



Encargado por:  
**EÓLICA MONTES DE CIERZO, S.L.U.**

Domicilio: Ctra. NA-6810 km 2,5  
31500, Tudela, Navarra,  
Contacto: Calle Arturo Soria 343, pl 9  
28033 Madrid  
CIF: B-31638349

# MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO

(NUDO LA SERNA)

TTMM: Cintruénigo y Tudela  
Comunidad Foral de Navarra

Junio 2023

N.º REF.: 342226403-331

VERSIÓN	N.º INTERNO	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
1	331	06/2023	Primera versión	E.O.V..	J.L.O.	J.L.O.



**INGENIERIA Y PROYECTOS INNOVADORES SL**

C/Alhemas 6. 31500 Tudela. Navarra

Tel: +00 34 976 432 423

CIF: B50996719

## ÍNDICE PROYECTO

### DOCUMENTO 01. MEMORIA

*Anexo 01. Cálculos Eléctricos*

*Anexo 02. Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.*

*Anexo 03. Estudio de Campos Magnéticos.*

*Anexo 04. Relación de Bienes y Derechos Afectados.*

### DOCUMENTO 02. PLANOS

### DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO

### DOCUMENTO 04. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

### DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

# DOCUMENTO 01. MEMORIA



## ÍNDICE

1	ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.....	4
1.1	SOLICITANTE.....	4
1.2	ANTECEDENTES.....	4
1.3	OBJETO DEL PROYECTO.....	5
1.4	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES.....	8
2	NORMATIVA DE APLICACION.....	13
3	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 66 KV SET MOLUENGO – SET LA SERNA..	15
3.1	RECORRIDO PREVISTO.....	15
3.2	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	15
3.3	CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE POTENCIA.....	16
3.4	CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE COMUNICACIÓN.....	18
3.5	PUESTA A TIERRA DE LAS PANTALLAS.....	18
3.6	TERMINALES.....	19
3.7	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA.....	19
4	CRUZAMIENTOS: DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD, CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS EN TRAMOS SUBTERRÁNEOS.....	20
4.1	CALLES Y CARRETERAS.....	20
4.2	OTROS CABLES ENERGIA ELÉCTRICA.....	20
4.3	CABLES DE TELECOMUNICACIÓN.....	20
4.4	CANALIZACIÓN DE AGUA.....	20
4.5	CANALIZACIONES DE GAS.....	20
4.6	CONDUCCIONES DE ALCANTARILLADO.....	22
4.7	DEPÓSITOS DE CARBURANTE.....	22
4.8	PROXIMIDADES Y PARALELISMO.....	22
4.9	OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	22
4.10	CABLES DE COMUNICACIÓN.....	22
4.11	CANALIZACIONES DE AGUA.....	23
4.12	CANALIZACIONES DE GAS.....	23
4.13	ACOMETIDAS (CONEXIONES EN SERVICIO).....	23
5	CUADRO DE ENTIDADES AFECTADAS.....	24
6	AFECCIONES: DETALLE DE AFECCIONES.....	24
6.1	AYUNTAMIENTO DE CINTRUÉNIGO.....	24
6.2	AYUNTAMIENTO DE TUDELA.....	24
6.3	DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA - INSTITUCIÓN PRÍNCIPE DE VIANA (GOBIERNO DE NAVARRA).....	24
6.3.1	AFECCIÓN Nº 1.....	24
6.3.2	AFECCIÓN Nº 2.....	25
6.3.3	AFECCIÓN Nº 3.....	25
6.4	DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURAS DEL GOBIERNO DE NAVARRA.....	25
6.4.1	AFECCIÓN Nº 1.....	25



6.4.2	AFECCIÓN Nº 2.....	25
6.5	CANAL DE NAVARRA.....	25
6.5.1	AFECCIÓN Nº 1.....	25
6.5.2	AFECCIÓN Nº 2.....	25
6.5.3	AFECCIÓN Nº 3.....	26
6.6	CUADRO RESUMEN DE AFECCIONES.....	27
7	PLANIFICACIÓN.....	28
8	CONCLUSIÓN.....	29



## 1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

### 1.1 SOLICITANTE

El peticionario de la instalación es EÓLICA MONTES DE CIERZO, S.L.U., con C.I.F. B-31638349 y domicilio Ctra. NA-6810 KM 2,5, Tudela, Navarra (31500), y a efectos de notificación con domicilio en Calle Arturo Soria 343, planta 9, Madrid (28033).

