas.
- Las máquinas se emplazarán dentro de áreas acotadas mediante pintura, o delimitadas por barreras de seguridad, a fin de minimizar los riesgos de golpes, a causa de los desplazamientos de las partes móviles.
- Las máquinas se utilizarán siempre, provistas de sus carcasas y de pantallas traslúcidas de protección contra las proyecciones.
- Los dispositivos de seguridad de las máquinas, no podrán inutilizarse con el objeto de ahorrar molestias en la ejecución de los trabajos.
- Las cintas y correas de transmisión, quedarán ocultas e inalcanzables desde el cuerpo externo de la máquina, pudiendo existir un conmutador que impida el funcionamiento de la máquina con las carcasas desmontadas.
- Los dispositivos de embrague de las máquinas estarán convenientemente diseñados, para que no sean activados de manera involuntaria.
- Los mandos de parada de la maquinaria, se situarán en lugar accesible y serán llamativos, de color rojo, para facilitar su manipulación en caso de emergencia.
- Ningún dispositivo de operación de la máquina quedará en la zona de proyección de materiales o virutas.

#### Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Calzado con puntera de protección.
- Ropa de protección de alta visibilidad.

#### Protecciones colectivas

- Protecciones de los elementos móviles de las máquinas empleadas.
- Los cuadros eléctricos dispondrán de las protecciones correspondientes (diferencial, magnetotérmico y toma de tierra).
- Todas las máquinas utilizadas dispondrán de su correspondiente parada de emergencia.

### 6.3 TALLER DE FERRALLA

#### Riesgos asociados a esta actividad

- Heridas en extremidades.
- Aplastamiento en operaciones de carga y descarga.
- Tropiezos y torceduras entre parrillas andaduras.
- Caídas al mismo nivel por la existencia de objetos o minerales.
- Golpes recibidos con máquinas y herramientas.
- Cortes por hojas de sierra.
- Pinchaduras por redondos de armadura.
- Riesgo eléctrico por contacto con líneas alimentadoras de las máquinas.
- Incendio.
- Ulceraciones oculares producidas por impacto de partículas.



- Irritaciones cutáneas, ocasionadas por el contacto con metales diversos.
- Otros.

#### Medidas de prevención a aplicar

- Almacenamiento y apilado de hierros con la estabilidad suficiente, poniendo tacos de madera entre los mismos para evitar el enganche entre armaduras.
- Se colocarán señales de “Obligatorio el uso de guantes” y “Obligatorio el uso de Calzado de seguridad”.
- En el caso de transporte horizontal, los hilos se suspenderán por dos puntos separados, de modo que se mantenga su estabilidad.
- Se utilizarán cascos, guantes, Calzado de seguridad, monos de trabajo, hombreras para transporte de armaduras sobre los hombros y cremas barrera para protección de la piel.
- Los focos o lámparas de trabajo no se instalarán directamente sobre armaduras que se elaboren, o se estén acopiando.
- Los acopios de las barras de acero en bruto, y de las armaduras elaboradas, se efectuarán en zonas delimitadas y aparte, sin interferencias con el proceso de elaboración, y nunca moviendo la ferralla sobre operarios de esa u otra actividad.

#### Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad con puntera de protección.
- Hombreras para el transporte.
- Ropa de protección de alta visibilidad.

#### Protecciones colectivas

- Protecciones de los elementos móviles de las máquinas empleadas.
- Los cuadros eléctricos dispondrán de las protecciones correspondientes (diferencial, magnetotérmico y toma de tierra).
- Todas las máquinas utilizadas dispondrán de su correspondiente parada de emergencia.

### 6.4 TALLER DE CARPINTERÍA

#### Riesgos asociados a esta actividad

- Cortes.
- Proyecciones de materiales y retroceso de la pieza trabajada.
- Rotura del disco
- Rotura de la cinta y caída de la cinta fuera de los volantes.
- Ruido.
- Golpes, choques
- Polvo
- Contactos eléctricos
- Contactos térmicos.
- Contacto con sustancias químicas

- Atrapamientos
- Incendios
- Explosión
- Otros

#### Medidas de prevención a aplicar

- Las sierras se utilizarán por personal adiestrado dentro de la especialidad.
- La instalación de las máquinas se hará de forma que los operarios puedan manejarlas con holgura.
- El cuchillo divisor estará siempre bien colocado.
- Si se cambiase el disco, se tendrá que colocar dicho cuchillo con el espesor (en función del disco) y la distancia respecto a éste, que marcan las normas.
- El cubresierra debe estar siempre en posición de protegerla, tanto en cuanto se esté realizando el trabajo como en vacío.
- La máquina deberá estar puesta a tierra.
- La tensión en que la cinta de la sierra trabaje será la correcta, así como su conducción.
- Los volantes de la sierra de cinta estarán en el mismo plano vertical.
- Las hojas y los volantes estarán protegidos.
- En las zonas con madera almacenada, se pondrá una señal de “Prohibido fumar” y se colocará un extintor para fuegos secos, con la señal, “Equipos contra incendios”.
- Periódicamente, se revisará el estado de los discos y cintas y la toma de tierra.

#### Equipos de protección individual a utilizar

- Casco de seguridad.
- Chaleco reflectante o ropa de alta visibilidad.
- Guantes de PVC o de goma
- Guantes de cuero
- Gafas antiproyecciones
- Mascarilla de seguridad con filtro específico
- Calzado de seguridad
- Ropa de trabajo
- Faja elástica de sujeción de cintura

### 6.5 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS DE OBRA

Las causas que propician la aparición de un incendio en una obra en construcción no son distintas de las que lo generan en otro lugar: existencia de una fuente de ignición (hogueras, braseros, energía solar, trabajos de soldadura, conexiones eléctricas, cigarrillos, etc.); junto a una sustancia combustible (encofrados de madera, carburante para la maquinaria, pinturas y barnices, etc.) puesto que el comburente (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 polvo seco, de dióxido de carbono, y de agua.

Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos de aquí la importancia del orden y limpieza en todos los tajos. Existirá la adecuada señalización, indicando los lugares de prohibición de fumar (acopio de líquidos combustibles), situación del extintor, camino de evacuación, etc. Los caminos de evacuación deberán estar suficientemente iluminados debiendo disponerse de alumbrado de emergencia.

Medidas para la prevención de incendios en la obra

- Orden y limpieza en general; se evitarán los escombros heterogéneos. Se evitará en lo posible el desorden en el amontonado del material combustible para su transporte al vertedero.
- Vigilancia y detección de las existencias de posibles focos de incendios.
- Habrá extintores de incendios junto a las puertas de los almacenes que contengan productos inflamables. Dichos extintores serán de polvo polivalente por adaptarse a los tipos de fuego A, B y C.
- Habrá montones de arena junto a las fogatas para apagarlas de inmediato si presentan riesgo de incendio. En los montones de arena, hincada en vertical, se mantendrá una pala cuyo astil estará pintado en color rojo.
- En esta obra queda prohibido fumar ante los siguientes supuestos:
  - Ante elementos inflamables: disolventes, combustibles, lacas, barnices pegamentos, mantas asfálticas.
  - En el interior de los almacenes que contengan elementos inflamables y explosivos.
  - En el interior de los almacenes que contengan productos de fácil combustión: sogas, cuerdas, capazos, etc.
  - Durante las operaciones de abastecimiento de combustibles a las máquinas, en el tajo de manipulación de desencofrantes y en el tajo de soldadura autógena y oxicorte.
- La ubicación de los almacenes de materiales combustibles o explosivos estará alejada de los tajos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica, en prevención de incendios.
- La iluminación e interruptores eléctricos de los almacenes de productos inflamables será mediante mecanismos anti deflagrantes de seguridad.
- Sobre la puerta de los almacenes de productos inflamables se adherirán las siguientes señales:
  - Prohibido fumar (señal normalizada)
  - Indicación de la posición del extintor de incendios (señal normalizada)
  - Peligro de incendio (señal normalizada)
- Los combustibles líquidos se almacenarán de forma aislada y serán ubicados en casetas independientes suficientemente ventiladas, utilizándose a su vez recipientes de seguridad.
- Los acopios de materiales deben estar situados lejos de instalaciones de corriente eléctrica y debe evitarse el uso de fuentes de calor en su proximidad.
- Existirá siempre un extintor a mano en los lugares donde se realicen trabajos con empleo de llama (impermeabilización con lámina asfáltica, por ejemplo).

- La maquinaria tanto fija como móvil accionada por energía eléctrica ha de tener las conexiones de corriente bien realizadas y en los emplazamientos fijos ha de preverse de aislamiento a tierra. Todos los desechos, virutas y desperdicios que se produzcan por el trabajo han de ser apartados con regularidad dejando limpios diariamente los alrededores de las máquinas.
- En el caso de grandes cantidades de acopio almacenamiento o concentración de embalajes o desechos, han de completarse los medios de protección con mangueras de riego que proporcionen agua abundante.
- No podrán efectuarse trabajos de corte y soldadura en lugares donde haya explosivos, vapores inflamables o donde pese a todas las medidas posibles de precaución no pueda garantizarse la seguridad ante un eventual incendio.
- En los trabajos de soldadura y corte se deben proteger de la proyección de materias incandescentes los objetos que sean susceptibles de combustión y que no hayan de ser cambiados de su emplazamiento, cubriéndolos con lonas, a ser posibles mojadas.

## 7. EVALUACIÓN DE RIESGOS

El conocimiento de los riesgos a que está sometido un trabajador en el desempeño de las tareas que tiene encomendadas constituye el paso previo a la evaluación de los riesgos.

Dicha evaluación de riesgos se deberá realizar por puesto de trabajo. De este modo, se debe realizar dicha evaluación para cada uno de los oficios que vayan a estar presentes durante la ejecución de la obra.

La evaluación de riesgos debe ser, en general, un proceso continuo. Por lo tanto, la adecuación de las medias de control debe estar sujeta a una revisión continua y modificarse si es preciso. De igual forma, si cambian las condiciones de trabajo, y con ello varían los peligros y los riesgos, habrá de revisarse la evaluación de riesgos.

Para ello se exigirá a las empresas ejecutoras de los diferentes trabajos a desarrollar durante la obra que presenten, antes de comenzar los trabajos, una evaluación de riesgos propia y específica de los distintos puestos de trabajo que van a desarrollar. En el presente Estudio de Seguridad y Salud se presenta una evaluación de riesgos inicial de los puestos de trabajo que se prevé haya en obra. Dicha evaluación de riesgos se verá completada por la realizada por las empresas contratistas.

La metodología que se deberá de seguir en principio será la siguiente:

### METODO DE EVALUACION

El método de evaluación de riesgos utilizado se basa en el Documento Divulgativo editado por el I.N.S.H.T. "Evaluación de Riesgos Laborales", en la NTP-330, y en normas UNE. Los pasos seguidos para aplicar esta metodología son los siguientes:

### ANALISIS DE LOS RIESGOS

Para proceder a analizar los riesgos es necesario:

- 1º) **Identificar los peligros.** Se relacionan, con número de identificación, las fuentes o situaciones de la actividad analizada con capacidad de causar daños.
- 2º) **Estimar los Riesgos.** Para cada peligro identificado se estima el riesgo de que se materialice por combinación de la probabilidad de que suceda (tiempo que se

está expuesto por grado de deficiencia) y de las posibles consecuencias que tendría.

### **VALORACION DE LOS RIESGOS**

El resultado de multiplicar la probabilidad de materialización de un peligro por sus consecuencias nos proporciona la valoración del riesgo estimado. Los niveles de riesgo estimados para cada peligro son los tomados como base para decidir las acciones que se estiman necesarias para su eliminación o, en caso de que no pueda eliminarse definitivamente, las medidas necesarias para mantener controlado el riesgo.

### **INTERPRETACION DE DATOS**

NE **Nivel de Exposición** (Valoración en función del tiempo de permanencia)

<b>EO</b>	Ocasional	Valor	: 1
<b>EE</b>	Esporádica	"	: 2
<b>EF</b>	Frecuente	"	: 3
<b>EC</b>	Continuada	"	: 4

ND **Nivel de Deficiencia** (Valoración en función de las condiciones de seguridad)

<b>A</b>	Aceptable	Valor	: 1
<b>M</b>	Mejorable	"	: 2
<b>D</b>	Deficiente	"	: 4
<b>MD</b>	Muy deficiente	"	: 6

NP **NIVEL DE PROBABILIDAD** (Resultado de multiplicar NE por valor ND)

<b>B</b>	Baja	Valor	: 1 a 3
<b>M</b>	Media	"	: 4 a 6
<b>A</b>	Alta	"	: 8 a 12
<b>MA</b>	Muy Alta	"	: 16 a 24

NC **NIVEL DE CONSECUENCIAS** (Valoración estimada de daños)

<b>LD</b>	Levemente Dañinas	Valor	: 1
<b>D</b>	Dañinas	"	: 3
<b>GD</b>	Gravemente Dañinas	"	: 5
<b>ED</b>	Extremadamente Dañinas	"	: 10

NR **NIVEL DE RIESGO ESTIMADO** (Evalúa el Riesgo multiplicando NP x NC)



<b>T</b>	Trivial	Valor	: Hasta 5
<b>TO</b>	Tolerable	"	: Entre 6 y 19
<b>MO</b>	Moderado	"	: Entre 20 y 49
<b>I</b>	Importante	"	: Entre 50 y 100
<b>IN</b>	Intolerable	"	: > 100

A continuación, se facilita mediante fichas de formato apropiado, los resultados de las evaluaciones de riesgos laborales detectados

Conviene recordar que un puesto de trabajo, desde el punto de vista de evaluación de riesgos laborales, engloba a todos los trabajadores sometidos a los mismos riesgos en calificación y magnitud

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUCION:  
Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: DIRECTOR DE CONSTRUCCIÓN

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL	1					2			2					3				6			
3 CAIDA DE OBJETOS	1					2			2					3				6			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES	1					2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS	1					2			2					3				6			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS	1				1				1						5		5				
8 CORTES	1					2			2					3				6			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUÍMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2							10			20		
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 148 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1				1					3				3				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUCION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: DIRECTOR DE CONSTRUCCIÓN

N.º Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS	1				1				1						5		5				
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA	1					2			2								2				
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES																					
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE	1					2			2					3				6			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES																					
27 PUNZAMIENTOS	1				1				1				1				1				

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: ADMINISTRATIVO

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión  
Trabajos

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL	1					2			2					3				6			
3 CAIDA DE OBJETOS	1					2			2					3				6			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES	1				1				1				1				1				
5 CHOQUES Y GOLPES	1				1				1				1				1				
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS	1				1				1				1				1				
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS	1				1				1				1				1				
8 CORTES	1				1				1				1				1				
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1				1				1				1				1				
10 CONTACTOS TERMICOS	1				1				1				1				1				
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1				1				1				1				1				
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1				1				1					3			3				
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1				1				1				1				1				
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			



REV.: **V1**      HOJA **151** DE **299**

15 EXPLOSIONES																				
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: ADMINISTRATIVO

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS																					
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA	1				1				1				1				1				
21 RUIDOS	1				1				1				1				1				
22 RADIACIONES IONIZANTES																					
23 RADIACIONES NO IONIZANTES			3			2				6				3				18			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE																					
25 ILUMINACION DEFICIENTE																					
26 VIBRACIONES																					
27 PUNZAMIENTOS	1				1				1				1				1				

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo:

JEFE DE  
OBRA

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad:  
Trabajo

Trabajos de supervisión

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES	1					2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 154 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1				1						5		5				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo:

JEFE DE  
OBRA

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad:  
Trabajos

Trabajos de supervisión

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS	1				1				1					3			3				
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA	1					2			2								2				
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES																					
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE	1					2			2					3				6			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES																					
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4				3				12			



## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: SUPERVISOR DE TAJO

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión  
Trabajos

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2				4				3				12			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4					5				20		
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUÍMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS		2				2				4					5				20		
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 157 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1				1						5		5				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

**C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW**

**EVALUACION: Inicial**

**FECHA:**  
13/03/2023

**Fecha última eval.:** -

**Localización del Trabajo:** TODA LA OBRA **Puesto de Trabajo:** SUPERVISOR DE TAJO

N.º Trabajadores: VARIABLE

**Actividad:** Trabajos de supervisión

[illegible]

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 159 DE 299

27 PUNZAMIENTOS	1				1					1					1				
-----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION:  
Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: SUPERVISOR DE SEGURIDAD Y SALUD

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión  
Trabajos

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES	1					2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			



PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 161 DE 299

15 EXPLOSIONES

1

1

1

3

3

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION:  
Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: SUPERVISOR DE SEGURIDAD Y SALUD

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión  
Trabajos

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS	1				1				1					3			3				
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA	1					2			2								2				
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES																					
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE	1					2			2					3				6			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES																					
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4				3				12			

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo:

SUPERVISOR DE GARANTIA Y CALIDAD

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión  
Trabajos

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES	1					2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 <u>CONTACTOS</u> QUÍMICOS / AGENTES QUÍMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 164 DE 299

15 EXPLOSIONES

1

1

1

3

3

## EVALUACION DE RIESGOS

**C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW**

**EVALUACION:** Inicial

**FECHA:**  
13/03/2023

**Fecha última eval.:** -

**Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: SUPERVISOR DE GARANTIA Y CALIDAD**

Nº Trabajadores:  
VARIABLE

**Actividad:** Trabajos de supervisión

[illegible]



PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 166 DE 299

27 PUNZAMIENTOS		2				2				4				3				12			
-----------------	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	----	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: TOPOGRAFO N° Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión  
Trabajos

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES	1					2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUÍMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 168 DE 299

15 EXPLOSIONES

1

1

1

3

3

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: TOPOGRAFO

N.º Trabajadores:  
VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS	1				1				1					3			3				
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA	1					2			2								2				
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES																					
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE	1					2			2					3				6			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES																					
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4				3				12			

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: AUXILIAR TECNICO N.º Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de supervisión

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES	1					2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			



PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 171 DE 299

15 EXPLOSIONES

1

1

1

3

3

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: AUXILIAR TECNICO N° Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS	1				1				1					3			3				
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				20		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA	1					2			2								2				
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES																					
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE	1					2			2					3				6			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES																					
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4				3				12			

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: VIGILANTE DE SEGURIDAD N° Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS	1					2			2				1				2				
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES	1					2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS	1					2			2					3				6			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			
15 EXPLOSIONES	1				1				1						5		5				

## EVALUACION DE RIESGOS

**C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW**

**EVALUACION:** Inicial

FECHA: 13/03/2023

**Fecha última eval.:** -

**Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: VIGILANTE DE SEGURIDAD**

Nº Trabajadores:  
VARIABLE

**Actividad: Trabajos de supervisión**

[illegible]

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 175 DE 299

27 PUNZAMIENTOS	1				1					1					1				
-----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--



## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: ALMACENERO N° Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2				4				3				12			
5 CHOQUES Y GOLPES			3			2				6				3				18			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUÍMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS		2				2				4				3				12			
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 177 DE 299

15 EXPLOSIONES

1

1

1

5

5

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: ALMACENERO

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS		2				2				4				3				12			
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA		2				2				4				3				12			
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 179 DE 299