EÓLICA MONTES DE CIERZO S.L.U pertenece 100 % a ENERFÍN SOCIEDAD DE ENERGÍA, S.L.U, la cual es la filial eólica del Grupo Elecnor que desarrolla, construye y explota parques eólicos, tanto propios como de terceros, gestionando actualmente la operación y construcción de más de 1.200 MW en España, Brasil, Canadá y Australia.

### 1.2 ANTECEDENTES

EÓLICA MONTES DE CIERZO, S.L.U. (en adelante “CIERZO”), es titular de los parques eólicos en explotación “Montes de Cierzo I” (29,67 MW) y “Montes de Cierzo II” (30,8 MW), localizados en los términos municipales de Tudela y Cintruénigo, Comunidad Foral de Navarra.

CIERZO propone una repotenciación de estos dos parques eólicos, mediante los parques eólicos “Repotenciación Montes de Cierzo I”, “Repotenciación Montes de Cierzo II”, y “**Repotenciación Montes de Cierzo**” de 32 MW de potencia.

El 21 de enero de 2021, en aplicación del Decreto Foral 56/2019, CIERZO presentó el anteproyecto y el estudio de impacto ambiental del parque eólico “Repotenciación Montes de Cierzo” y la SET Moluengo (Expediente 1176-CE) y su infraestructura de evacuación, los cuales fueron sometidos a información pública en el Boletín Oficial de Navarra (BON nº53) con fecha 8 de marzo de 2021.

En la resolución 664E/2022, de 29 de junio, del Director General de Medio Ambiente se publicó la Declaración de Impacto Ambiental favorable (“DIA”) para los parques eólicos “Repotenciación Montes de Cierzo (1176-CE)”, “Repotenciación Montes de Cierzo I” (1053-5-CE) y “Repotenciación Montes de Cierzo II” (1053-6-CE), promovidos todos ellos por CIERZO, junto con una serie de condicionantes técnicos a adoptar en el proyecto para reducir el impacto ambiental ocasionado.

Con fecha 10 de octubre de 2022, CIERZO, recibió Requerimiento de la Sección de Ordenación del Territorio (Expediente 0001-OT02-2021-000321) en el cual se indicaba que los Parques Eólicos de CIERZO habían obtenido DIA favorable (RESOLUCIÓN 664E/2022, de 29 de junio, del Director General de Medio Ambiente y RESOLUCIÓN 915E/2022, de 9 de septiembre) y que, en consecuencia y conforme a lo establecido en el artículo 119 del Texto Refundido de la Ley Foral de Ordenación del Territorio y Urbanismo (Decreto Foral Legislativo 1/2017, de 26 de julio) era necesario que CIERZO aportase la documentación actualizada que definiese los cambios realizados en los proyectos conforme a los requisitos de la DIA, en particular respecto al soterramiento completo de la línea eléctrica de evacuación.

Debido a esto, CIERZO, teniendo en consideración los condicionantes establecidos en la DIA, modificó los tres proyectos de repotenciación y sus infraestructuras de evacuación conjuntas, soterrando completamente la línea de 66 kV de evacuación y adaptando su trazado a las características del terreno, parcelas, y elementos físicos existentes (carreteras, edificaciones, etc.), reduciéndose así la afección sobre los diferentes elementos del medio.

En aplicación del Decreto Foral 56/2019, CIERZO presentó en enero de 2023 de la documentación modificada de las infraestructuras de evacuación del parque eólico



“Repotenciación Montes de Cierzo” (Expediente: 1176-CE), no requiriendo de una nueva información pública tras la evaluación del órgano competente, ya que únicamente se produjeron modificaciones en la línea subterránea de evacuación fruto del requerimiento de soterramiento de la misma, siendo la traza mantenida prácticamente la misma.

Con fecha 9 de marzo de 2023, CIERZO recibió un nuevo Requerimiento de la Sección de Ordenación del Territorio (Expediente 0001-OT02-2021-000324) para el expediente de su parque eólico “Repotenciación Montes de Cierzo II” (1053-6-CE), en el cual se indicaba que existían afecciones entre el proyecto “Proyecto de Construcción de la Segunda Fase del Canal de Navarra” (en adelante “Proyecto de CANASA”), cuya información pública se inició el 20 de enero de 2023 (BON nº 14 de dicha fecha), y el P.E. “Repotenciación Montes de Cierzo II”, proponiendo CIERZO con fecha 15 de marzo de 2023 unas leves modificaciones en su proyecto “Repotenciación Montes de Cierzo II”.

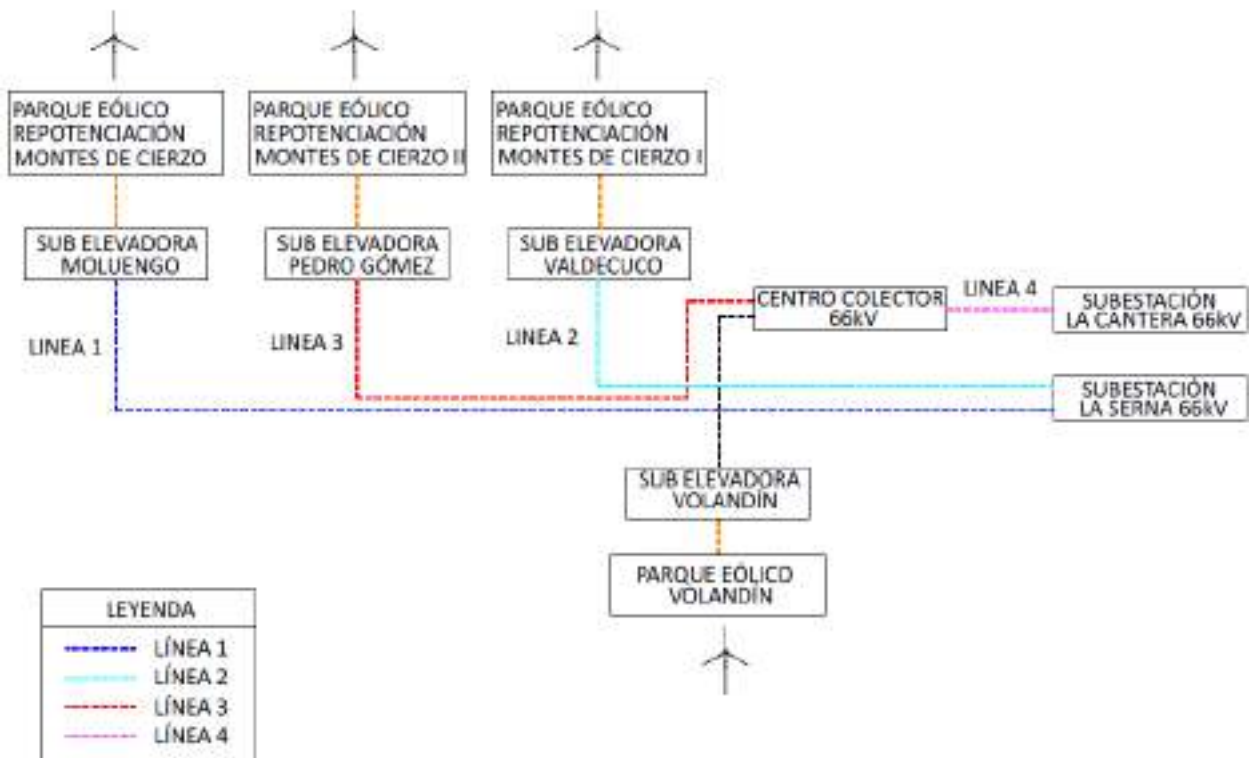
CIERZO, a partir del informe de CANASA, ha detectado que también se producen afecciones significativas entre las infraestructuras de evacuación del parque eólico “Repotenciación Montes de Cierzo” y el Proyecto de CANASA, proponiendo una modificación del trazado de las mismas para así poder compatibilizar ambos proyectos.

### **1.3 OBJETO DEL PROYECTO**

El objeto del presente proyecto es la descripción de las infraestructuras de evacuación del parque eólico Repotenciación Montes de Cierzo (1176-CE), modificadas tras los condicionantes impuestos en la DIA favorable (Resolución 664E/2022), de 29 de junio, de la Dirección General de Medio Ambiente.

Con el presente proyecto, se pretende establecer las características a las que habrá de ajustarse la instalación, teniendo presentes criterios de seguridad, calidad de servicio, técnicos, estéticos, medio ambientales, económicos y de explotación de las instalaciones, siendo su objeto la tramitación de la Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción y Declaración de Utilidad Pública.