27 PUNZAMIENTOS		2			2			4			3			12			
-----------------	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	----	--	--	--

EVALUACION DE RIESGOS																					
C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW										EVALUACION: Inicial			FECHA: 13/03/2023			Fecha última eval.: -					
Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: ENCARGADO N°Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de supervisión																					
	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL			3			2				6				3				18			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4					5			20			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES	1					2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			



PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 181 DE 299

15 EXPLOSIONES

1

1

1

3

3

## EVALUACION DE RIESGOS

**C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW**

**EVALUACION:** Inicial

FECHA:  
13/03/2023

**Fecha última eval.:** -

**Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: ENCARGADO**

**Nº Trabajadores:**  
**VARIABLE**

**Actividad: Trabajos de supervisión**

[illegible]

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 183 DE 299

27 PUNZAMIENTOS

2

2

4

3

12

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: JEFE

DE EQUIPO

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de supervisión

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL			3			2				6				3				18			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4					5				20		
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES	1					2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 185 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1				1					3			3				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	---	--	--	--	--



## EVALUACION DE RIESGOS

**C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW**

EVALUACION: Inicial

**FECHA:**  
13/03/2023

**Fecha última eval.:** -

**Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: JEFE**

## DE EQUIPO

**N.º Trabajadores:**

VARIABLE

### Actividad: Trabaja

### Trabajos de supervisión

[illegible]

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 187 DE 299

27 PUNZAMIENTOS		2			2			4			3			12			
-----------------	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	----	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: ALBAÑIL

N.º Trabajadores: Variable

Actividad: Trabajos

de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4					5				20		
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES			3			2				6				3				18			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS		2				2				4				3				12			
13 AMBIENTE PULVÍGENO			3			2				6				3				18			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 189 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1				1						5		5				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: ALBAÑIL

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad:  
Trabajos

Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS		2				2				4				3				12			
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				20		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA			3			2				6					5				30		
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES		2				2				4				3				12			
27 PUNZAMIENTOS			3			2				6					5				30		

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: FERRALLISTA N° Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4					5				20		
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES			3			2				6				3				18			
5 CHOQUES Y GOLPES			3			2				6				3				18			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS		2				2				4				3				12			
13 AMBIENTE PULVÍGENO			3			2				6				3				18			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			



PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 192 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1				1						5		5				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: FERRALLISTA N.º Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS		2				2				4				3				12			
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA			3			2				6					5				30		
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES		2				2				4				3				12			
27 PUNZAMIENTOS			3			2				6					5				30		

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: ENCOFRADOR N° Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4					5				20		
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES			3			2				6				3				18			
5 CHOQUES Y GOLPES			3			2				6				3				18			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS		2				2				4				3				12			
13 AMBIENTE PULVÍGENO			3			2				6				3				18			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 195 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1				1						5		5				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: ENCOFRADOR N.º Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS		2				2				4				3				12			
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				20		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA			3			2				6					5				30		
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES		2				2				4				3				12			
27 PUNZAMIENTOS			3			2				6					5				30		

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: MONTADOR N.º Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4					5				20		
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS	1					2			2					3				6			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS/ AGENTES	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			



PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 198 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1				1						5		5				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: MONTADOR N° Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS			3			2				6					5				30		
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				19		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA			3			2				6					5				30		
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES	1				1				1				1				1				
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4				3				12			

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo:

TUBERO/  
CALDERERO

N.º Trabajadores:  
Variable

Actividad: Trabajos  
de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4					5				20		
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS	1					2			2					3				6			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 201 DE 299

15 EXPLOSIONES	1			1			1					5	5				
----------------	---	--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	---	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: TUBERO / CALDERERO

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad:  
Trabajos

Trabajos de  
construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS			3			2				6					5				30		
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				20		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA			3			2				6					5				30		
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES	1				1				1				1				1				
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4				3				12			

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: SOLDADOR N.º Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4					5				20		
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS	1					2			2					3				6			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			



PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 204 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1					1					5		5				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: SOLDADOR N° Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS			3			2				6					5				30		
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				19		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA			3			2				6					5				30		
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES			3			2				6					5				30		
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES	1				1				1				1				1				
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4				3				12			

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: AJUSTADOR N° Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6					5				30		
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2				4				3				12			
5 CHOQUES Y GOLPES			3			2				6				3				18			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS			3			2				6					5				30		
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS			3			2				6					5				30		
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS		2				2				4				3				12			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS		2				2				4				3				12			
12 CONTACTOS ELECTRICOS		2				2				4				3				12			
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 207 DE 299

15 EXPLOSIONES

2

2

4

5

20

# EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: AJUSTADOR N° Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS		2				2				4				3				12			
17 CONFINAMIENTOS			3			2				6					5				30		
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA		2				2				4				3				12			
21 RUIDOS			3			2				6				3				18			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 209 DE 299

27 PUNZAMIENTOS		2			2			4				5			20	
-----------------	--	---	--	--	---	--	--	---	--	--	--	---	--	--	----	--



## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: MECANICO N° Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2				4				3				12			
5 CHOQUES Y GOLPES			3			2				6				3				18			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS			3			2				6					5				30		
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS			3			2				6					5				30		
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS		2				2				4				3				12			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUÍMICOS		2				2				4				3				12			
12 CONTACTOS ELECTRICOS		2				2				4				3				12			
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 211 DE 299

15 EXPLOSIONES

2

2

4

5

20

### EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: MECANICO N° Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS		2				2				4				3				12			
17 CONFINAMIENTOS			3			2				6					5				30		
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA		2				2				4				3				12			
21 RUIDOS			3			2				6				3				18			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES		2				2				4				3				12			
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4					5				20		

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: ELECTRICISTA N.º Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS		2				2				4				3				12			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS		2				2				4				3				12			
12 CONTACTOS ELECTRICOS			3			2				6					5				30		
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 214 DE 299

15 EXPLOSIONES	1					2			2					5			10			
----------------	---	--	--	--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	----	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: ELECTRICISTA N.º Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS		2				2				4				3				12			
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				20		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA			3			2				6					5				30		
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES	1				1				1				1				1				
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4				3				12			



## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: INSTRUMENTISTA

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS		2				2				4				3				12			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS		2				2				4				3				12			
12 CONTACTOS ELECTRICOS			3			2				6					5				30		
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 217 DE 299

15 EXPLOSIONES	1					2			2					5			10			
----------------	---	--	--	--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	----	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: INSTRUMENTISTA

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS		2				2				4				3				12			
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				20		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA			3			2				6					5				30		
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES	1				1				1				1				1				
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4					5				20		

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: PINTOR N° Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción.

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4					5				20		
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES			3			2				6					5				30		
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS			3			2				6					5				30		
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS			3			2				6				3				18			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS			3			2				6				3				18			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 220 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				2			2					5		10			
----------------	---	--	--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	---	--	----	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: PINTOR

Trabajos VARIABLE

Actividad: Trabajos

de Construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS			3			2				6					5				30		
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				20		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA			3			2				6					5				30		
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES	1				1				1				1				1				
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4				3				12			



## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: OPERADOR  
MONTAJE MECANICO

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4					5				20		
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES			3			2				6					5				30		
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS			3			2				6					5				30		
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 223 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1				1						5		5				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: OPERADOR N° Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de Construcción  
MONTAJE MECANICO

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS			3			2				6					5				30		
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				20		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA			3			2				6					5				30		
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES	1				1				1				1				1				
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4				3				12			

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: MONTADOR DE ANDAMIOS N° Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4					5				20		
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES			3			2				6					5				30		
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS			3			2				6					5				30		
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS	1					2			2					3				6			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS	1					2			2					3				6			
13 AMBIENTE PULVÍGENO	1					2			2					3				6			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 226 DE 299

15 EXPLOSIONES	1			1			1					5		5			
----------------	---	--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: MONTADOR DE ANDAMIOS

Nº Trabajadores:  
VARIABLE

Actividad: Trabajos de Construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS			3			2				6					5				30		
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				20		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA			3			2				6					5				30		
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES	1				1				1				1				1				
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4				3				12			



## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: OPERADOR N° Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de construcción  
ELECTRICISTA

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5			30			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2			2					3				6			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS		2				2				4				3				12			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS		2				2				4				3				12			
12 CONTACTOS ELECTRICOS			3			2				6					5			30			
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 229 DE 299

15 EXPLOSIONES

2

2

4

5

20

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: OPERADOR N° Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de Construcción  
ELECTRICISTA

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS		2				2				4				3				12			
17 CONFINAMIENTOS			3			2				6					5				30		
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				20		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA		2				2				4				3				12			
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES			3			2				6					5				30		
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES	1				1				1				1				1				
27 PUNZAMIENTOS		2				2				4					5				20		

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: GRUISTA

N.º Trabajadores:

Actividad: Trabajos

de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6					5				30		
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES			3			2				6					5				30		
5 CHOQUES Y GOLPES			3			2				6				3				18			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS			3			2				6					5				30		
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS		2				2				4				3				12			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUÍMICOS		2				2				4				3				12			
12 CONTACTOS ELECTRICOS			3			2				6					5				30		
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 232 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1					1				3				3				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: GRUISTA N° Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de Construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS	1				1				1					3			3				
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA		2				2				4				3				12			
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES	1				1				1				1				1				
23 RADIACIONES NO IONIZANTES	1				1				1				1				1				
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE	1				1				1				1				1				
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES		2				2				4				3				12			
27 PUNZAMIENTOS	1				1				1				1				1				



## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: OPERADOR N° Trabajadores: VARIABLE

MAQUINARIA

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES			3			2				6				3				18			
5 CHOQUES Y GOLPES			3			2				6				3				18			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS			3			2				6					5				30		
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS		2				2				4				3				12			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUÍMICOS		2				2				4				3				12			
12 CONTACTOS ELECTRICOS		2				2				4				3				12			
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 235 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1					1				3				3				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA: 13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: OPERADOR N° Trabajadores: VARIABLE  
MAQUINARIA

Actividad: Trabajos de Construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS	1				1				1					3			3				
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA		2				2				4				3				12			
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES	1				1				1				1				1				
23 RADIACIONES NO IONIZANTES	1				1				1				1				1				
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE	1				1				1				1				1				
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 237 DE 299

27 PUNZAMIENTOS	1				1					1					1				
-----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: PEON / AYUDANTE

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL			3			2				6					5				30		
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL			3			2				6					5				30		
3 CAIDA DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES			3			2				6				3				18			
5 CHOQUES Y GOLPES			3			2				6				3				18			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS			3			2				6				3				18			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4				3				12			
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS		2				2				4				3				12			
13 AMBIENTE PULVÍGENO			3			2				6				3				18			
14 SOBRESFUERZOS			3			2				6				3				18			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 239 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1				1						5		5				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--



## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.:

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: PEON / AYUDANTE N° Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de Construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1					3			3				
17 CONFINAMIENTOS		2				2				4				3				12			
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA			3			2				6					5				30		
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES		2				2				4				3				12			
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE		2				2				4				3				12			
25 ILUMINACION DEFICIENTE		2				2				4				3				12			
26 VIBRACIONES		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 241 DE 299

27 PUNZAMIENTOS

3

2

6

5

30

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: JEFE

DE PUESTA EN MARCHA

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2				4				3				12			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4					5				20		
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS /	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS		2				2				4					5				20		
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			

PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 243 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1				1						5		5				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: JEFE

DE PUESTA EN MARCHA

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de Construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1						5		5				
17 CONFINAMIENTOS	1				1				1						5		5				
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5			20			
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA	1					2			2								2				
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES																					
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE	1					2			2					3				6			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES																					
27 PUNZAMIENTOS	1				1				1				1				1				

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: COORDINADOR DE SISTEMAS N° Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2				4				3				12			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4					5				20		
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS		2				2				4					5				20		
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			



PROYECTO: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW  
IDENTIFIC.: ANEXO 12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

REV.: V1 HOJA 246 DE 299

15 EXPLOSIONES	1				1				1						5		5				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: COORDINADOR DE SISTEMAS N° Trabajadores: VARIABLE Actividad: Trabajos de Construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1						5		5				
17 CONFINAMIENTOS	1				1				1						5		5				
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				20		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA	1					2			2								2				
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES																					
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE	1					2			2					3				6			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES																					
27 PUNZAMIENTOS	1				1				1				1				1				

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION:  
Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: INGENIERO

RESPONSABLE DE SISTEMAS Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
1 CAIDA AL MISMO NIVEL		2				2				4				3				12			
2 CAIDA A DISTINTO NIVEL		2				2				4				3				12			
3 CAIDA DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
4 DESPREND. DESPLOMES Y DERRUMBES		2				2				4				3				12			
5 CHOQUES Y GOLPES		2				2				4				3				12			
6 ATRAPAMIENTOS POR MANIPUL. DE OBJETOS		2				2				4				3				12			
7 ATRAPAMIENTOS POR MAQUINAS		2				2				4					5				20		
8 CORTES		2				2				4				3				12			
9 PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS		2				2				4				3				12			
10 CONTACTOS TERMICOS	1					2			2					3				6			
11 CONTACTOS QUÍMICOS / AGENTES QUIMICOS	1					2			2					3				6			
12 CONTACTOS ELECTRICOS		2				2				4					5				20		
13 AMBIENTE PULVÍGENO		2				2				4				3				12			
14 SOBRESFUERZOS		2				2				4				3				12			

15 EXPLOSIONES	1				1				1					5		5				
----------------	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--

## EVALUACION DE RIESGOS

C. de Trabajo: PARQUE EÓLICO CAMPO ALTO 27 MW

EVALUACION: Inicial

FECHA:  
13/03/2023

Fecha última eval.: -

Localización del Trabajo: TODA LA OBRA Puesto de Trabajo: INGENIERO

RESPONSABLE DE SISTEMAS

Nº Trabajadores: VARIABLE

Actividad: Trabajos de Construcción

	NIVEL de Exposición (NE)				N. de Deficiencia (ND)				PROBABILIDAD (NP)				CONSECUENCIA (NC)				RIESGO ESTIMADO (NR)				
	EO	EE	EF	EC	A	M	D	MD	B	M	A	MA	LD	D	GD	ED	T	TO	M	I	IN
	1	2	3	4	1	2	4	6	1-3	4-6	8-12	16-24	1	3	5	10	<5	5-19	20-49	50-100	>100
16 INCENDIOS	1				1				1						5		5				
17 CONFINAMIENTOS	1				1				1						5		5				
18 TRAFICO (fuera de la obra)		2				2				4					5				20		
19 AGRESION DE ANIMALES	1				1				1					3			3				
20 SOBRECARGA TERMICA	1					2			2								2				
21 RUIDOS		2				2				4				3				12			
22 RADIACIONES IONIZANTES																					
23 RADIACIONES NO IONIZANTES		2				2				4				3				12			
24 ATMOSFERA NO RESPIRABLE	1					2			2					3				6			
25 ILUMINACION DEFICIENTE	1					2			2					3				6			
26 VIBRACIONES																					
27 PUNZAMIENTOS	1				1				1				1				1				



DOCUMENTO Nº2. PLIEGO DE CONDICIONES



## **8. INTRODUCCIÓN**

En el pliego de condiciones particulares se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones propias de la obra, así como las prescripciones que se habrán de cumplir con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

## **9. NORMATIVA**

Es de obligado cumplimiento la legislación del Estado y de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

- La lista de legislación aplicable es, sin pretender ser exhaustiva la siguiente:
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 604 / 2006 por el que se modifican el RD 39 / 1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y el RD 1627 / 1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- 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.
- Real Decreto 773/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 486/97 de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre condiciones mínimas de seguridad y salud de los puestos de trabajo con pantallas de visualización.

- Real Decreto 1407 de 20 de noviembre de 1992 por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 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.
- Real Decreto 665/97, protección de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 1439/2010, de 5 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes aprobado por el Real Decreto 783/2001.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas y Reglamentos de las empresas de distribución de energía eléctrica.
- Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las máquinas.
- Real Decreto 1644/2008, por el que se modifican aspectos del R.D. 56/1997 y del R.D. 1435/1992.
- Reglamento de protección contra incendios RD 513/2017
- Real Decreto 2177/2004 de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/97, 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 (BOE núm. 274 de 13 noviembre).
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las máquinas.
- Texto Refundido de la Ley de Infracción y Sanción en el Orden Social. (TRLISOS)
- Orden Ministerial 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 transmisión por procedimiento electrónico (BOE núm. 279 de 21 de noviembre de 2002).
- Ordenanzas Municipales de Isar (Burgos).
- Ordenanzas Municipales de Pedrosa de Río Úrbel (Burgos).

- Ordenanzas Municipales de Las Quintanillas (Burgos).
- Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción vigente.
- Convenio Colectivo de la Construcción de la Provincia de Burgos.
- Estatuto de los trabajadores.
- Normativa del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT):
- NTP - 330. Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente.
- NTP - 324. Cuestionario de chequeo para el control de riesgos de accidente.
- Recomendaciones de Evaluación del Riesgo desarrolladas por el Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo.

La última versión de la normativa vigente puede encontrarse en el Código en PDF y ePUB, disponible para su descarga gratuita en: [www.boe.es/legislacion/codigos/](http://www.boe.es/legislacion/codigos/).

## **9.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- Especificaciones Técnicas de Iniciativas Eólicas de Cantabria: IIES-HEE-SAPGE17-0002 ET PRL CONTRATISTAS ESPAÑA

## **10. CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO Y CONSERVACIÓN DE ÚTILES Y HERRAMIENTAS**

Tanto en el empleo como en la conservación de los útiles y herramientas, el Encargado de Obra velará por su correcto empleo y conservación, exigiendo a los trabajadores el cumplimiento de las especificaciones dadas por el fabricante.

El Encargado de Obra cuidará que los útiles y herramientas se utilicen con las prescripciones de seguridad específicas para ellas.

Las herramientas y útiles establecidos en las previsiones de este Estudio pertenecen al grupo de herramientas y útiles conocidos y con experiencia en su empleo. A dichas herramientas y útiles deben aplicarse las normas generales de carácter práctico y de general conocimiento, vigentes según los criterios generalmente admitidos.

## **11. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MAQUINAS 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 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 marcado 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 sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

### **11.1 CONSIDERACIONES DE LOS ANDAMIOS**

Los andamios a utilizar en esta obra serán de tipo europeo y cumplir por lo tanto con la normativa vigente.

Así mismo, para que los trabajadores puedan hacer uso de los andamios, éstos han de poseer:

- Plataforma de trabajo con un ancho mínimo de 60 cm.
- Husillos de nivelación sobre durmientes de madera.
- Escalera de acceso interna.
- Barandilla completa con pasamanos de al menos 90 cm., listón intermedio y rodapié de al menos 15 cm.

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 serán realizados 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 ocho metros.

- 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 metros 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 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 dos 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 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.

## **11.2 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 tres 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, lanza, válvulas y partes mecánicas.



- Cada cinco años: a partir de la fecha de timbrado del extintor (y por tres veces) se procederá al retimbrado del mismo de acuerdo con la ITC-MIE-AP5 del Reglamento de aparatos a presión sobre extintores de incendios (BOE nº149, de 23 de junio de 1982 y BOE nº101, de 28 de abril de 1998).

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 metros. 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.