Las infraestructuras comunes para la evacuación de energía generada por los parques eólicos anteriormente mencionados y su conexión a la red eléctrica son los siguientes:





DENOMINACIÓN	TIPO DE INSTALACIÓN	INCLUIDO EN EL ALCANCE DEL PROYECTO	CARACTERÍSTICAS GENERALES
NUEVA SUBESTACIÓN ELEVADORA MOLUENGO (nueva ejecución)	SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tensión 66/33 kV</li> <li>Potencia 35 MVA</li> </ul>
LÍNEA SUBTERRÁNEA SET MOLUENGO – SET LA SERNA (nueva ejecución)	LÍNEA SUBTERRÁNEA	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tensión 66 kV</li> <li>Longitud: 9.305 metros aprox.</li> </ul>
CENTRO COLECTOR 66 kV (nueva ejecución)	RECIENTO SECCIONAMIENTO	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tensión 66 kV.</li> <li>Parque de Alta Tensión Interior con Tecnología tipo GIS.</li> </ul>
LÍNEA SUBTERRÁNEA CENTRO COLECTOR – SET LA CANTERA (nueva ejecución)	LÍNEA SUBTERRÁNEA	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tensión 66 kV</li> <li>Longitud: 150 metros aprox.</li> </ul>
SUBESTACIÓN EXISTENTE PEDRO GÓMEZ (modificación)	SUBESTACION TRANSFORMADORA	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tensión 66/20 kV</li> <li>Potencia 35 MVA</li> </ul>
LÍNEA SUBTERRÁNEA SET PEDRO GÓMEZ – CENTRO COLECTOR (nueva ejecución)	LÍNEA SUBTERRÁNEA	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tensión 66 kV</li> <li>Longitud: 5.700 metros aprox.</li> </ul>
SUBESTACIÓN EXISTENTE VALDECUCO (modificación)	SUBESTACION TRANSFORMADORA	NO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tensión 66/20 kV</li> <li>Potencia 35 MVA</li> </ul>
LÍNEA SUBTERRÁNEA SET VALDECUCO – SET LA SERNA (nueva ejecución)	LÍNEA SUBTERRÁNEA	SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tensión 66 kV</li> <li>Longitud: 2.500 metros aprox.</li> </ul>

Con todo ello, son objeto del presente documento las siguientes infraestructuras comunes:

**1.- Línea Subterránea SET Moluengo – SET La Serna:** Nueva línea subterránea de 66 kV que conectara la subestación Moluengo con la subestación La Serna para la evacuación del PE Repotenciación Montes de Cierzo.

Los municipios afectados por la implantación de estas infraestructuras son Cintruénigo y Tudela (Comunidad Foral de Navarra).

## 1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

En la actualidad, el esquema general de evacuación de los parques eólicos que se encuentran en explotación y que van a ser repotenciados, siendo los mismos Montes de Cierzo I y Montes de Cierzo II, es el siguiente:

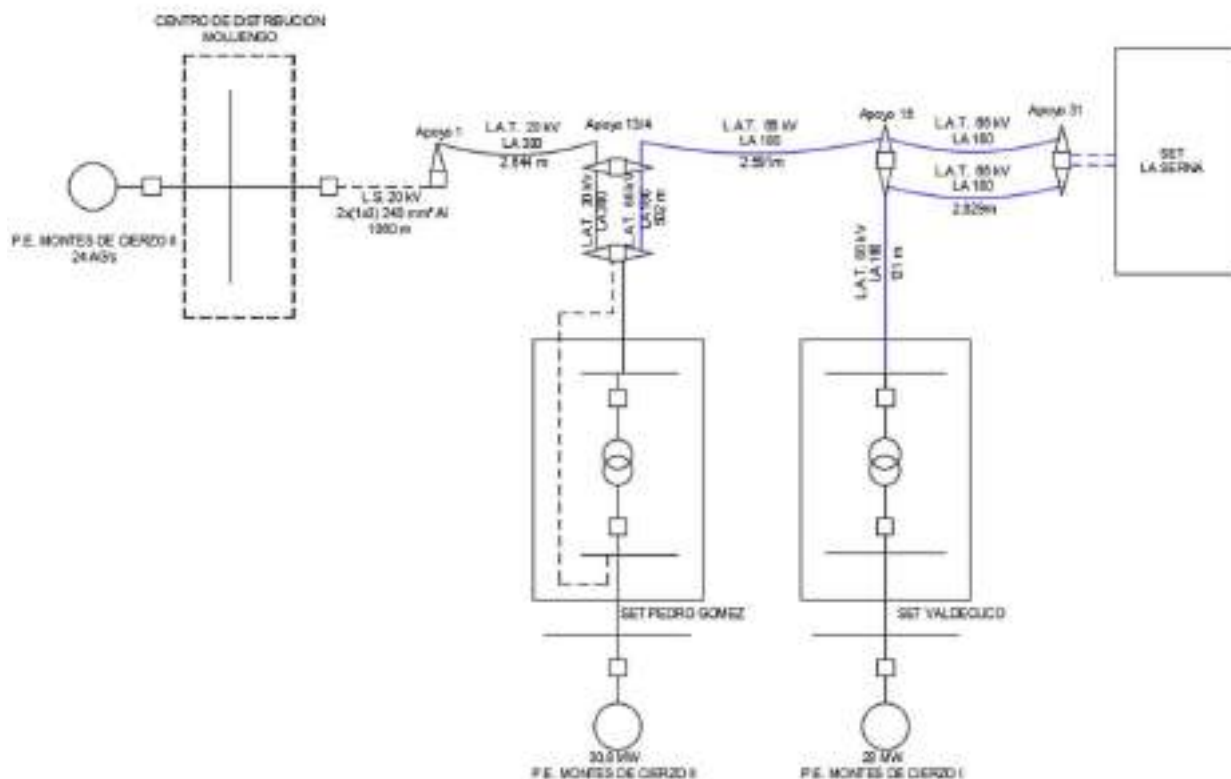


Figura 1: Situación Actual. Esquema Parques Eólicos e Infraestructuras de Evacuación.

A futuro, a raíz de la repotenciación de los parques eólicos actuales, del aprovechamiento de parte de las infraestructuras de evacuación para realizar una evacuación conjunta con el parque eólico Volandín en la misma posición de la Subestación La Canterana y de las modificaciones impuestas por la DIA, el esquema general de evacuación proyectado en el presente documento resulta ser el siguiente:

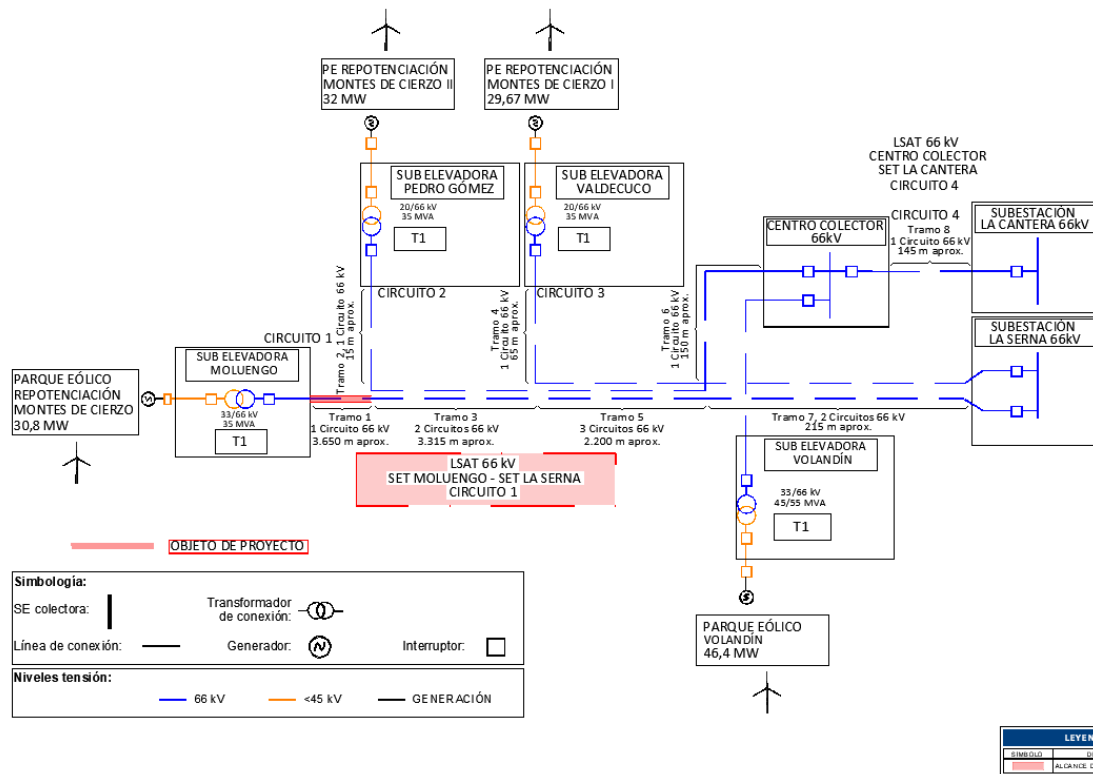


Figura 2: Situación Prevista. Esquema Parques Eólicos e Infraestructuras de Evacuación.