## **12. CARACTERÍSTICAS, EMPLEO Y CONSERVACIÓN DE LOS EQUIPOS PREVENTIVOS**

Dentro de los equipos preventivos, se consideran los dos grupos fundamentales: Equipos de Protección Individual y de Protección Colectiva.

### **12.1 EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)**

Se entenderá por “equipo de protección individual” cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Los equipos se clasifican en tres categorías:

- Categoría I: Se consideran así los equipos destinados a proteger contra riesgos mínimos. Pertenecen a esta categoría, única y exclusivamente, los EPI que tengan por finalidad proteger al usuario de:
  - Agresiones mecánicas cuyos efectos sean superficiales (guantes de jardinería, dedos, etc.).
  - Los productos de mantenimiento poco nocivos cuyos efectos sean fácilmente reversibles (guantes de protección contra soluciones detergentes diluidas, etc.).



- Los riesgos en que se incurra durante tareas de manipulación de piezas calientes que no expongan al usuario a temperaturas superiores a los 50° C ni a choques peligrosos (guantes, delantales de uso profesional, etc.).
- Los agentes atmosféricos que no sean ni excepcionales ni extremos (gorros, ropas de temporada, zapatos y Calzado, etc.).
- Los pequeños choques y vibraciones que no afecten a las partes vitales del cuerpo y que no puedan provocar lesiones irreversibles (cascos ligeros de protección del cuero cabelludo, guantes, calzado ligero, etc.).
- La radiación solar (gafas de sol).
- Categoría II: Se consideran así los equipos destinados a proteger contra riesgos de grado medio o elevado, pero no de consecuencias mortales o irreversibles.
- Categoría III: Se consideran así los equipos destinados a proteger contra riesgos de consecuencias mortales o irreversibles:
  - Los equipos de protección respiratoria filtrantes que protejan contra los aerosoles sólidos y líquidos o contra los gases irritantes, peligrosos, tóxicos o radiotóxicos.
  - Los equipos de protección respiratoria completamente aislantes de la atmósfera, incluidos los destinados a la inmersión.
  - Los EPI's que sólo brinden una protección limitada en el tiempo contra las agresiones químicas o contra las radiaciones ionizantes.
  - Los equipos de intervención en ambientes cálidos, cuyos efectos sean comparables a los de una temperatura ambiente igual o superior a 100° C, con o sin radiación de infrarrojos, llamas o grandes proyecciones de materiales en fusión.
  - Los equipos de intervención en ambientes fríos, cuyos efectos sean comparables a los de una temperatura ambiental a -50° C.
  - Los EPI's destinados a proteger contra las caídas desde determinada altura.
  - Los EPI's destinados a proteger contra los riesgos eléctricos para los trabajos realizados bajo tensiones peligrosas o los que se utilicen como aislantes de alta tensión.

Se estampará en el producto una “marca” que signifique que el producto es conforme con las “exigencias esenciales de salud y seguridad”.

Este marcado se compone de los siguientes elementos:

- Las siglas “CE” para los equipos de las categorías I y II.
- Las siglas “CE” seguidas de un número de cuatro dígitos para los equipos de categoría III. El número de cuatro dígitos es un código identificativo.

Se suministrará conjuntamente con el equipo un “folleto informativo” en el que se referenciarán y explicarán claramente los niveles de protección ofrecidos por el equipo, el mantenimiento y, en su caso, las sustituciones necesarias, etc.

No se debe adquirir ningún EPI que no cumpla las anteriores condiciones: marcado “CE” y folleto informativo

## 12.2 LISTA INDICATIVA Y NO EXHAUSTIVA DE EPI'S:

- Protectores de la cabeza:

- Cascos de seguridad (obras públicas y construcción, minas e industrias diversas).
- Cascos de protección contra choques e impactos.
- Prendas de protección para la cabeza (gorros, gorras, sombreros, etc., de tejido recubierto, etc.).
- Cascos para usos especiales (riesgo eléctrico, productos químicos, etc.).
- Protectores del oído:
  - Protectores auditivos tipo “tapones”
  - Protectores auditivos desechables o reutilizables.
  - Protectores auditivos tipo “orejeras”, con arnés de cabeza, bajo la barbilla o la nuca.
  - Casco antiruido.
  - Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección para la industria.
  - Protectores auditivos dependientes del nivel.
  - Protectores auditivos con aparatos de intercomunicación.
- Protectores de los ojos y de la cara:
  - Gafas de montura “universal”.
  - Gafas con montura “integral” (uni o binocular).
  - Gafas de montura “cazoletas”
  - Pantallas faciales.
  - Pantallas para soldadura (de mano, de cabeza, acoplables a casco de protección para la industria).
- Protección de las vías respiratorias:
  - Equipos filtrantes de partículas (molestas, nocivas, tóxicas o radiactivas).
  - Equipos filtrantes frente a gases y vapores.
  - Equipos filtrantes mixtos.
  - Equipos aislantes de aire libre.
  - Equipos aislantes con suministro de aire.
  - Equipos respiratorios con casco o pantalla para soldadura.
  - Equipos respiratorios con máscara amovible para soldadura.
  - Equipos de submarinismo.
- Protectores de manos y brazos:
  - Guantes contra agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
  - Guantes contra las agresiones químicas.
  - Guantes contra las agresiones de origen eléctrico.
  - Guantes contra las agresiones de origen térmico.
  - Manoplas.
  - Manguitos y mangas.
- Protectores de pies y piernas:
  - Calzado de seguridad.
  - Calzado de protección.
  - Calzado de trabajo.
  - Calzado y cubrecalzado de protección contra el calor.
  - Calzado y cubrecalzado de protección contra el frío.
  - Calzado frente a la electricidad.
  - Calzado de protección contra las motosierras.
  - Protectores amovibles del empeine.

- Polainas.
- Suelas amovibles (antitérmicas, antiperforación, o antitranspiración).
- Rodilleras.
- Protectores del tronco y el abdomen
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, proyecciones de metales en fusión).
  - Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones químicas.
  - Chalecos termógenos.
  - Chalecos salvavidas.
  - Mandiles de protección contra los rayos infrarrojos, UV, X, etc.
  - Cinturones de sujeción del tronco.
  - Fajas y cinturones antivibraciones.
- Protección total del cuerpo:
  - Equipos de protección contra las caídas de altura.
  - Dispositivos anticaídas deslizantes.
  - Arneses.
  - Cinturones de sujeción.
  - Dispositivos anticaídas con amortiguador.
  - Ropa de protección.
  - Ropa de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes).
  - Ropa de protección contra las agresiones químicas.
  - Ropa de protección contra las proyecciones de metales en fusión y las radiaciones infrarrojas.
  - Ropa de protección contra las fuentes de calor intenso o estrés térmico.
  - Ropa de protección contra bajas temperaturas.
  - Ropa de protección contra la contaminación radiactiva.
  - Ropa antipolvo.
  - Ropa antigás.
  - Ropa y accesorios (brazalete, guantes) de señalización (retro reflectantes, fluorescente).

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá éste, 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, por 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 representará un riesgo en sí mismo.

### **12.2.1 CONDICIONES GENERALES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Se elegirán equipos de protección individual ergonómicos, con el fin de evitar las negativas a su utilización. Por lo expuesto, se especifica como condición expresa que: todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Todo Equipo de Protección Individual, se ajustará al R.D. 1407/92, de 20 de noviembre, y sus instrucciones complementarias que lo desarrollan. Dichos equipos tendrán marcado "CE". Así mismo se cumplirá el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto anterior, tienen autorizado su utilización durante su período de vigencia.
- Los equipos de protección individual en utilización que estén rotos, serán reemplazados de inmediato.
- Las normas de utilización de los equipos de protección individual, se atenderán a lo previsto en la reglamentación vigente y folletos explicativos de cada uno de sus fabricantes.
- Los equipos de protección individual, con las condiciones expresadas, han sido valorados según las fórmulas de cálculo de consumos de equipos de protección individual, por consiguiente, se entienden valoradas todas las utilizables por el personal y mandos del contratista principal, subcontratistas y autónomos.
- La variación con respecto al número previsto en el estudio de seguridad y salud, quedará justificada en los cálculos de la planificación realizados en la memoria del plan de seguridad y salud.

### **12.2.2 MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

La empresa contratista contemplará en su plan de seguridad y salud, un "programa de evaluación" del grado de cumplimiento de lo dispuesto en el texto de este pliego de condiciones en materia de prevención de riesgos laborales, capaz de garantizar la existencia de la protección decidida en el lugar y tiempos previstos, su eficacia preventiva real y el mantenimiento, reparación y sustitución, en su caso, de todas las protecciones que se ha decidido utilizar.

Este programa contendrá como mínimo:

- a) La metodología a seguir según el propio sistema de construcción del Contratista.
- b) La frecuencia de las observaciones o de los controles que va a realizar.
- c) Los itinerarios para las inspecciones planeadas.
- d) El personal que prevé utilizar en estas tareas.
- e) El informe análisis, de la evolución de los controles efectuados.

### **12.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

#### **12.3.1 CONSIDERACIONES GENERALES 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.
- Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.
- Todas las protecciones colectivas de empleo en la obra se mantendrán en correcto estado de conservación y limpieza, debiendo ser controladas específicamente tales condiciones, en las condiciones y plazos que en cada caso se fijen en el plan de seguridad y salud.

#### **12.3.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

- Redes perimetrales

La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral se hará mediante la utilización de pescante tipo horca.

El extremo inferior de la red se anudará a horquillas de hierro embebidas en el forjado. Las redes serán de poliamida, protegiendo las plantas de trabajo. La cuerda de seguridad será como mínimo de 10 mm de diámetro para sujeción a pescantes y de 6 mm para atado de paños y malla rómbica de cuadrícula 10 x 10 cm.

- Barandillas

Las barandillas de pasarelas y plataformas de trabajo tendrán suficiente resistencia, por sí mismas y por su sistema de fijación y anclaje, para garantizar la retención de los trabajadores, incluso en hipótesis de impacto por desplazamiento o desplome violento.

La sección de las barandillas (principal e intermedia) deberá ser de 40 mm de diámetro como mínimo, con un espesor mínimo de 1,5 mm y con una longitud máxima de 2,5 m.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Todos los huecos estarán protegidos con barandillas de al menos 0,90 m de altura, barandilla, con refuerzo intermedio y rodapié. Estarán perfectamente fijadas sobre

puntales o sobre soportes tipo sargento a los forjados, o bien tapados con cubiertas de madera fabricadas al efecto.

- No se usarán nunca como barandillas cuerdas o cadenas con banderolas u otros elementos de señalización, al no impedir la caída ni tener por sí misma resistencia, pudiendo solo utilizarse para delimitar zonas de trabajo.
- Se colocarán barandillas en los lados abiertos de las pasarelas, rampas de comunicación.
- Vallas autónomas de limitación y protección

Tendrán como mínimo 90 cm de altura estarán construidas a base de tubos metálicos soldados, y con pies derechos de apoyo de tal modo que conserven su estabilidad. Estas vallas podrán utilizarse, ancladas convenientemente, para la protección de zanjas y pozos.

- Escaleras de mano

Las escaleras de mano estarán siempre provistas de zapatas antideslizantes y presentarán la suficiente estabilidad. Nunca se utilizarán escaleras unidas entre sí en obra, ni dispuestas sobre superficies irregulares o inestables, como tablas, ladrillos u otros materiales sueltos.

- Plataformas de trabajo

Todas las pasarelas y plataformas de trabajo tendrán anchos mínimos de 60 cm y, cuando se sitúen a más de 2,00 m del suelo, estarán provistas de barandillas de al menos 90 cm de altura, con listón intermedio y rodapié de 15 cm como mínimo.

- Cuadro eléctrico general

Todo cuadro eléctrico general, totalmente aislado en sus partes activas, irá provisto de un interruptor general de corte unipolar, capaz de dejar a toda la zona de la obra sin servicio. Los cuadros de distribución deberán tener todas sus partes metálicas conectadas a tierra.

- 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.

Se comprobará periódicamente que se produce la desconexión al accionar el botón de prueba del interruptor diferencial, siendo absolutamente obligatorio proceder a una revisión de éste por personal especializado o sustituirlo, cuando la desconexión no se produce.

- Elementos eléctricos

Todos los elementos eléctricos, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados. Se dispondrán interruptores, uno por enchufe, en el cuadro eléctrico general, al objeto de permitir dejar sin corriente los enchufes en los que se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de manera que sea posible enchufar y desenchufar la máquina en ausencia de corriente.



- Lámparas eléctricas portátiles

Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y dispositivo protector de la lámpara, teniendo alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

- Máquinas eléctricas

Todas las máquinas eléctricas dispondrán de conexión a tierra, con resistencia máxima permitida de los electrodos o placas de 5 a 10 ohmios, disponiendo de cables con doble aislamiento impermeable y de cubierta suficientemente resistente. Las mangueras de conexión a las tomas de tierra llevarán un hilo adicional para conexión al polo de tierra del enchufe.

- Extintores

Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, colocándose en los lugares de mayor riesgo de incendio.

- Cables y elementos de sujeción de arnés de seguridad y sus anclajes

Los cables de sujeción de arneses de seguridad y sus anclajes tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos derivados de la caída de un trabajador al vacío, con una fuerza de inercia calculada en función de la longitud de cuerda utilizada.

- Portabotellas

Las bombonas de oxígeno y acetileno, para transporte en horizontal dentro de la obra, se llevarán siempre sobre carro portabotellas.

- Válvulas antirretroceso

Los equipos de oxiacetileno llevarán dos válvulas antirretroceso: una en el acoplamiento de la manguera de la salida de los manorreductores de bombonas y otra en la conexión del soplete, perfectamente identificadas.

- Ganchos para reparaciones, conservación y mantenimiento

Tendrán las características adecuadas para soportar los pesos de los elementos que se han de suspender.

- Señalización

En cuanto a la señalización de la obra, es preciso distinguir en la que se refiere a la deseada información o demanda de atención por parte de los trabajadores y aquella que corresponde al tráfico exterior afectado por la obra.

En el primer caso son de aplicación las prescripciones establecidas por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, ya citado en este Pliego, en tanto que la señalización y el balizamiento del tráfico, en su caso, vienen regulados por la Norma 8.3IC de la Dirección General de Carreteras, como corresponde a su contenido y aplicación técnica. Esta distinción no excluye la posible complementación de la señalización de tráfico durante la obra cuando la misma se haga exigible para la seguridad de los trabajadores que trabajen en la inmediación de dicho tráfico, en evitación de intromisiones accidentales de éste en las zonas de trabajo.

Dichos complementos, cuando se estimen necesarios, deberán figurar en el plan de seguridad y salud de la obra.

### **12.3.3 MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA**

La empresa contratista contemplará en su plan de seguridad y salud, un "programa de evaluación" del grado de cumplimiento de lo dispuesto en el texto de este pliego de condiciones en materia de prevención de riesgos laborales, capaz de garantizar la existencia de la protección decidida en el lugar y tiempos previstos, su eficacia preventiva real y el mantenimiento, reparación y sustitución, en su caso, de todas las protecciones que se ha decidido utilizar.

Este programa contendrá como mínimo:

1. La metodología a seguir según el propio sistema de construcción del Contratista.
2. La frecuencia de las observaciones o de los controles que va a realizar.
3. Los itinerarios para las inspecciones planeadas.
4. El personal que prevé utilizar en estas tareas.
5. El informe de análisis de la evolución de los controles efectuados.

## **13. SEÑALIZACIÓN DE OBRA**

### **13.1 SEÑALIZACIÓN VIAL**

Esta señalización cumplirá con el "Código de la Circulación" y con el contenido de la "Norma de carreteras 8.3-IC, señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado" promulgada por el "MOPU".

En el apartado de mediciones y presupuesto, se especifican: el tipo, modelo, tamaño y material de cada una de las señales previstas para ser utilizadas en la obra. Estos textos deben tenerse por transcritos a este pliego de condiciones técnicas y particulares como características de obligado cumplimiento.

El objetivo de la señalización vial es doble; es decir, pretende proteger a los conductores de la vía respecto del riesgo a terceros por la existencia de obras, que es totalmente ajeno a los objetivos de un estudio o plan de seguridad y salud, y, además, proteger a los trabajadores de la obra de los accidentes causados por la irrupción, por lo general violenta, de los vehículos en el interior de la obra.

Este apartado, en consecuencia de lo escrito, tiene por objeto resolver exclusivamente el riesgo en el trabajo de los trabajadores por irrupción de vehículos en la obra.

Descripción técnica: Señal de tráfico normalizada según la norma de carreteras "8.3-IC" - Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.

### **13.2 SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS EN EL TRABAJO**

Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485 de 14 de abril de 1.997. Desarrolla los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31 de 8 de noviembre de 1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Descripción técnica:

- Con el fin de economizar costos se eligen y valoran los modelos adhesivos en tres tamaños comercializados: pequeño, mediano y grande.
- Señal de riesgos en el trabajo normalizada según el Real Decreto 485 de 1.977 de 14 de abril.

## **14. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN OBRA**

### **14.1 PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA**

Según el Artículo 15 de la Ley 31/95 de PRL, el empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención para:

- a) Evitar los riesgos.
- b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- c) Combatir los riesgos en su origen.
- d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

### **14.2 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

El promotor, antes del inicio de los trabajos, designará un Coordinador en materia de seguridad y salud para la ejecución de la obra.

El Coordinador en materia 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 de 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 los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva, que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por la empresa contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa asumirá esa función.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el art. 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.

#### **14.3 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES**

La reforma del marco normativo en prevención de riesgos laborales llevada a cabo por la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, incorporo una modificación al proponer un desarrollo normativo del artículo 24. Este desarrollo se ha materializado con el RD. 171/2004, de 30 de enero en lo relativo a la coordinación de las actividades empresariales.

Ya en la exposición de motivos de dicho R.D., en referencia a la normativa específica en el sector de la construcción, se dice lo siguiente: “esa normativa específica resultará enriquecida por lo establecido en este real decreto o a través de la información preventiva que deben de intercambiarse los empresarios concurrentes en la obra y mediante la clarificación de las medidas que deben adoptar los diferentes sujetos intervinientes en las obras”.

Cuando en un mismo centro de trabajo, desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales, para conseguir este fin la coordinación de actividades empresariales deberá garantizar el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- 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.
- La aplicación correcta de los métodos de trabajo por las empresas concurrentes en el centro de trabajo.
- 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.
- El control de las interacciones, cuando se desarrollen en el centro de trabajo actividades incompatibles entre sí, por su incidencia en la seguridad y la salud de los trabajadores.
- 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.

- A los efectos de lo establecido en el RD 171/2004, de 30 de enero, se entiende por:
- Empresario titular del centro de trabajo: la persona que tiene la capacidad de poner a disposición y gestionar el centro de trabajo.
- Empresario principal: el empresario que contrata o subcontrata con otros la realización de obras o servicios correspondientes a la propia actividad de aquél y que se desarrollan en su propio centro de trabajo.

#### 14.3.1 ACCIONES A REALIZAR ANTE LA CONCURRENCIA DE TRABAJADORES DE VARIAS EMPRESAS EN UN MISMO CENTRO DE TRABAJO

El “empresario titular” deberá informar a los empresarios de los riesgos que se derivan de esta concurrencia, así como dar instrucciones de las medidas preventivas, realizándose por escrito si los riesgos se califican de graves o muy graves.

Esta información se entenderá cumplida por el promotor mediante el presente Estudio de seguridad y salud.

Las instrucciones de las medidas preventivas por parte del empresario titular se entenderán cumplidas a través de su delegación en el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Es importante destacar, que, aunque el Coordinador en ejecución debe llevar a cabo la coordinación, al hacerlo delegado por el promotor, es este el responsable de su omisión si la hubiere.

Como consecuencia de lo anterior las empresas contratistas, subcontratistas y los trabajadores autónomos deben de ejecutar y cumplir dicha coordinación establecida por el coordinador.

Las empresas concurrentes deberán informarse recíprocamente, sobre los riesgos específicos de las actividades que puedan afectar a los trabajadores, en particular sobre aquellos que puedan agravarse por la concurrencia de actividades, cooperando entre ellas de acuerdo a lo programado.

Cada empresa deberá a su vez informar a sus trabajadores de los riesgos, y medidas preventivas, derivados de esta concurrencia de actividades.

El Coordinador debe ser el trasmisor de toda la información entre las empresas y los trabajadores autónomos concurrentes, cumpliendo con las siguientes especificaciones generales:

- La información deberá proporcionarse: antes del inicio de las actividades, o bien cuando en el desarrollo de las actividades se produzca un cambio; o una situación de emergencia.
- Esta información se realizará por escrito cuando alguna de las empresas produzca riesgos calificados de graves o muy graves.
- Si como consecuencia de los riesgos de las actividades concurrentes, se produce un accidente de trabajo, el empresario deberá informar de aquél a los demás empresarios presentes en el centro de trabajo.

- Los empresarios que desarrollen actividades en un centro de trabajo del que otro empresario sea titular, tendrán en cuenta la información recibida de éste en la evaluación de los riesgos y en la planificación de su actividad.
- Estas instrucciones dadas por el empresario titular del centro de trabajo deberán ser cumplidas por los demás empresarios concurrentes, quienes deberán comunicar a sus trabajadores respectivos la información y las instrucciones recibidas del empresario titular.

En el sector de la construcción la calificación de empresario principal se le asigna al contratista, pudiéndose dar en una misma obra tantos empresarios principales como contratistas existan en ella.

El “empresario principal”, a su vez, antes del inicio de la actividad en su centro de trabajo exigirá, a las empresas contratistas y subcontratistas, que le acrediten por escrito que han realizado, para las obras y servicios contratados, la evaluación de riesgos y la planificación de su actividad preventiva.

Asimismo, exigirá, a tales empresas, que le acrediten por escrito que han cumplido sus obligaciones en materia de información y formación respecto de los trabajadores que vayan a prestar sus servicios en el centro de trabajo.

Estas acreditaciones a su vez deberán ser exigidas por la empresa contratista, para su entrega al empresario principal, cuando subcontratara con otras empresas la realización de parte de la obra o servicio.

El empresario principal tiene también el deber de vigilancia respecto a las contratas y subcontratas que participen en el mismo centro de trabajo.

Las medidas adoptadas serán de aplicación a todas las empresas y trabajadores autónomos que desarrollen actividades en el centro de trabajo, existan o no relaciones jurídicas entre el empresario titular y ellos.

Un apartado específico es el recogido en el artículo 24.4 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, que se produce cuando una empresa realiza trabajos en una obra con maquinaria o equipos que pertenecen a la empresa que los contrata. El contratista deberá proporcionar a los contratados la información necesaria para la que la utilización de dicha maquinaria o equipos se produzca sin riesgos.

Obligación que debe ser tenida en cuenta por el promotor que de ser el que suministre los medios es el principal obligado.

#### **14.3.2 MEDIOS DE COORDINACIÓN**

Se consideran medios adecuados de coordinación al simple intercambio de información y de comunicación entre las empresas, con celebración de reuniones periódicas de los empresarios o de los comités de seguridad, o de los recursos preventivos, o la designación de una o más personas encargadas de la coordinación de las actividades preventivas.

La iniciativa para el establecimiento de los medios necesarios de coordinación corresponderá al empresario titular del centro de trabajo, cuyos trabajadores desarrollen actividades en éste o, en su defecto, al empresario principal.



Específicamente se designarán a una o varias personas en el caso que concurren al menos dos de los siguientes supuestos:

- Cuando en el centro de trabajo se realicen actividades consideradas como peligrosas o con riesgos especiales, que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores de las demás empresas presentes.
- Cuando exista dificultad para controlar las interacciones de las diferentes actividades, que puedan generar riesgos calificados como graves o muy graves.
- Cuando exista dificultad para que se desarrollen actividades incompatibles entre sí desde el punto de vista de la seguridad.
- Cuando exista una especial complejidad para la coordinación de las actividades preventivas como consecuencia del número de empresas y trabajadores concurrentes, o del tipo de actividades desarrolladas, o de las características del centro de trabajo.

La persona o las personas encargadas de la coordinación de las actividades preventivas serán designadas por el empresario titular del centro de trabajo cuyos trabajadores desarrollen actividades en él.

En el supuesto que exista la obligación de asignar personas para la coordinación de las actividades preventivas, podrán ser encargadas las siguientes personas:

- Los trabajadores designados para el desarrollo de las actividades preventivas por el empresario titular del centro de trabajo o por los demás empresarios concurrentes.
- Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa titular del centro de trabajo o de las demás empresas concurrentes.
- Uno o varios miembros del servicio de prevención ajeno concertado por la empresa titular del centro de trabajo o por las demás empresas concurrentes.
- Uno o varios trabajadores de la empresa titular del centro de trabajo o de las demás empresas concurrentes que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la calificación y la experiencia necesarios en las actividades.
- Cualquier otro trabajador de la empresa titular del centro de trabajo que, por su posición en la estructura jerárquica de la empresa y por las funciones técnicas que desempeñen en relación con el proceso o los procesos de producción desarrollados en el centro, esté capacitado para la coordinación de las actividades empresariales.
- Una o varias personas de empresas dedicadas a la coordinación de actividades preventivas, que reúnan las competencias, los conocimientos y la calificación necesarios en las actividades.

En cualquier caso, la persona o personas encargadas de la coordinación de actividades preventivas deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos de los empresarios concurrentes.

Cuando los recursos preventivos de la empresa a la que pertenezcan deban estar presentes en el centro de trabajo, podrán ser igualmente encargadas de la coordinación de actividades preventivas, si con ello no menoscaban su actividad principal.

### **14.3.3 FUNCIONES DE LA PERSONA O PERSONAS ENCARGADAS DE LA COORDINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PREVENTIVAS**

La persona o las personas encargadas de la coordinación de las actividades preventivas tendrán las siguientes funciones:

- Favorecer el cumplimiento de los objetivos previstos.
- Servir de cauce para el intercambio de las informaciones que deben comunicarse las empresas.
- Cualesquiera otras encomendadas por el empresario titular del centro de trabajo.
- Para el ejercicio adecuado de sus funciones, la persona o las personas encargadas de la coordinación estarán facultadas para:
- Conocer las informaciones que deben intercambiarse las empresas concurrentes en el centro de trabajo, así como cualquier otra documentación de carácter preventivo que sea necesaria para el desempeño de sus funciones.
- Acceder a cualquier zona del centro de trabajo.
- Impartir a las empresas concurrentes las instrucciones que sean necesarias para el cumplimiento de sus funciones.
- Proponer a las empresas concurrentes la adopción de medidas para la prevención de los riesgos existentes en el centro de trabajo que puedan afectar a los trabajadores presentes.

La persona o las personas encargadas de la coordinación deberán estar presentes en el centro de trabajo durante el tiempo que sea necesario para el cumplimiento de sus funciones.

La persona o personas encargadas de la coordinación de actividades preventivas deberán contar con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel intermedio.

## **14.4 RECURSOS PREVENTIVOS**

### **14.4.1 PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS**

En el desarrollo del capítulo IV de la Ley de Prevención y el Capítulo III del Reglamento de los Servicios de Prevención, se describen las diferentes posibilidades de organizar la Prevención en la empresa.

La Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de Prevención de Riesgos Laborales, añade un nuevo artículo 32 bis a la Ley de Prevención, complementando en lo que se refiere a las obras de construcción, la organización de la Prevención y desarrollándolo en particular en su Disposición Adicional Decimocuarta.

En términos generales, esta disposición legal establece el término necesario en vez de obligatorio, así que normalmente deberán estar fijados previamente salvo su requerimiento por la Inspección de Trabajo.

### **14.4.2 NECESIDAD DE LA PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS**

Inicialmente los medios de coordinación de los contratistas pueden identificarse como presencia de recursos preventivos en la obra.

La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos adicionales, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será necesaria en los tres supuestos siguientes:

- 1) Cuando durante la obra se desarrollen trabajos con riesgos especiales, como los señalados en el Anexo II del RD 1627/1997, que inclusive se pueden ver agravados por el desarrollo de la actividad o la concurrencia y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

En el citado Anexo se señalan sintéticamente los siguientes:

- Trabajos con riesgos de sepultamiento, hundimiento.
  - Trabajos con exposición a agentes químicos o biológicos de especial gravedad.
  - Trabajos con exposición a radiaciones que deban estar delimitados.
  - Trabajos en la proximidad de líneas de Alta tensión.
  - Trabajos con riesgo de ahogamiento por inmersión.
  - Obras de excavación de túneles, pozos y otros.
  - Trabajos realizados en inmersión con equipos subacuáticos.
  - Trabajos realizados en cajones de aire comprimido.
  - Trabajos con uso de explosivos.
  - Trabajos de montaje o desmontaje de elementos prefabricados pesados.
- 2) Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales. Ante la falta de desarrollo normativo se podría tomar como referente el Anexo I del RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se desarrolla el Reglamento de los Servicios de Prevención.

En el citado Anexo se citan los siguientes:

- Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes en zonas controladas.
  - Trabajos con exposición a agentes tóxicos o muy tóxicos, cancerígenos, mutagénicos, etc.
  - Actividades en que intervienen productos químicos de alto riesgo y son objeto de aplicación del RD. 886/1988, de 15 de julio y sus modificaciones, sobre prevención de accidentes mayores.
  - Trabajos relacionados con la exposición a agentes biológicos.
  - Trabajos con exposición a explosivos.
  - Trabajos de minería a cielo abierto y de interior.
  - Actividades de inmersión bajo el agua.
  - Actividades en obras de construcción, excavación, movimientos de tierras, etc.
  - Actividades en la industria siderúrgica.
  - Producción de gases comprimidos o licuados.
  - Trabajos con concentraciones elevadas de polvo silíceo.
  - Trabajos con riesgos eléctricos de Alta Tensión.
- 3) Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, tomando como referencia el CT 83/2010 y del que enumeramos las actividades:
    - Trabajos relacionados con ascensores y montacargas, aparatos de elevación distintos de los ascensores y montacargas.
    - Trabajos en espacios confinados en construcción y mantenimiento de edificios.

- Trabajos con riesgo de caída de altura, montaje, desmontaje y transformación de andamios.
- Trabajos subterráneos en pozos o galerías.
- Trabajos en interior de túneles.
- Trabajos de demolición.
- Trabajos en emplazamiento con riesgo de incendio o explosión.
- Trabajos con aparatos y maquinaria de obra, carretillas automotoras de manutención con conductor a bordo.
- Circulación de ferrocarriles con trabajos simultáneos de mantenimiento o reparación en las vías o sus proximidades.
- Trabajos con electricidad.
- Trabajos de construcción naval.
- Trabajos en instalaciones frigoríficas.
- Trabajos en caliente.
- Trabajos ante la presencia de radiaciones ionizantes.
- Trabajos en medios hiperbáricos, como actividades de inmersión bajo el agua y buceo profesional, trabajos realizados en cajones con aire comprimido, trabajos en atmósferas explosivas.
- Trabajos en presencia de productos peligrosos como agentes químicos, agentes biológicos, agentes cancerígenos, agentes mutagénicos o tóxicos para la reproducción, trabajos con amianto.
- Actividades peligrosas por trabajos aislados en altura o en montaña.

#### **14.4.3 PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN**

Según se especifica en el Artículo 2º, del RD. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el Plan de Seguridad y Salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos. Es decir, en ellos se debe delimitar cuales son los trabajos en los que será necesaria la presencia de tales recursos.

Si en el desarrollo de sus funciones tanto el Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución como la Dirección Facultativa pueden solicitar a los contratistas la necesidad de establecer recursos preventivos, tanto en la fase previa de confección del Plan de Seguridad como durante la ejecución de la obra. Un caso manifiesto de esta situación se da de acuerdo a lo desarrollado en el apartado anterior relativo a la Coordinación de actividades empresariales, ante la simultaneidad de trabajos incompatibles.

En último lugar los propios Contratistas si así lo consideran oportuno establecerán la necesidad de tener que tomar medidas con respecto a sus subcontratistas.

Si como resultado de esta labor de vigilancia se observase el incumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, y si fuera preciso realizar las modificaciones necesarias del plan de seguridad y salud, adoptando medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, informando de los hechos al empresario.

#### **14.4.4 CONSIDERACIÓN DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS**

Las tareas de vigilancia de las actividades preventivas pueden ser llevadas adelante por uno o varios trabajadores designados de la empresa, o miembros del servicio de prevención propio de la empresa.

Si la modalidad preventiva es mediante un Servicio de Prevención ajeno, la podrán realizar igualmente uno o varios miembros del mismo.

Considerando que cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos, éstos deberán necesariamente colaborar entre sí.

Los recursos preventivos deberán tener, en cualquier caso, la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que se determine su presencia.

No obstante, lo comentado anteriormente, se podrá designar a uno o varios trabajadores de la empresa, aunque no formen parte del servicio de prevención propio, ni ser trabajadores designados, pero que reúnan los conocimientos y la experiencia necesaria en las actividades preventivas, siendo imprescindible que cuenten con la formación de nivel básico en prevención.

En este supuesto tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del empresario.

#### **15. REGULACIÓN DE LA SUBCONTRATACIÓN**

A partir del 18 de abril entra en vigor la Ley 32/2006, de 19 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

De acuerdo a los estudios realizados sobre las diferentes causas de siniestralidad en el sector de la construcción, se vio que uno de los factores que pueden afectar es la utilización de la subcontratación como una forma de organización productiva.

Si bien la subcontratación permite en muchos casos un mayor grado de especialización, de cualificación de los trabajadores, haciendo posible la utilización de medios técnicos y una mayor eficiencia empresarial.

También el exceso en las cadenas de subcontratación, especialmente en este sector, ocasiona la participación de empresas sin una mínima estructura organizativa, que permita garantizar que se hallen en condiciones de hacer frente a sus obligaciones de protección de la salud y la seguridad de los trabajadores.

La participación en el encadenamiento sucesivo, e injustificado, de subcontrataciones afecta al elemento último que es el que precisamente ha de responder de las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores que realizan las obras, pudiéndose producir prácticas incompatibles con la seguridad y salud en el trabajo.

Esta Ley aborda una regulación de la subcontratación exclusivamente en el sector de la construcción, y establece una serie de garantías dirigidas a evitar que la falta de control en esta forma de organización productiva ocasione riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

Se aplicará para la ejecución de los siguientes trabajos en régimen de subcontratación:

- Excavación
- Movimiento de tierras
- Construcción
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados
- Acondicionamientos o instalaciones
- Transformación
- Rehabilitación
- Reparación.
- Desmantelamiento
- Derribo
- Mantenimiento
- Conservación
- Trabajos de pintura y limpieza, saneamiento

Requisitos necesarios para que una empresa pueda subcontratar a otras empresas

- Tener una organización productiva propia y contar con los medios necesarios para el desarrollo de la actividad contratada.
- Asumir los riesgos, obligaciones y responsabilidades propias del desarrollo de la actividad empresarial.
- Ejercer directamente las facultades de organización y dirección sobre el trabajo desarrollado por sus trabajadores en la obra.

Requisitos necesarios para que una empresa pueda ser contratada o subcontratada

- Además de los anteriores deberán también:
- Acreditar que disponen de recursos humanos, en su nivel directivo y productivo, que cuentan con la formación necesaria en prevención de riesgos laborales, así como de una organización preventiva adecuada.
- Estar inscritas en el Registro de Empresas Acreditadas.

### **15.1 ACREDITACIONES**

Las empresas contratistas o subcontratistas, acreditarán el cumplimiento de estos requisitos, mediante una declaración de su representante legal y presentada en el Registro de Empresas Acreditadas.

Las empresas contratadas o subcontratadas habitualmente, para la realización de trabajos en obras del sector de la construcción, deberán contar con un número de trabajadores contratados con carácter indefinido que supere las siguientes cantidades:

- 10% (hasta octubre 2008)
- 20% (hasta abril del 2010)
- 30% (a partir de abril del 2010)

Régimen de la subcontratación en el sector de la construcción

El promotor podrá contratar directamente con cuantos contratistas estime oportuno ya sean personas físicas o jurídicas.



El contratista podrá contratar con las empresas subcontratistas o trabajadores autónomos la ejecución de los trabajos que hubiera contratado con el promotor.

- El primer y segundo subcontratistas podrán subcontratar la ejecución de los trabajos que, respectivamente, tengan contratados, salvo en los supuestos previstos a continuación:
- El tercer subcontratista no podrá subcontratar los trabajos que hubiera contratado con otro subcontratista o trabajador autónomo.
- El trabajador autónomo no podrá subcontratar los trabajos a él encomendados ni a otras empresas subcontratistas ni a otros trabajadores autónomos.
- Asimismo, tampoco podrán subcontratar los subcontratistas, cuya organización productiva puesta en uso en la obra consista fundamentalmente en la aportación de mano de obra, entendiéndose por tal la que para la realización de la actividad contratada no utiliza más equipos de trabajo propios que las herramientas manuales, incluidas las motorizadas portátiles, aunque cuenten con el apoyo de otros equipos de trabajo distintos de los señalados, siempre que éstos pertenezcan a otras empresas, contratistas o subcontratistas, de la obra.
- No obstante lo dispuesto en el apartado anterior, cuando en casos fortuitos debidamente justificados, por exigencias de especialización de los trabajos, complicaciones técnicas de la producción o circunstancias de fuerza mayor por las que puedan atravesar los agentes que intervienen en la obra, fuera necesario, a juicio de la dirección facultativa, la contratación de alguna parte de la obra con terceros, excepcionalmente se podrá extender la subcontratación establecida en el apartado anterior en un nivel adicional, siempre que se haga constar por la dirección facultativa su aprobación previa y la causa o causas motivadoras de la misma en el Libro de Subcontratación.

La empresa contratista deberá poner en conocimiento del coordinador de seguridad y salud y de los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas incluidas en el ámbito de ejecución de su contrato que figuren relacionados en el Libro de Subcontratación la subcontratación excepcional prevista en el apartado anterior.

Asimismo, deberá poner en conocimiento de la autoridad laboral competente la indicada subcontratación excepcional mediante la remisión, en el plazo de los cinco días hábiles siguientes a su aprobación, de un informe en el que se indiquen las circunstancias de su necesidad y de una copia de la anotación efectuada en el Libro de Subcontratación.