Por un principio de eficiencia, minimización de impacto ambiental y reducción de costes hay muchos antecedentes de instalaciones renovables que comparten instalaciones eléctricas de evacuación de energía. En este sentido ha orientado la Administración y la propia Legislación: según establecía el artículo 20.5 del Real Decreto 2818/1998, de 23 diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración: “Siempre que sea posible se procurará que varias instalaciones productoras utilicen las mismas instalaciones de evacuación de la energía eléctrica, aun cuando se trate de titulares distintos”.

El trazado del conjunto de proyectos de líneas se divide en ocho partes:

- Tramo 1: Línea subterránea simple circuito entre la SET Moluengo y el Vértice E0, con una longitud aproximada de 3647 m (Circuito 1) (**Objeto de Proyecto**)
- Tramo 2: Línea subterránea simple circuito entre la SET Pedro Gómez y el Vértice E0, con una longitud aproximada de 15 m (Circuito 2) (**NO Objeto de Proyecto**)
- Tramo 3: Línea subterránea doble circuito entre el Vértice E0 y el Vértice E2, con una longitud aproximada de 3344 m (Circuito 1 y Circuito 2) (**NO Objeto de Proyecto**)
- Tramo 4: Línea subterránea simple circuito entre la SET Valdecuco y el Vértice E2, con una longitud aproximada de 65 m (Circuito 2) (**NO Objeto de Proyecto**)
- Tramo 5: Línea subterránea triple circuito entre el Vértice E2 y el Vértice E3, con una longitud aproximada de 2330 m (Circuito 1, Circuito 2 y Circuito 3) (**NO Objeto de Proyecto**)
- Tramo 6: Línea subterránea simple circuito entre el Vértice E3 y el Centro Colector, con una longitud aproximada de 152 m (Circuito 2) (**NO Objeto de Proyecto**)

- Tramo 7: Línea subterránea doble circuito entre el Vértice E3 y la SET La Serna, con una longitud aproximada de 214 m (Circuito 1 y Circuito 3) **(NO Objeto de Proyecto)**
- Tramo 8: Línea subterránea simple circuito entre el Centro Colector y la SET La Cantera con una longitud aproximada de 145 m (Circuito 4) **(NO Objeto de Proyecto)**

Así pues el presente proyecto se refiere a un total de 3647 m de líneas subterráneas de los 9305 m que componen la totalidad del trazado del circuito 1.

Siguiendo el criterio del párrafo anterior, en todos los parques eólicos anteriormente indicados, se ha llegado a un acuerdo para desarrollar, explotar y mantener conjuntamente las instalaciones eléctricas colectoras necesarias para la evacuación de estos parques.

A continuación figuran las coordenadas aproximadas que permiten definir la traza del tramo del circuito que objeto del presente modificado y las coordenadas del resto de la traza no objeto del modificado.

<b>LSAT 66 kV            SET MOLUENGO - SET LA SERNA            TTMM Cintruénigo y Tudela (NAVARRA)            COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)</b>			
<b>Nº VERTICE</b>	<b>SC/DC/TC</b>	<b>COORDENADA X</b>	<b>COORDENADA Y</b>
<b>TRAMO 1 (OBJETO DE PROYECTO)</b>			
SET MOLUENGO			
V01	SC	603120	4658176
V02	SC	603115	4658197
V03	SC	603216	4658317
V04	SC	603198	4658463
V05	SC	603415	4658742
V06	SC	603461	4658695
V07	SC	603511	4658675
V08	SC	603509	4658645
V09	SC	603691	4658584
V10	SC	603791	4658613
V11	SC	603940	4658800
V12	SC	604011	4659080
V13	SC	604081	4659131
V14	SC	604082	4659250
V15	SC	604271	4659365
V16	SC	604507	4659727
V17	SC	604907	4660025
V18	SC	605122	4659952
V19	SC	605253	4659883
V20	SC	605354	4659917
V21	SC	605411	4659905
E00	<b>ENTRONQUE</b>	605400	4659870