## **15.2 REGISTRO DE EMPRESAS ACREDITADAS**

El Registro de Empresas Acreditadas depende de la autoridad laboral competente, entendiéndose por tal la correspondiente al territorio de la comunidad autónoma donde radique el domicilio social de la empresa contratista o subcontratista.

Reglamentariamente se establecen el contenido, la forma y los efectos de la inscripción en dicho registro.

Las empresas contratistas y subcontratistas que intervengan en las obras de construcción deberán vigilar el cumplimiento por las subcontratas y autónomos con que contraten;

Las empresas subcontratistas deberán comunicar o trasladar al contratista, toda información o documentación que afecte al contenido de este capítulo.

El proceso de acreditación es el siguiente:

- Todas las empresas, previamente al inicio de la contratación y subcontratación, deberán estar inscritas en el Registro de Empresas Acreditadas que depende de la autoridad laboral competente.
- De no estarlo, la solicitud de inscripción se dirigirá al Registro de Empresas Autorizadas dependiente de la autoridad laboral. Si la solicitud fuera admitida se le asignará al inscribirle una clave individualizada, y válida para todo el territorio nacional.
- La inscripción tendrá un período de validez de tres años, y será renovable por períodos iguales, válido para todo el territorio nacional, siendo sus datos de acceso público.
- La inscripción no exime de la obligación de justificar en cualquier momento de que se está en posesión de las condiciones por las que se concedió la misma.
- Cualquier cambio en el registro se deberá notificar a la autoridad laboral, dentro del mes siguiente al que se realizó el cambio.
- Para la cancelación en dicho registro, por la empresa inscrita, se utilizará el impreso habilitado al efecto. Esta cancelación la podrá realizar de oficio la Inspección de Trabajo, si por alguna causa la empresa dejara de cumplir los requisitos.

### **15.3 DOCUMENTACIÓN DE LA SUBCONTRATACIÓN**

En toda obra de construcción cada empresa contratista deberá disponer de un Libro de Subcontratación, en el que se deberán reflejar, por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos los siguientes datos:

- Todas y cada una de las subcontrataciones realizadas
- La identificación de la persona que ejerce las facultades de organización y dirección de cada subcontratista
- Los representantes legales de los trabajadores
- Las respectivas fechas de entrega del plan de seguridad y salud
- Las instrucciones elaboradas por el coordinador de seguridad y salud
- Las anotaciones efectuadas por la dirección facultativa sobre su aprobación de cada subcontratación excepcional

Al Libro de Subcontratación tendrán acceso el promotor, la dirección facultativa, el coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos que intervienen en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

Asimismo, cada empresa deberá disponer de la documentación o título que acredite la posesión de la maquinaria que utiliza.

### **15.4 LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN**

- Cada empresa contratista, con carácter previo a la subcontratación de una empresa o de un autónomo, deberá obtener el Libro de la Subcontratación.
- Este libro estará habilitado por la autoridad laboral competente, verificando que cumple los requisitos legalmente establecidos.

- En dicho libro deberán constar, al día, todas y cada una de las empresas subcontratas y trabajadores autónomos ordenadas en orden cronológico.
- Este libro deberá permanecer en la obra y conservarse durante los 5 años posteriores a la terminación de la obra.
- El Coordinador de Seguridad y Salud recibirá notificación de cada subcontrata que se anote en dicho Libro, quien a su vez la transmitirá al resto de las empresas.
- Cuando la anotación suponga una ampliación excepcional, el contratista deberá comunicarlo a la autoridad laboral, durante los 5 días hábiles posteriores y en el que se justifique las circunstancias de su necesidad.
- En el libro de subcontratación se anotará la persona responsable de la coordinación de seguridad y salud en la fase de ejecución de la obra, así como cualquier cambio de coordinador de seguridad y salud que se produjera durante la ejecución de la obra.

#### **16. DETECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS HIGIÉNICOS Y MEDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS MISMOS**

La empresa contratista está obligada a recoger en su plan de seguridad y salud en el trabajo, y realizar a continuación, las mediciones técnicas de los riesgos higiénicos, bien directamente con un Servicio de Prevención acreditado propio o externo, o mediante la colaboración o contratación con unos laboratorios, Mutuas Patronales de Accidentes de Trabajo de la Seguridad Social o por otras empresas especializadas, con el fin de detectar y evaluar los riesgos higiénicos previstos o que pudieran detectarse, a lo largo de la ejecución de los trabajos; se definen como tales los siguientes:

- Concentración de oxígeno.
- Presencia de gases tóxicos o explosivos.
- Presencia de gases tóxicos en los trabajos de pocería.
- Presencia de amianto.
- Presión acústica de los trabajos y de su entorno.
- Identificación y evaluación de la presencia de disolventes orgánicos, (pinturas).
- Productos de limpieza de fachadas.
- Productos fluidos de aislamiento.
- Proyección de fibras.

Estas mediciones y evaluaciones necesarias para la definir las condiciones de higiene de la obra, se realizarán mediante el uso de los aparatos técnicos especializados, manejados por personal cualificado. Los informes de estado y evaluación, serán entregados al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para su estudio y propuesta de decisiones.

#### **17. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES**

##### **FORMACIÓN**

Todo el personal recibirá una formación en relación a los métodos de trabajo y riesgos que estos pueden producir, conjuntamente con las medidas de seguridad que sean aplicadas.

Esta formación abarcará los siguientes aspectos:

- Formación sobre las precauciones a tomar específicas 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 o 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 Técnicos de prevención de riesgos laborales, 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 mismos.

Los criterios formativos en materia de Seguridad y Salud en el trabajo por los que se regirán los cursos son:

- 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.
- Entrega de material documental y gráfico, donde se incluirán las normas de obligado cumplimiento que le sean de aplicación a su trabajo.

### 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.

### **18. VIGILANCIA DE LA SALUD. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS**

Todo el personal antes de su incorporación a obra deberá de tener el correspondiente "certificado médico de aptitud", 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 (por ejemplo, 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.

## **19. CENTROS ASISTENCIALES**

Se colocará en lugar bien visible de la obra, una relación de los centros asistenciales más próximos (Servicios médicos propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) con el nombre, dirección y teléfono, donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento, así como el teléfono de taxis y ambulancias para un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

## **20. ACCIDENTES LABORALES**

### **20.1 ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL**

La empresa contratista queda obligada a recoger dentro de su plan de seguridad y salud en el trabajo los siguientes principios de socorro:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caída desde altura o a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves, 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.
- 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.
- La empresa contratista comunicará, a través del plan de seguridad y salud en el trabajo en el trabajo que componga, la infraestructura sanitaria propia, mancomunada o contratada con la que cuenta, para garantizar la atención correcta a los accidentados y su más cómoda y segura evacuación de esta obra.
- La empresa contratista comunicará, a través del plan de seguridad y salud en el trabajo en el trabajo que componga, el nombre y dirección del centro asistencial más



próximo, previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados, según sea su organización.

- La empresa contratista instalará carteles visibles, en los que suministre a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, etc.

Esta obligatoriedad se considera una condición fundamental para lograr la eficacia de la asistencia sanitaria en caso de accidente laboral.

La empresa contratista queda obligada a incluir en su plan de seguridad y salud, un itinerario recomendado para evacuar a los posibles accidentados, con el fin de evitar errores en situaciones límite que pudieran agravar las posibles lesiones de los mismos.

## **20.2 COMUNICACIONES EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL**

En caso de que se produzca un accidente en el emplazamiento de los trabajos, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen a continuación:

- **ACCIDENTES DE TIPO LEVE**
- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, al coordinador de Prevención de Iniciativas Eólicas de Cantabria y la Dirección Facultativa, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.
- **ACCIDENTES DE TIPO GRAVE**
- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, al coordinador de Prevención de Iniciativas Eólicas de Cantabria y la Dirección Facultativa, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.
- **ACCIDENTES MORTALES**
- Al juzgado de guardia: para que pueda procederse al levantamiento del cadáver y a las investigaciones judiciales.
- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, al coordinador de Prevención de Iniciativas Eólicas de Cantabria y la Dirección Facultativa, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.
- Como complemento de esta parte se emitirá un informe que contenga:
- Posibles actuaciones que hubieran evitado el accidente.
- Órdenes inmediatas para ejecutar.

## **20.3 PRIMEROS AUXILIOS**

- Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación.
- La empresa contratista dispondrá de un Servicio Médico, incorporado a su Servicio de Prevención o en su defecto concertado con una Mutua de Accidentes, que



efectuará los reconocimientos médicos obligatorios y todas las demás funciones de su competencia.

- Deberán adoptarse medidas para “garantizar la evacuación”, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.
- Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.
- Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas.
- Es conveniente en cualquier caso disponer en el centro de trabajo de una camilla para la evacuación de los accidentados.
- Los locales de primeros auxilios deberán estar señalizados conforme al R.D. 485/1997 sobre “señalización de seguridad y salud en el trabajo”.
- En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalado y de fácil acceso.
- Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

#### 20.4 BOTIQUÍN

Se dispondrá en obra de los botiquines necesarios para primeros auxilios, con su equipamiento correspondiente, debiendo disponer de un operario con formación acreditada para en caso necesario, poder aplicar los primeros auxilios.

Será obligatoria la existencia de un botiquín de tajo en aquellas zonas de trabajo que están alejadas del botiquín central, para poder atender pequeñas curas, dotado con el imprescindible material actualizado.

El maletín botiquín de primeros auxilios, deberá contener, al menos, todos los artículos que se especifican a continuación:

- Agua oxigenada y alcohol
- Desinfectantes y antisépticos tipo “betadine” pool dona yodada o similar.
- Gasa estéril, vendas (elásticas y rígidas) y esparadrapo
- Tijeras
- Pinzas
- Guantes desechables
- Algodón hidrófilo estéril
- Esparadrapo antialérgico
- Bolsa para agua o hielo
- Guantes esterilizados
- Termómetro clínico
- Apósitos autoadhesivos
- Suero o agua salina para lavado de heridas y traumatismos oculares

Los botiquines se revisarán periódicamente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

## **21. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR**

Constarán al menos de las siguientes dependencias:

- Aseo
- Vestuario
- Comedor

También se constituirá un local independiente de análogas características que el anterior y distribuido de forma que disponga de:

- Local para oficina de obra
- Local para almacén

### **21.1 DOTACIÓN DE ASEOS**

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**

Los vestuarios estarán lo suficientemente dimensionados para cubrir las necesidades previstas y estarán equipados como mínimo con:

- 2 metros cuadrados por cada trabajador
- 1 taquilla metálica con cerradura por cada trabajador
- Bancos de madera corridos
- Espejos

### **21.3 DOTACIÓN DEL COMEDOR**

La superficie mínima será la necesaria para contener las mesas, sillas o bancos, la piletta fregadero y el calienta-comidas.

Para calcular su superficie, se considerará como mínimo 1,20 metros cuadrados por trabajador para el caso en el que esté trabajando simultáneamente el máximo número de trabajadores en la fase punta de la obra.

La dotación del comedor será:

- Mesas de comedor de obra
- Calienta-comidas
- Piletas con 1 grifo cada una dotados de agua potable
- Bancos con asientos
- Convectores eléctricos murales
- Depósitos dotados de cierre, para el vertido de desperdicios

En el comedor quedará instalado un botiquín de urgencia.

## NORMAS GENERALES DE CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas, serán continuos, lisos e impermeables; enlucidos en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria; todos sus elementos, tales como grifos, desagües y alcachofas de duchas, estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y los armarios y bancos aptos para su utilización.

En la oficina de obra, en cuadro situado al exterior se colocará de forma bien visible, la dirección del centro asistencial de urgencia y los teléfonos del mismo.

Todas las estancias, estarán dotadas de luz y climatización.

## 22. NORMAS DE AUTORIZACIÓN DEL USO DE MAQUINARIA Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA

Está demostrado por la experiencia, que muchos de los accidentes de las obras ocurren entre otras causas, por el voluntarismo mal entendido, la falta de experiencia o de formación ocupacional y la impericia. Para evitar en lo posible estas situaciones, se implanta la obligación real de estar autorizado a utilizar una máquina o una determinada máquina herramienta.

El Contratista queda obligado a componer según su estilo el siguiente documento, recogerlo en su plan de seguridad y salud y ponerlo en práctica:

- Documento de autorización de utilización de las máquinas y de las máquinas herramienta.
- Fecha.
- Nombre del interesado que queda autorizado.
- Lista de máquinas que puede usar.
- Firmas: El interesado. El jefe de obra y/o el encargado.
- Sello del contratista.

## 23. OBLIGACIONES DE LAS EMPRESAS CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Las empresas contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

### 23.1 OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DE LA EMPRESA CONTRATISTA

- 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 y salud en el trabajo cumpliendo con el articulado del Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre, que respetará el nivel de prevención definido en todos los documentos de este estudio de seguridad y salud para la obra, requisito sin el cual no podrá ser aprobado.
- Presentar el plan de seguridad a la aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución antes del comienzo de la obra. Realizar diligentemente cuantos ajustes fueran necesarios para que la aprobación pueda ser otorgada; y no comenzar la obra hasta que este trámite se haya concluido.
- Notificar al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, con suficiente antelación, la fecha en la que piensa comenzar los trabajos, con el fin de que pueda programar sus actividades.
- Trasmitir la prevención contenida en el plan de seguridad y salud en el trabajo aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y trabajadores autónomos de la obra y hacerles cumplir con las condiciones y prevención en él expresadas.
- Instalar a tiempo todas las protecciones colectivas definidas en el pliego de condiciones particulares definidas en el estudio de seguridad y salud y en el plan seguridad y salud aprobado; mantenerlas en buen estado, cambiarlas de posición y retirarlas, con el conocimiento de que se ha diseñado para proteger a todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación a una empresa contratista, subcontratista o autónoma.
- Instalar a tiempo las "instalaciones provisionales para los trabajadores". Mantenerlas en buen estado de confort y limpieza; realizar los cambios de posición necesarios, las reposiciones del material fungible y la retirada definitiva, conociendo de que se definen y calculan estas instalaciones, para ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación a una empresa contratista, subcontratista o autónoma.
- Informar de inmediato de los accidentes: leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Disponer acopiados en obra, antes de ser necesaria su utilización, todos los artículos de prevención contenidos y definidos en este estudio de seguridad y salud, en las condiciones que expresamente se especifican dentro de este pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y salud.
- Colaborar con el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, en la solución técnica preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.
- Incluir en el plan de seguridad y salud, las medidas preventivas implantadas en su empresa y que son propias de su sistema de construcción. Éstas, unidas a las que se suministran para el montaje de la protección colectiva y equipos, dentro de este pliego de condiciones y particulares, formarán un conjunto de normas específicas de obligado cumplimiento en la obra. En el caso de no tener redactadas las citadas medidas preventivas a las que se hace mención, lo comunicará por escrito al

Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, con el fin de que pueda orientarle en el método a seguir para su composición.

- Exigir a los subcontratistas y lograr su cumplimiento, para que compongan el análisis inicial de los riesgos tal como exige la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Los medios humanos de que se dispongan en la obra por el contratista, subcontratistas, así como los trabajadores autónomos que intervengan en la ejecución de la obra habrán de poseer las cualificaciones necesarias a los cometidos cuyo desempeño les encomienden o asuman.
- El contratista o el titular del centro de trabajo adoptará las medidas necesarias para que las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos que desarrollen actividades en la obra reciban la información y las instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en dicha obra y con las medidas de protección y prevención correspondientes, así como sobre las medidas de emergencia a aplicar, para su traslado, en su caso, a sus respectivos trabajadores.

### **23.2 OBLIGACIONES LEGALES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS**

Artículo 12 “Obligaciones de los trabajadores autónomos” del RD. 1.627/97:

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del presente Real Decreto.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del presente Real Decreto, durante la ejecución de la obra.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- El Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales dice:
- Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por las de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos u omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.
- Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:
- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de este.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que esta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y prevención o, en su caso, al

servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Cooperar con el empresario para que este pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores o de falta, en su caso, conforme a lo establecido en la correspondiente normativa sobre régimen disciplinario de los funcionarios públicos o del personal estatutario al servicio de las Administraciones públicas. Lo dispuesto en este apartado será igualmente aplicable a los socios de las cooperativas cuya actividad consista en la prestación de su trabajo, con las precisiones que se establezcan en sus Reglamentos de Régimen Interno.

Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular de cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

## **24. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE MATERIALES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO**

Cuando se identifique la existencia de materiales peligrosos, estos deberán ser evitados siempre que sea posible. Los contratistas evaluarán adecuadamente los riesgos y adoptarán las medidas necesarias al realizar las obras. Si se descubriesen materiales peligrosos inesperados, el contratista, subcontratista o trabajadores autónomos, informarán al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que procederá según la legislación vigente específica para cada material peligroso identificado.

## **25. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, la empresa contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio en función de su propio sistema de ejecución de la obra. 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 Estudio.

En el caso de planes de seguridad y salud elaborados en aplicación del estudio de seguridad y salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.



En el caso de obras de las Administraciones públicas, el plan, con el correspondiente informe del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, se elevará para su aprobación a la Administración pública que haya adjudicado la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa.

El plan de seguridad y salud en el trabajo constituye el instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y, en su caso, de evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva a las que se refiere el capítulo II del R.D. 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre previa aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

## **26. PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN**

El Plan de Emergencia y Evacuación tiene como objeto las acciones a desarrollar ante cualquier contingencia, con los medios técnicos y humanos disponibles, organizando y coordinando éstas de la forma más eficaz posible para lograr la menor vulnerabilidad. En el Plan de Emergencia, se parte del riesgo de incendios, y se van añadiendo medidas de adaptación a otros supuestos. Se definen también las funciones de todas las personas que intervienen, para que la detección, alarma e intervención pueda hacerse de forma rápida y coordinada, reduciéndose así los daños personales y económicos que pueda causar el incidente.

Los objetivos básicos son:

- Combatir el siniestro en su fase inicial.
- Organizar la evacuación de personas y bienes.
- Prestar una primera ayuda a las posibles víctimas.
- Comunicar a los servicios externos la causa de la emergencia para su intervención.
- Cooperar con los Organismos Oficiales y Servicios Públicos.
- Restablecer la normalidad una vez controlado el siniestro.
- Coordinar todos los servicios.

Se define como emergencia a cualquier contingencia que no puede ser dominada por una actuación inmediata de quienes la detectan y puede dar lugar a situaciones críticas, o que para su control sean necesarios medios especiales.

Equipos de emergencia: están constituidos por un conjunto de personas formadas, entrenadas y organizadas para atender las necesidades de la emergencia, los contratistas y/o subcontratistas deberán participar en estos equipos con medios humanos y materiales.