<b>LSAT 66 kV</b>			
<b>SET MOLUENGO - SET LA SERNA</b>			
<b>TTMM Cintruénigo y Tudela (NAVARRA)</b>			
<b>COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)</b>			
<b>Nº VERTICE</b>	<b>SC/DC/TC</b>	<b>COORDENADA X</b>	<b>COORDENADA Y</b>
<b>TRAMO 3 (NO OBJETO DE PROYECTO)</b>			
V22	DC	605386,6	4659874,2
V23	DC	605432,5	4659860
V24	DC	605499,5	4659826,5
V25	DC	605623,5	4659788,5
V26	DC	605764,5	4659765
V27	DC	606029	4659745
V28	DC	606100,5	4659766
V29	DC	606154,5	4659811
V30	DC	606545	4659822,5
V31	DC	606647,5	4659930
V32	DC	606760	4659855
V33	DC	607110	4659791
V34	DC	607297	4659867
V35	DC	607312,5	4659902
V36	DC	607333,5	4659920
V37	DC	607360	4659909
V38	DC	607469	4659958,5
V39	DC	607538,5	4659971,5
V40	DC	607585,5	4659973,5
V41	DC	607973,5	4660171,5
V42	DC	608101,5	4660295
V43	DC	608124,5	4660292,5
V44	DC	608316,5	4660343
V45	DC	608336	4660337
E02	ENTRONQUE	608375	4660330

<b>LSAT 66 kV</b> <b>SET MOLUENGO - SET LA SERNA</b> <b>TTMM Cintruénigo y Tudela (NAVARRA)</b> <b>COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)</b>			
<b>Nº VERTICE</b>	<b>SC/DC/TC</b>	<b>COORDENADA X</b>	<b>COORDENADA Y</b>
<b>TRAMO 5 (NO OBJETO DE PROYECTO)</b>			
E02	ENTRONQUE	608372	4660390
V48	TC	608560	4660305
V49	TC	609047,5	4660228,5
V50	TC	609127	4660246,5
V51	TC	609188	4660271
V52	TC	609259,5	4660464
V53	TC	609360,5	4660679
V54	TC	609363	4660778,5
V55	TC	609286	4660934,5
E3	ENTRONQUE	609833	4661269,5

<b>LSAT 66 kV</b> <b>SET MOLUENGO - SET LA SERNA</b> <b>TTMM Cintruénigo y Tudela (NAVARRA)</b> <b>COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)</b>			
<b>Nº VERTICE</b>	<b>SC/DC/TC</b>	<b>COORDENADA X</b>	<b>COORDENADA Y</b>
<b>TRAMO 7 (NO OBJETO DE PROYECTO)</b>			
E3	ENTRONQUE	609833	4661269,5
V57	DC	610022,5	4661356
SET LA SERNA			



## 2 NORMATIVA DE APLICACION

### SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.

### OBRA CIVIL

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- O.C. 15/03 Sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras-Remates de obras.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se apruébala Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Aprobada por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.





## INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE N° 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.
- 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.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la comisión de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, con el fin de garantizar la controlabilidad y seguridad del sistema eléctrico en su conjunto.
- Para la conexión a Red Eléctrica de España se cumplirán con los procedimientos para el acceso y la conexión a la red de transporte de instalaciones de generación, consumo o distribución que se establecen con carácter general en la Ley del Sector Eléctrico –LSE (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000 para el sistema eléctrico peninsular español (SEPE), el Real Decreto 1047/2013, y con carácter particular, para las instalaciones de generación mediante fuentes renovables, cogeneración y residuos en el Real Decreto 413/2014. Además, se cumplirá con los aspectos técnicos y de detalle, incluyendo la etapa de puesta en servicio, que se desarrollan en los procedimientos de operación, en especial el P.O. 12.1 y P.O. 12.2. sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio. En el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta dichos procedimientos así como las prescripciones técnicas de Red Eléctricas de España.



### 3 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 66 KV SET MOLUENGO – SET LA SERNA.

Con la finalidad de poder evacuar toda la energía generada por el parque eólico Repotenciación Montes de Cierzo desde la Subestación Moluengo hasta la Subestación La Serna se proyecta la instalación de una línea subterránea de evacuación en 66 kV, de 9,3 km de longitud aproximadamente.

Las características de esta línea subterránea de conexión en 66 kV se describen en los siguientes apartados.

#### 3.1 RECORRIDO PREVISTO

El recorrido previsto para esta línea subterránea tiene el inicio en la conexión en las botellas terminales a instalar en la posición de línea del parque exterior de 66 kV de la Subestación Moluengo y finaliza en los terminales de empalme que se ubicaran en la base del actual apoyo PAS, próximo a la SET La Serna. Dicho recorrido puede observarse en el plano adjunto al presente proyecto.