Los equipos de emergencia estarán constituidos por:

- El equipo de información: Tiene como función dar información externa con respecto al siniestro, y estar en contacto con los servicios de intervención.
- El equipo de alarma y evacuación: Estará integrado por el responsable de zona o área de trabajo a las órdenes del jefe de Emergencia. Conocerá todas las funciones para la evacuación del personal bajo su control y el punto de reunión. Colaborará con el responsable de la zona en la evacuación del personal.
- El equipo de primeros auxilios: Estará formado por el médico de empresa o A.T.S., teniendo como funciones las que se indican a continuación.
- Equipo de primera intervención se compondrá por:
- Un responsable de zona o área de trabajo; que actuará como coordinador del equipo.
- Un auxiliar por cada zona o área de trabajo.
- Ambos se pondrán bajo las órdenes del jefe de equipo de segunda intervención.
- El equipo de segunda intervención: Es único para toda la empresa y las instalaciones y estará compuesto por:
- Un responsable del equipo, que será a su vez el jefe de emergencia y evacuación y que deberá estar localizado en todo momento.
- Una brigada contra incendios formada por personal experto con formación específica en materia de lucha contra incendios.
- Encargados de las desconexiones
- El equipo del servicio de seguridad, salvamento y rescate: Estará compuesto por los vigilantes de seguridad del edificio que se encuentran ubicados en cada una de las entradas del mismo, los cuales deben estar en todo momento alerta ante cualquier indicación de emergencia que pueda salir en el panel de control existente en sus puestos de trabajo, equipo de megafonía o la alarma de emergencia.

## 27. LIBRO DE INCIDENCIAS

Tal y como se recoge en el Artículo 13 del Real Decreto 1.627/97 de 24 de octubre por el que se establecen “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción”.

En cada centro de trabajo 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.

- 1) El libro de incidencias será facilitado por:
- 2) El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

La Oficina de Supervisión de Proyectos y órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

- 3) El Libro de Incidencias, que 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.

A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia

de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con el control y seguimiento del plan de seguridad y salud.

- 4) Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación del coordinador, la dirección facultativa, deberán ser notificadas solamente al contratista y a los representantes de los trabajadores, y tan solo en el caso en que se repitan estas incidencias deberán remitirse a la Inspección de trabajo en un plazo máximo de 24 horas, especificándose que es una reiteración.

## **28. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el Coordinador durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista, dejará constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, quedando facultado para en circunstancia de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos, o en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos a la Dirección Facultativa y en caso de considerarlo necesario a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados por la paralización y a los representantes de los trabajadores.



**OBLIGATORIO**  
**EL USO**  
**DEL CASCO**

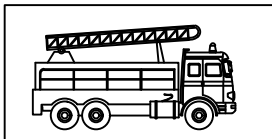
**PROHIBIDO EL**  
**PASO A TODA**  
**PERSONA AJENA**  
**A ESTA OBRA**

**TELEFONOS  
DE  
EMERGENCIA**

DIRECCION DE LA OBRA

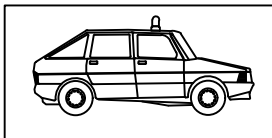
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





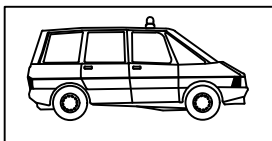
BOMBEROS





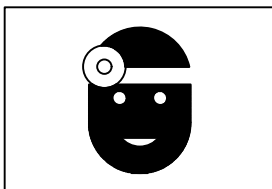
POLICIA  
NACIONAL





GUARDIA  
CIVIL





SERVICIO MEDICO  
Dr. \_\_\_\_\_

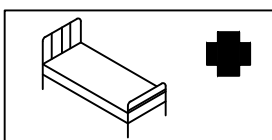



MEDICO ASISTENCIAL  
PARA LA OBRA  
Dr. \_\_\_\_\_



AMBULANCIAS

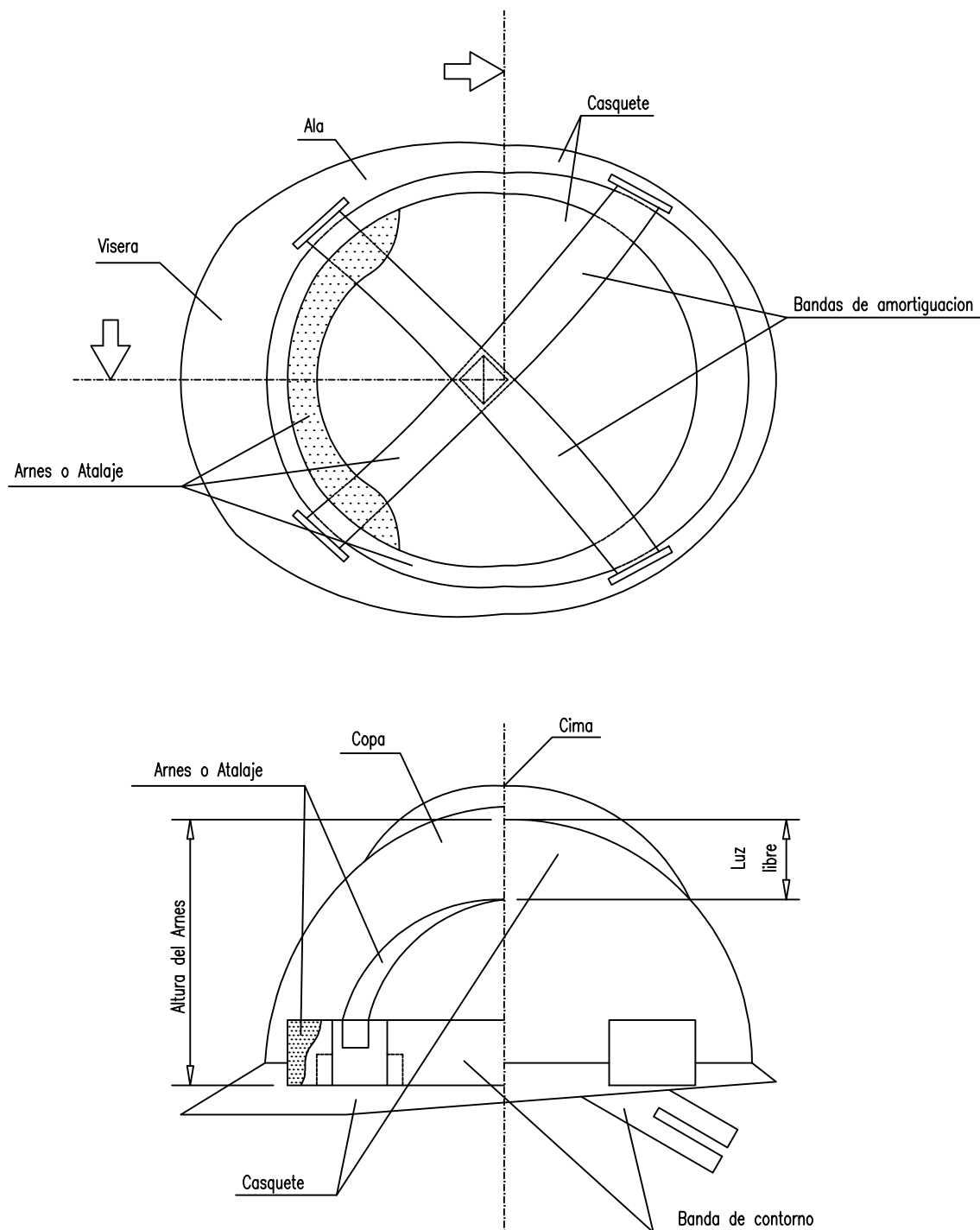



HOSPITALES





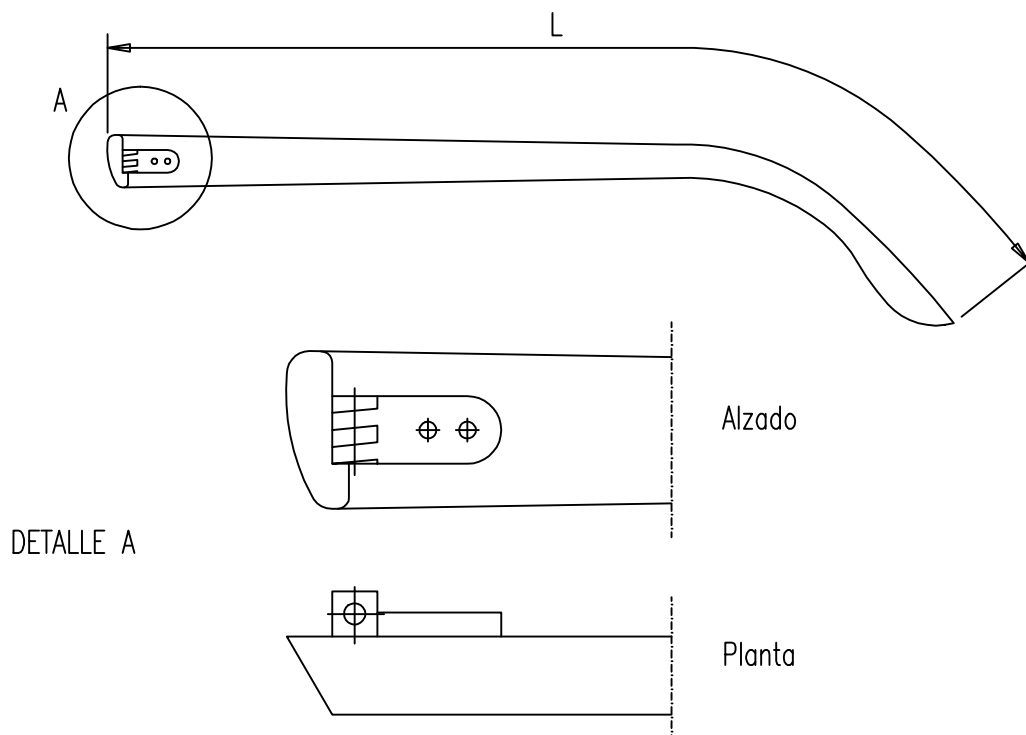
## PROTECCIONES INDIVIDUALES (CASCO DE SEGURIDAD)



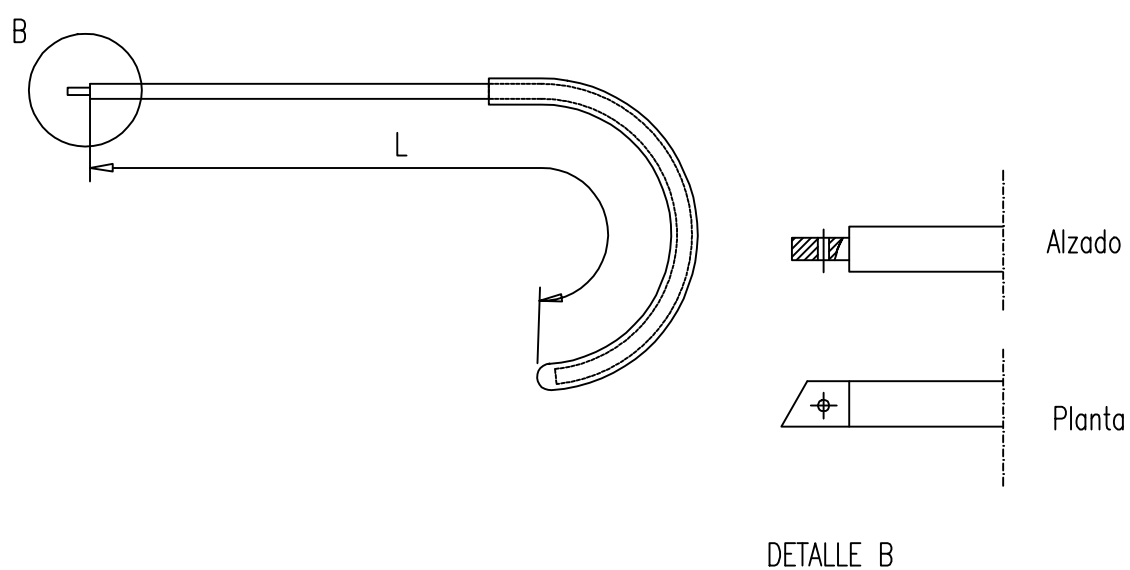
		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO
		PROYECTO DE EJECUCIÓN		

## PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD II)

### PATILLA DE SUJECCION TIPO ESPATULA

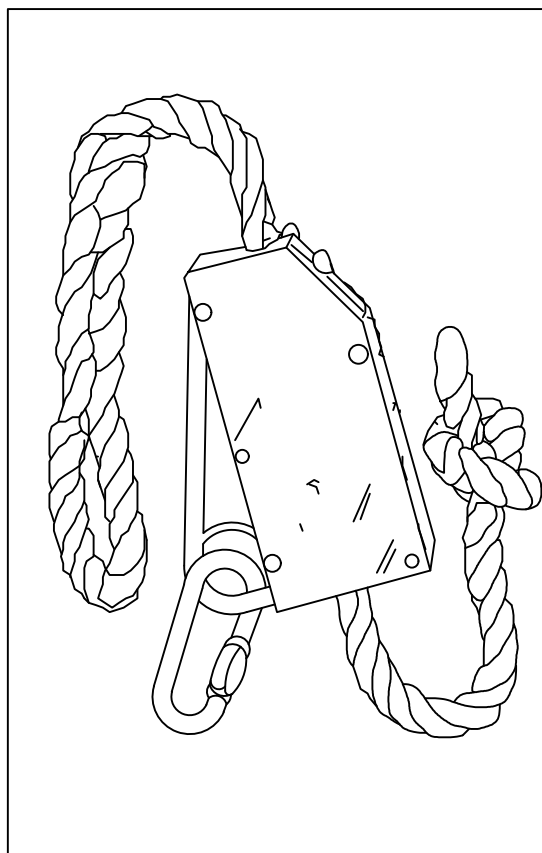
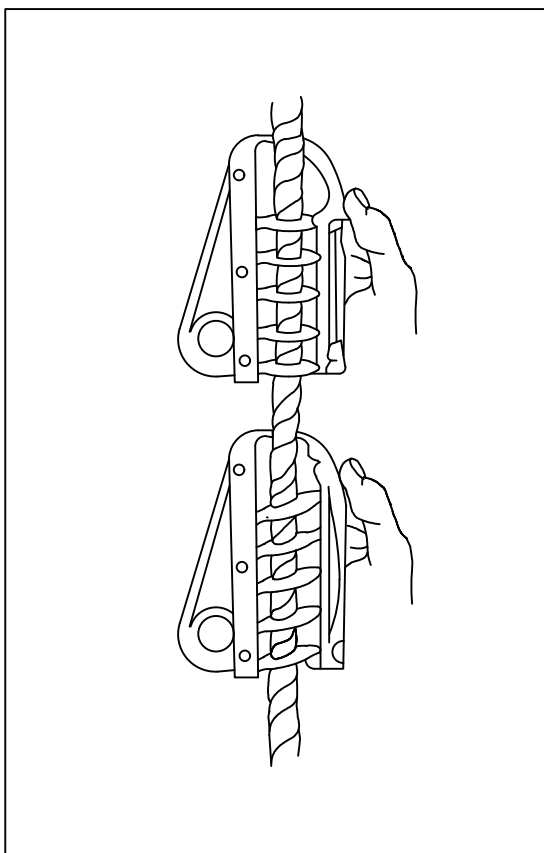
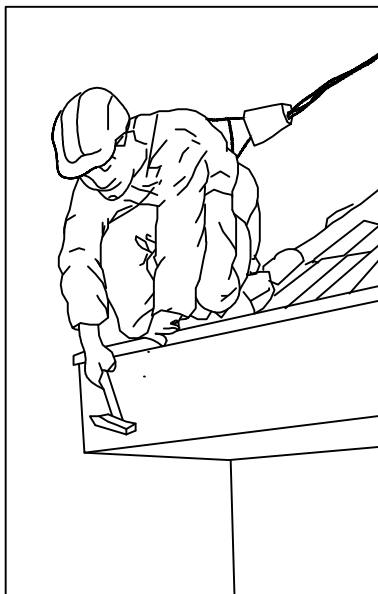
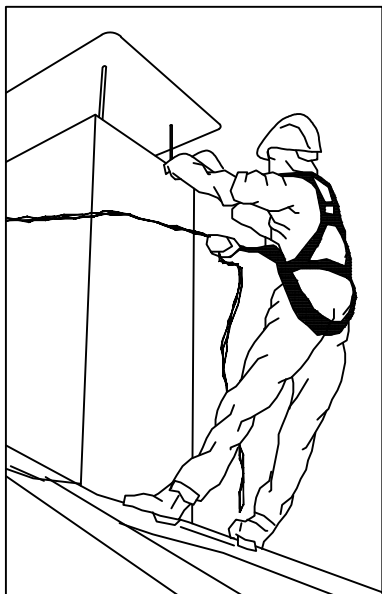


### PATILLA DE SUJECCION TIPO CABLE

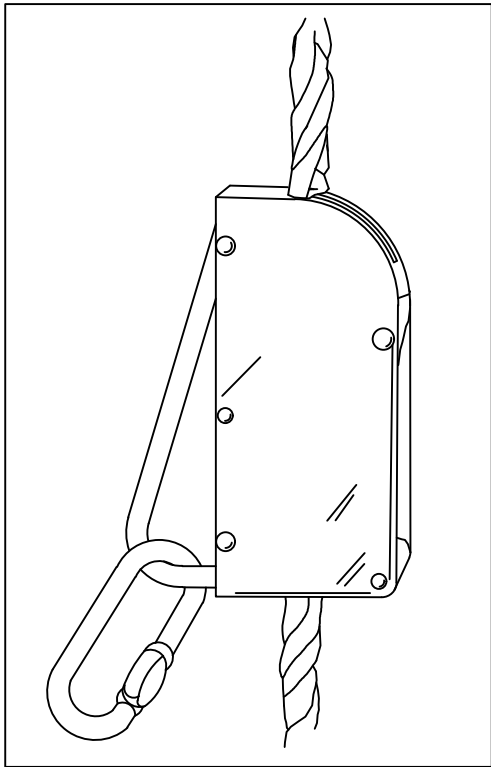
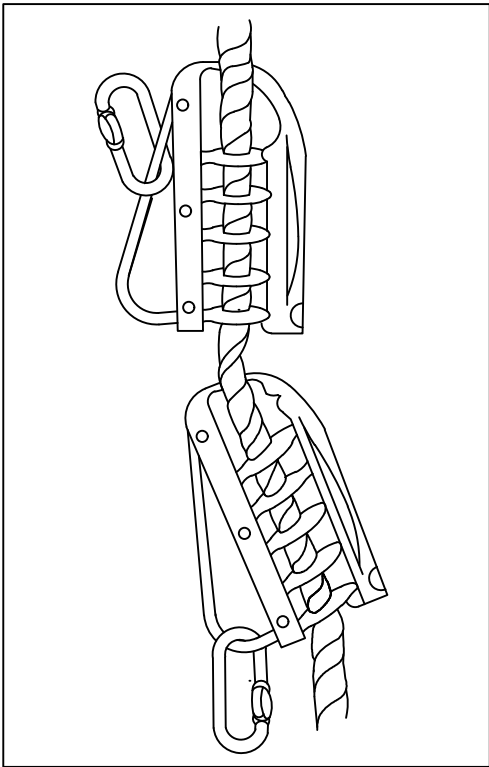
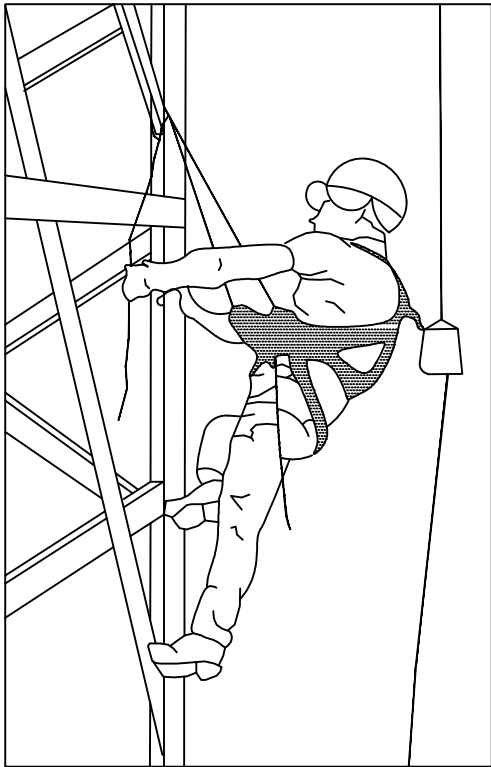
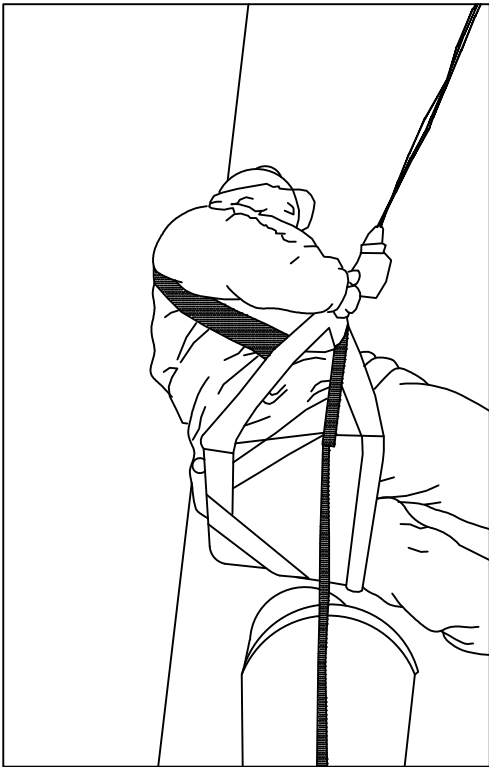



	<b>ayesa</b>	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO
		PROYECTO DE EJECUCIÓN		04

## ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro de anclaje móvil)

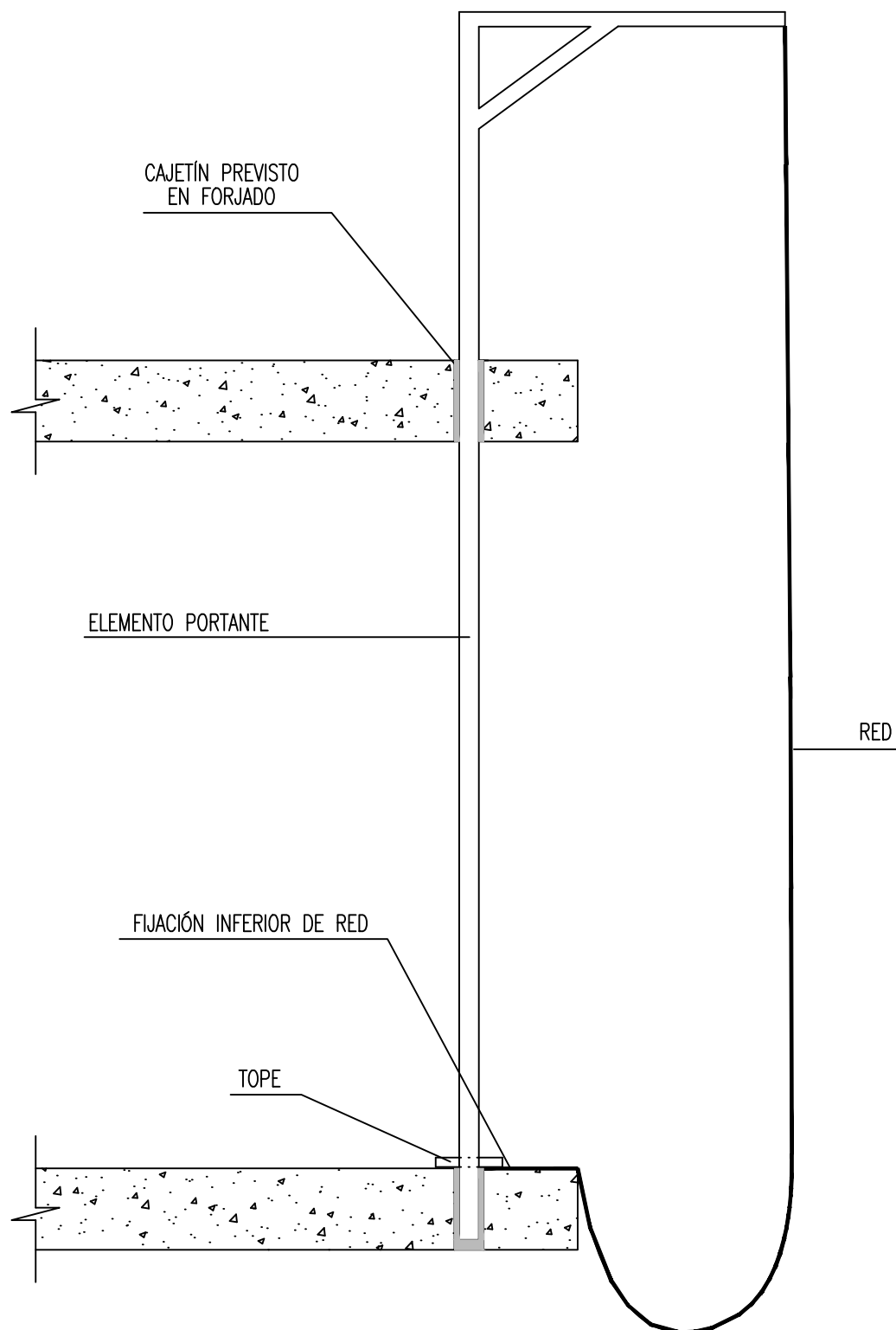


**ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro automáticos anticaídas)**




	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO  06
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		

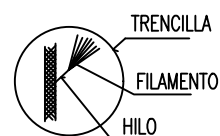
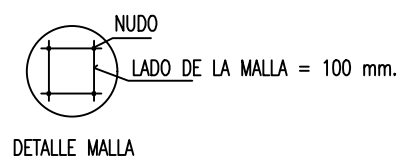
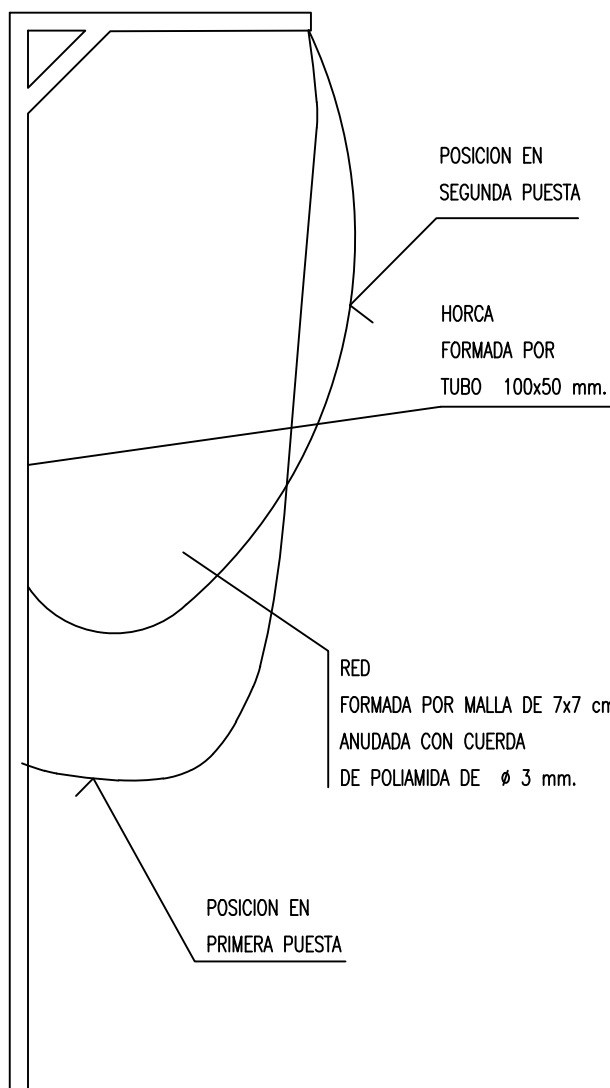
## REDES TIPO HORCA



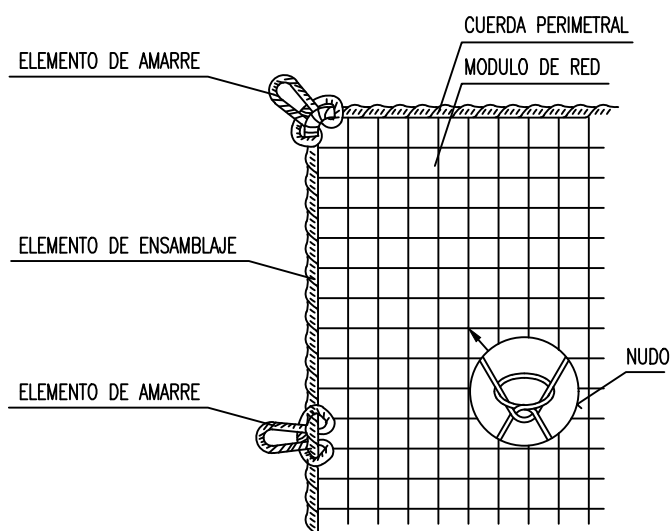
- ESTE SISTEMA ES ADECUADO PARA TRABAJOS DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS.
- LAS CONDICIONES GENERALES DE MONTAJE Y DE MANTENIMIENTO, SERÁN LAS INDICADAS EN LA CORRESPONDIENTE FICHA.

		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO
		PROYECTO DE EJECUCIÓN		
				07

## DETALLE DE HORCA

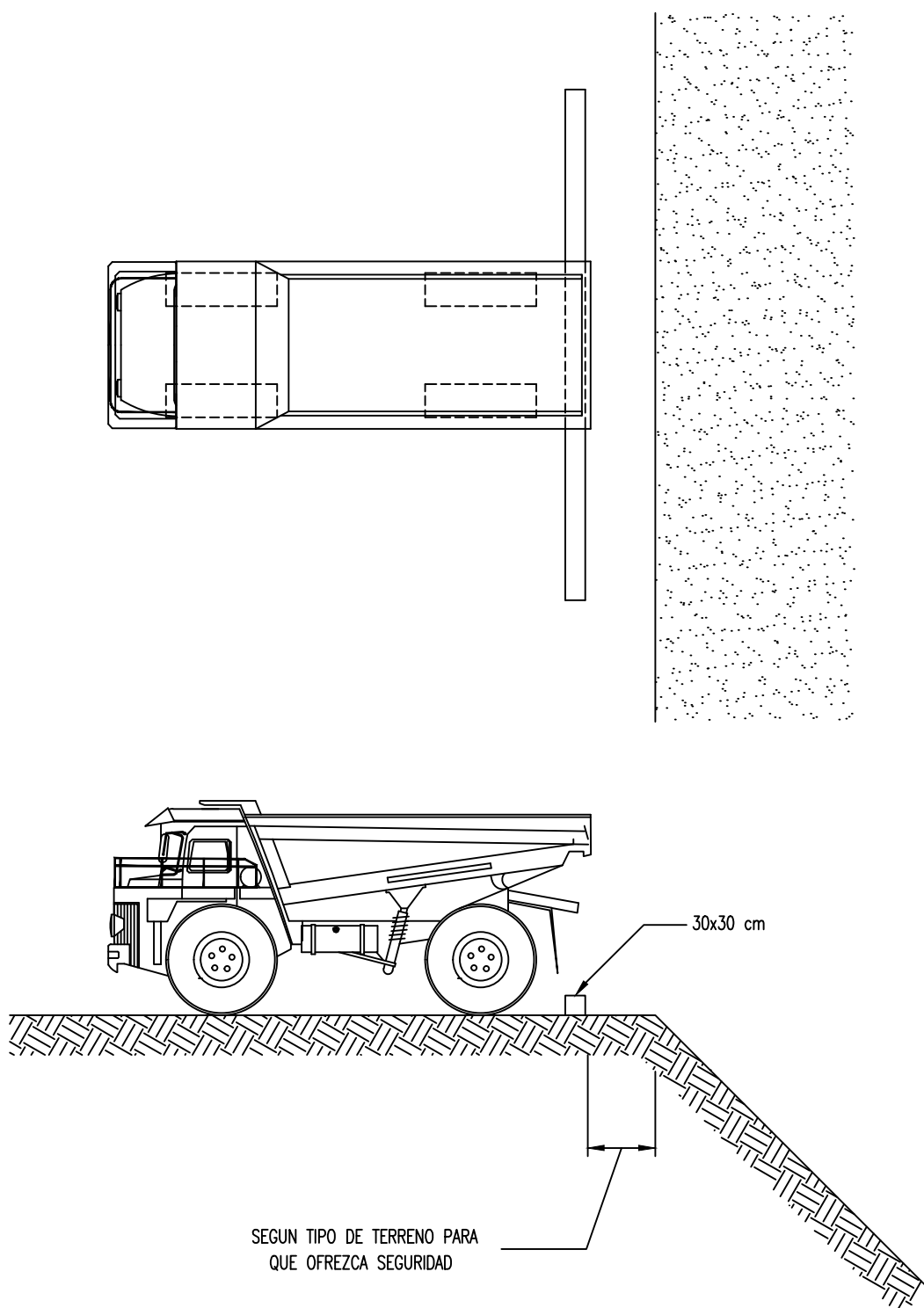


## DETALLE DE RED PARA CAIDAS DE ALTURA





## TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



**ayesa**

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

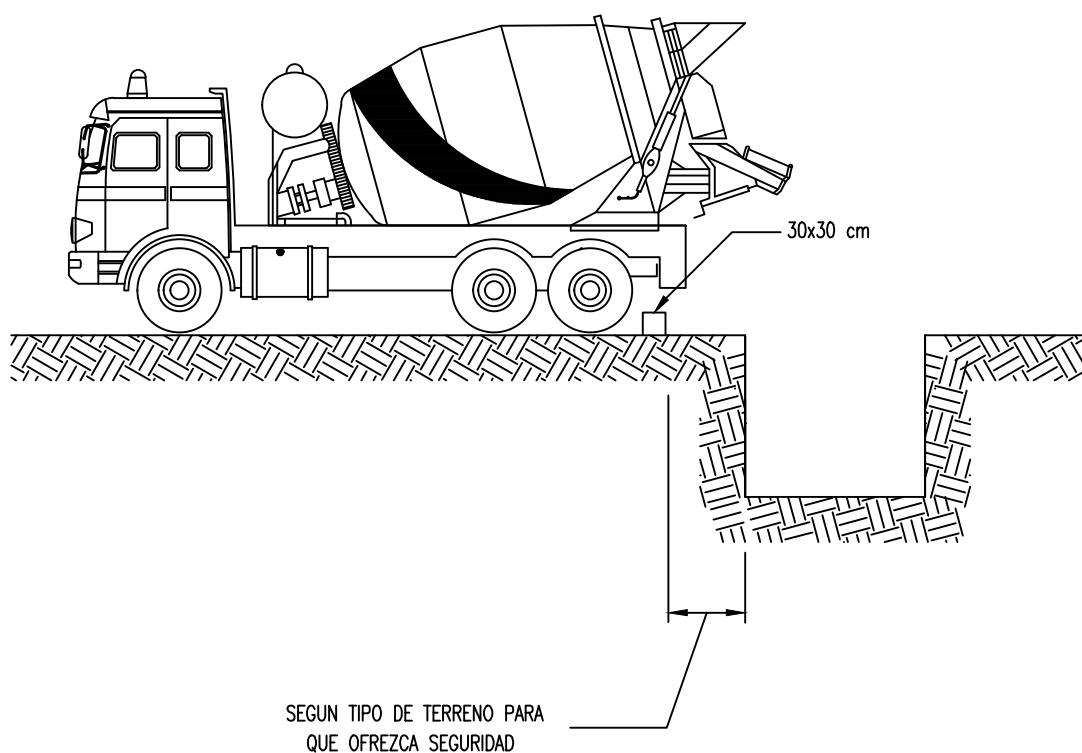
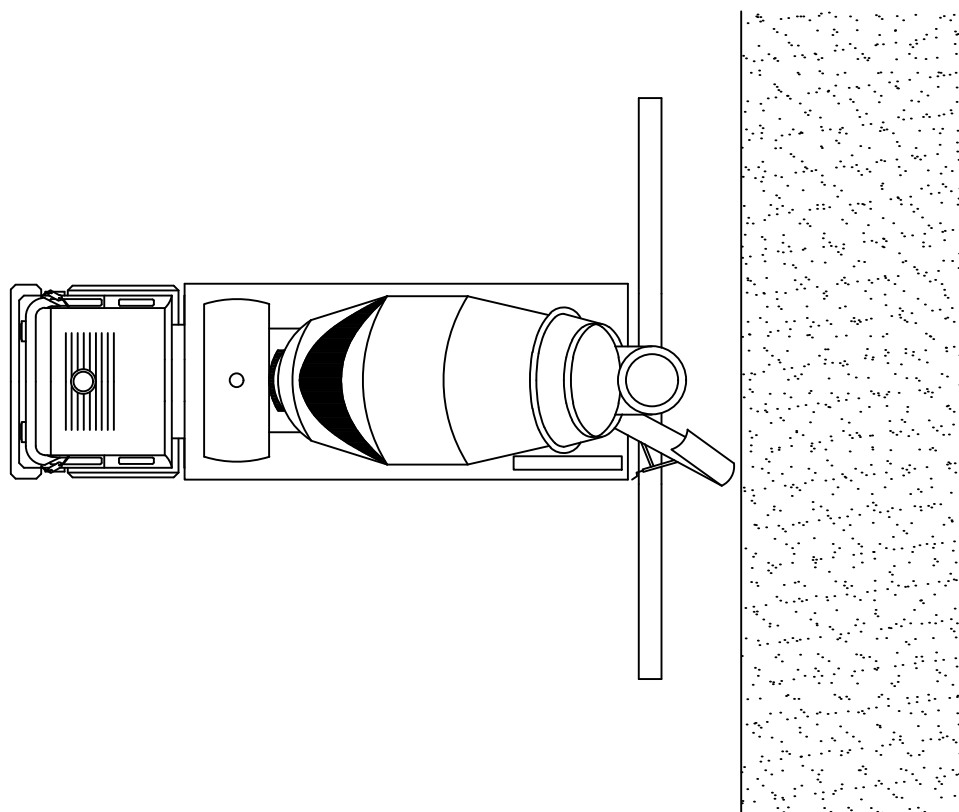
PROYECTO DE EJECUCIÓN

TÉCNICO AUTOR  
DEL PROYECTO:

Nº PLANO

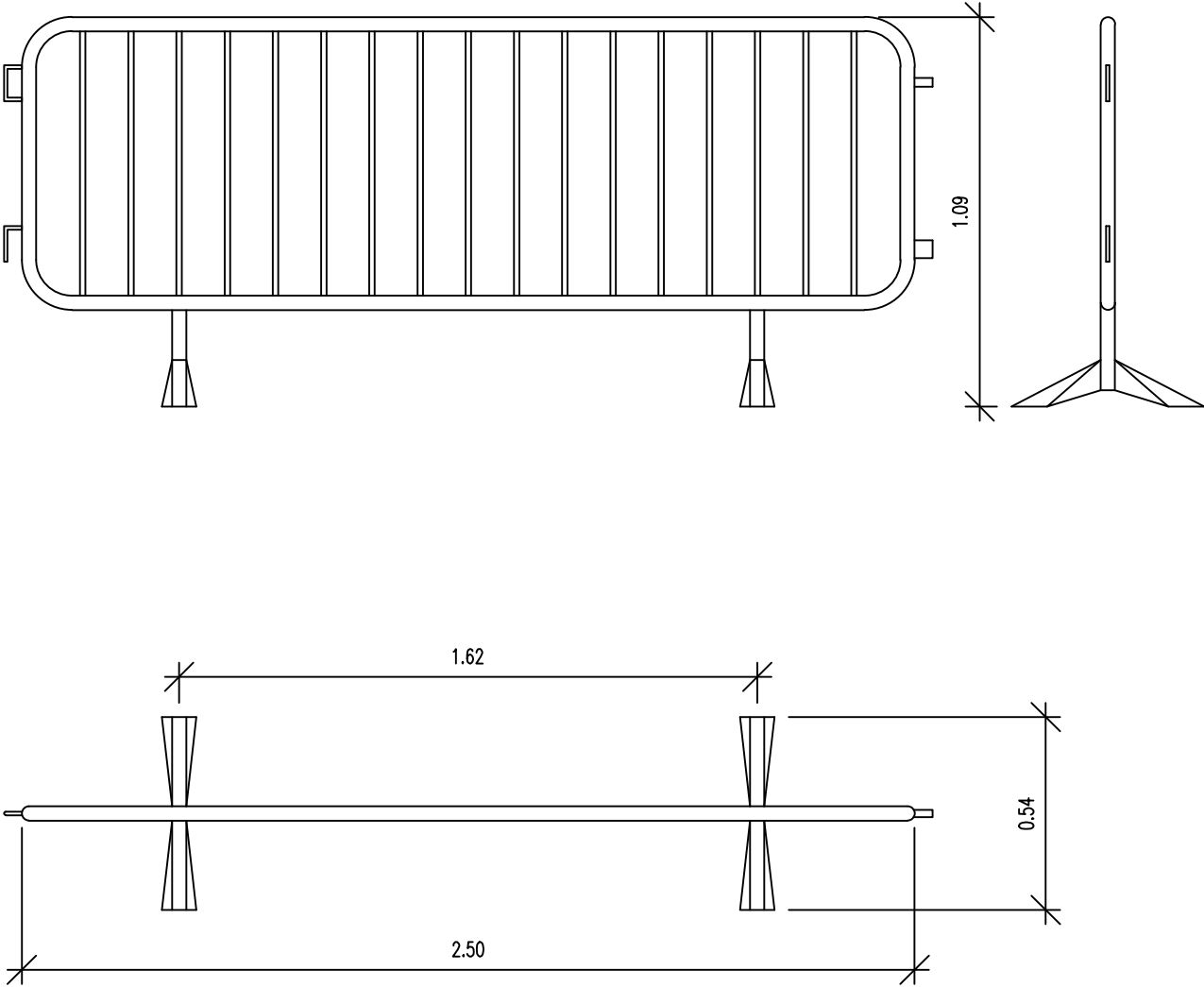
09


## TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE HORMIGON



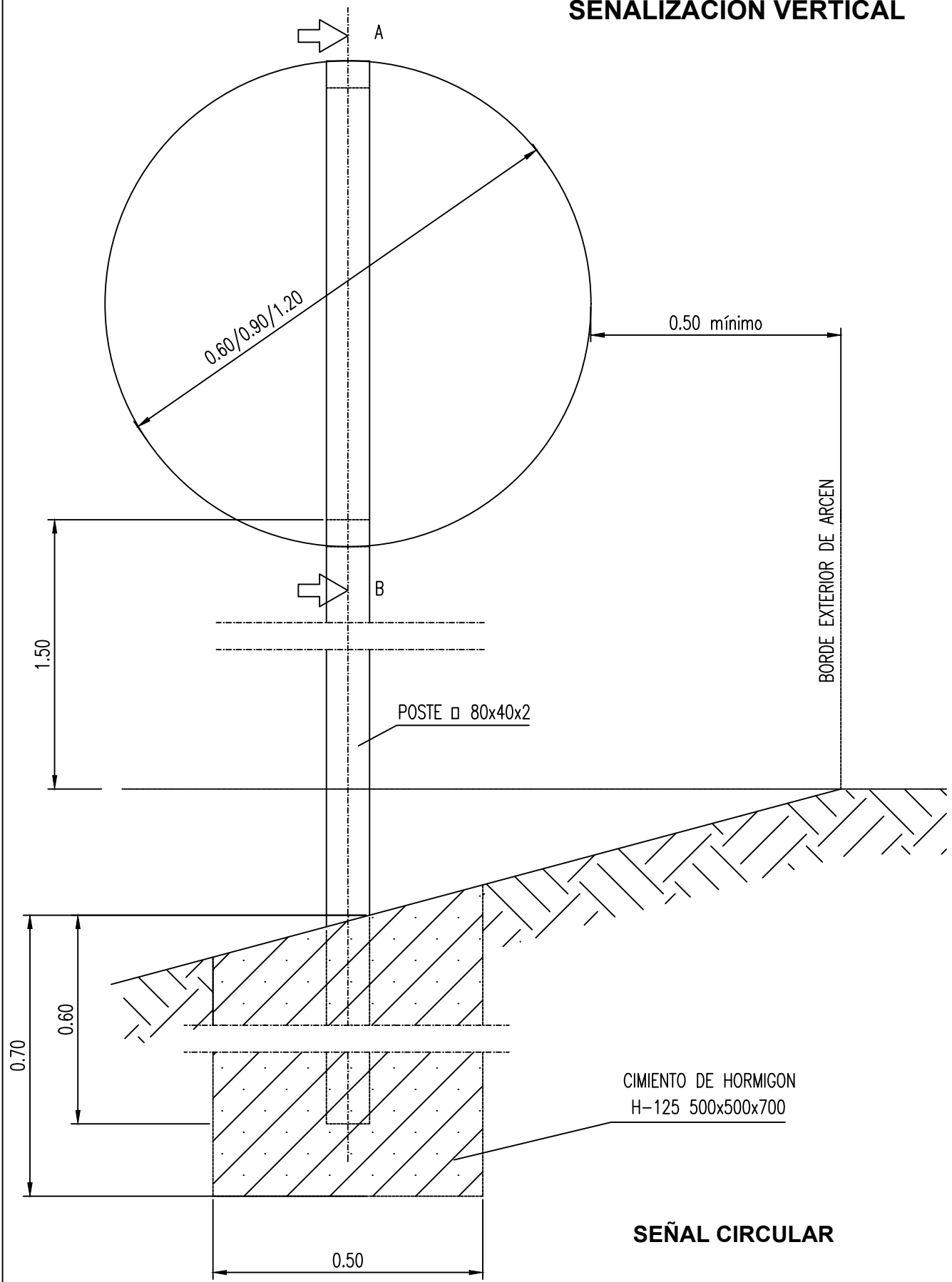
	<b>ayesa</b>	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO  10
		PROYECTO DE EJECUCIÓN		

VALLA MOVIL DE PROTECCION  
Y PROHIBICION DE PASO



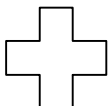

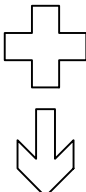

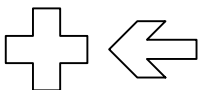

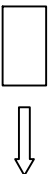

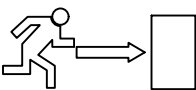
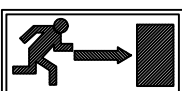


		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO  11
		PROYECTO DE EJECUCIÓN		

SEÑALIZACION VERTICAL



		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO  12
		PROYECTO DE EJECUCIÓN		


## SEÑALES DE SALVAMENTO

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DUCHA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	





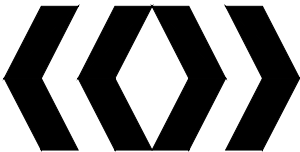
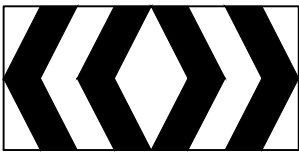






Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

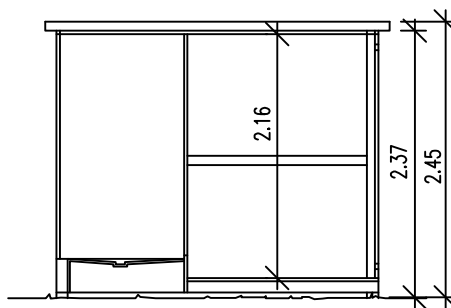
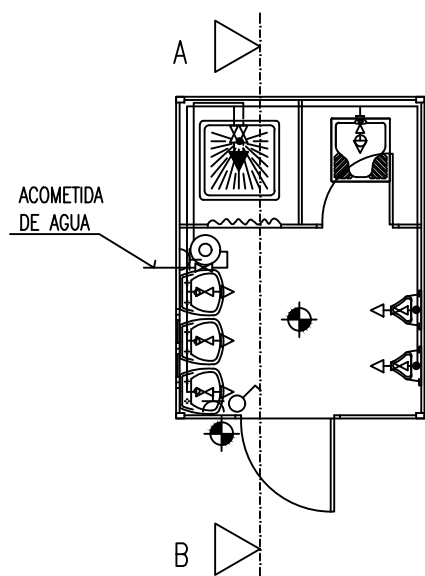
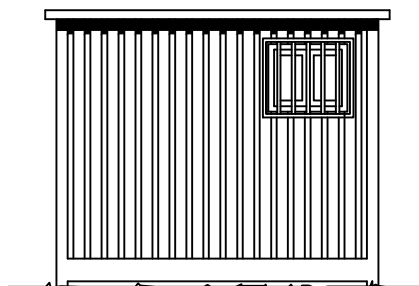
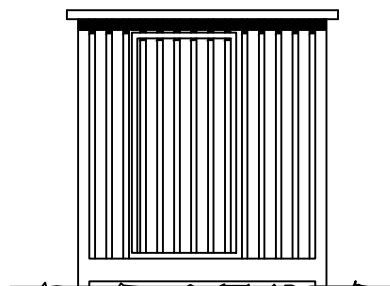
Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y SD la superficie en metros de la señal.

	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	N° PLANO  13
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		








## ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE (1)


SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PANEL DIRECCIONAL ALTO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DIRECCIONAL ESTRECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DOBLE DIRECCIONAL ALTO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DOBLE DIRECCIONAL ESTRECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DE ZONA EXCLUIDA AL TRAFICO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
CONO		ROJO	BLANCO	BLANCO	

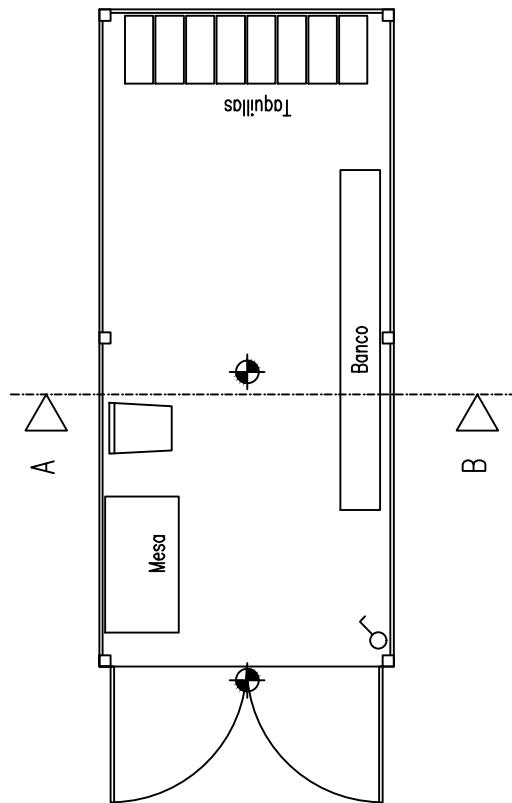
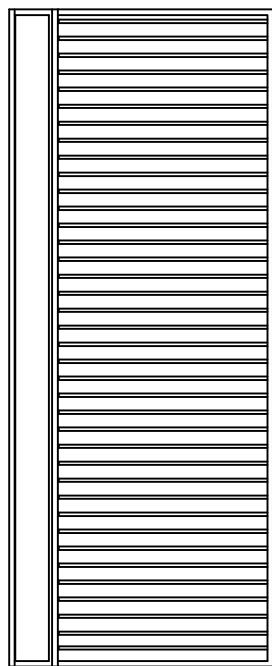
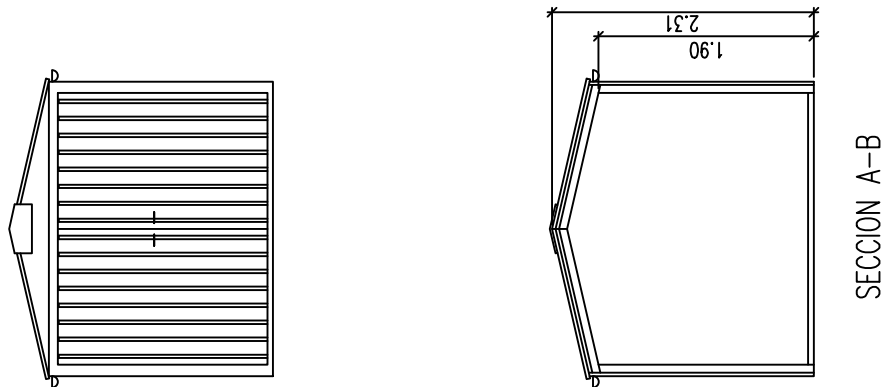




SECCION A-B

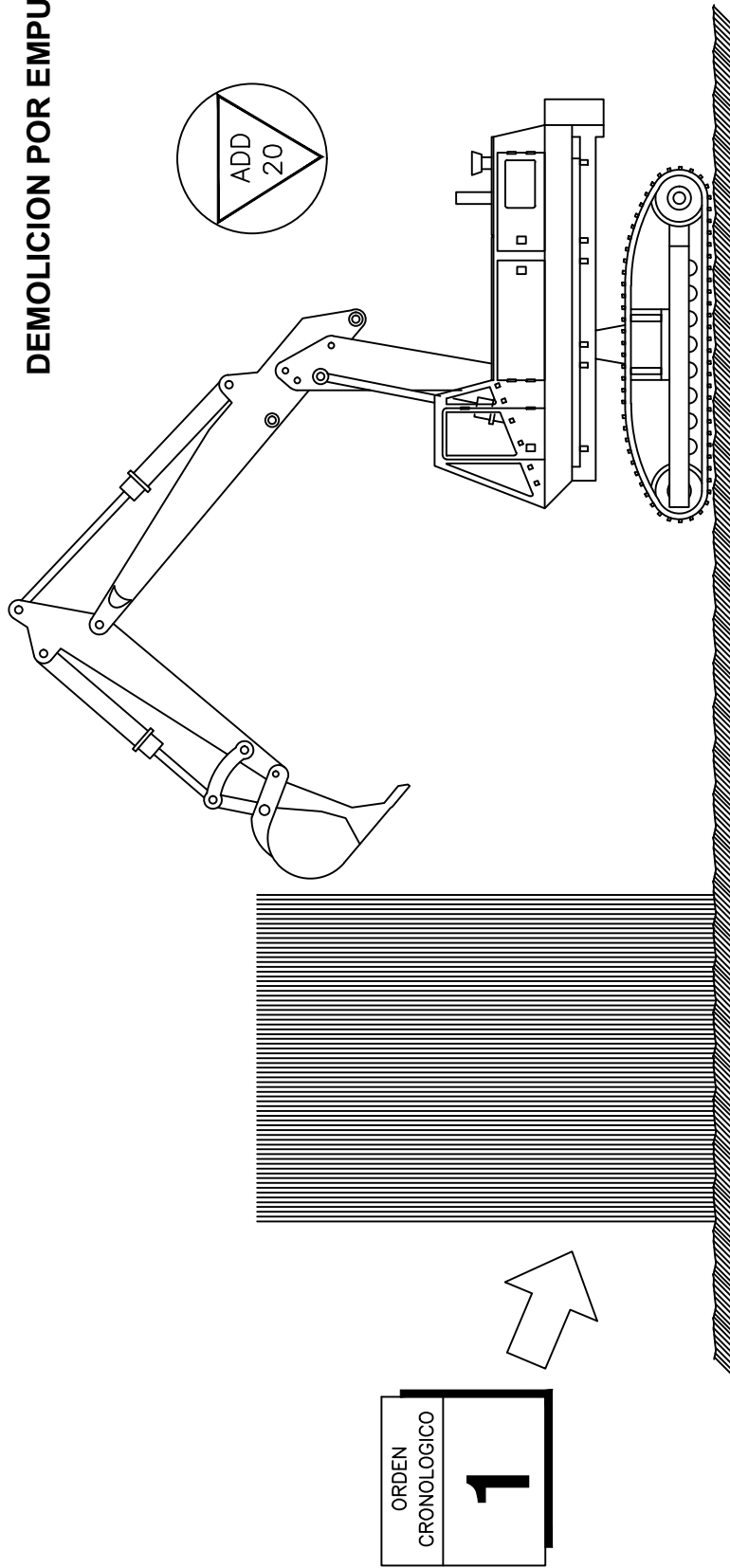
LEYENDAS		
FONTANERIA		HIDROMEZCLADOR AUTOMATICO
		GRIFO DE AGUA FRIA
		LLAVE DE PASO
		CALENTADOR ACUMULADOR ELECTRICO
ELECTRICIDAD		PUNTO DE LUZ
		INTERRUPTOR
		BASE DE ENCHUFE

	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO  15
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		



 PUNTO DE LUZ INCANDESCENTE  
 INTERRUPTOR UNIPOLAR

# DEMOLICION POR EMPUJE



**APLICACION :**  
 Demol.edificio o partes de este,cuan-  
 do su altura sea infer.a 2/3 de la al-  
 canzable por la maquina y esta pueda  
 maniobrar libremte.sobre suelo consis-  
 tente.No se utiliza.contra estruc.metl.  
 ni hormg.armado.Permite combinar  
 el empuje con el desescombrado mec.

**ESPECIFICACIONES :**  
 La altura del edificio o resto de edificio a demo-  
 ler, no sera mayor de 2/3 de la altura alcanza-  
 ble por la maquina.La maquina avanzara siempre  
 sobre suelo consistente y los fretes de ataque  
 no aprisionaran a la maquina, de forma que esta  
 pueda girar siempre 360°.