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Las características principales que definen la línea subterránea son las siguientes:

Recorrido Previsto:	
Origen	SET MOLUENGO
Final	SET LA SERNA
Longitud total de la línea	9305 m
Tramos afectados	Nº1, Nº 3, Nº5 y Nº 7
Tipo de Instalación:	
Tipo de canalización	Enterrada directamente enterrado, perforaciones horizontales, enterrado entubado hormigonado
Configuración de los conductores	Tresbolillo
Nº de ternas	1-2-3
Tipo de conductor	Cable XLPE 1x630mm <sup>2</sup> Al con pantalla de 120 mm <sup>2</sup>
Tipo de conexión de las pantallas	Cross Bonding y mixto

Las características generales de la conexión serán las siguientes:

Tensión Nominal (Vn)	Tensión más elevada	Características mínimas del cable y accesorios	
66 kV	72,5 kV	U <sub>0</sub> /U (kV)	U <sub>p</sub>
		36/66	325

- U<sub>0</sub>: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- U: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para

la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

- Up: Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

### 3.3 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE POTENCIA

Para llevar a cabo la instalación subterránea se emplearán cables unipolares de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE, con una sección de 630 mm<sup>2</sup>, el cual debe ser capaz de estar en servicio y soportar las variaciones en tensión y frecuencia de la red de acuerdo a lo establecido en la normativa nacional e internacional vigente.

- *Conductor*: conductor de aluminio de sección circular compacta con obturación longitudinal para sección a 630 mm<sup>2</sup>, y segmentado, de acuerdo con la norma UNE-EN 60228.
- *Semiconductor interior*: formado por una capa de compuesto semiconductor extruido dispuesto sobre el conductor. De esta forma se consigue uniformar el campo eléctrico a nivel de conductor y se asegura que presente una superficie lisa al aislamiento. De forma opcional, se dispondrá una cinta semiconductor de empaquetamiento sobre el conductor sobre la que se forma la capa de compuesto semiconductor, evitando de esta forma la penetración en el interior de la cuerda del compuesto extruido.
- *Aislamiento*: Compuesto de XLPE reticulado en atmósfera de N<sub>2</sub> y sometido a control de ausencia de contaminaciones.
- *Semiconductor exterior*: Capa de compuesto semiconductor extruido sobre el aislamiento y adherido al mismo para evitar la formación de una capa de aire ionizable entre la pantalla y la superficie de aislamiento.
- *Proceso de extrusión*: La extrusión se debe realizar sobre un cabezal triple, donde se aplican las 3 capas extruidas (semiconductor interior, aislamiento y semiconductor exterior) en el mismo momento. Esto garantiza interfases lisas entre el aislamiento y las pantallas semiconductoras que es esencial en cables de AT. La reticulación se realiza en seco en atmósfera de gas inerte (N<sub>2</sub>) para evitar el contacto con el agua durante la fabricación.
- *Material obturante*: Incorporación de material absorbente de la humedad para evitar la propagación longitudinal de agua entre los alambres de la pantalla.
- *Pantalla metálica*: Pantalla de alambres de cobre.
- *Contraespira*: Cinta metálica de cobre cuya función es la conexión equipotencial de los alambres.
- *Cubierta exterior*: Cubierta exterior de poliolefina (PE) tipo ST7 con lámina de aluminio longitudinalmente solapada y adherida a su cara interna para garantizar la estanqueidad radial. La cubierta será de color negro y estará grafitada, para poder realizar el ensayo de tensión sobre la cubierta del cable. En aquellos casos en los que exista una capa semiconductor extruida para dar continuidad eléctrica a la superficie exterior, no será necesario que esté grafitada.
- *Consideraciones frente al fuego*: Debido a su composición, los cables serán exentos de halógenos. Además, serán no propagadores de la llama y con las características frente al fuego requeridas en la normativa vigente.

El cable seleccionado para dicha línea de conexión será:



### RHZ1-RA+2OL(AS) 36/66 kV 1X630KAI+H120

Cable aislado de aislamiento XLPE 66/72,5 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x630 mm<sup>2</sup> de sección con obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 120 mm<sup>2</sup> de sección y cubierta exterior de poliolefina no propagadora del incendio (cat.A) y características mecánicas DMZ2.

Las características físicas el cable subterráneo son las siguientes:

Material del conductor	Aluminio
Material de la pantalla	Cobre
Material del aislamiento	XLPE
Sección del conductor ( mm <sup>2</sup> )	630
Sección de la pantalla ( mm <sup>2</sup> )	120
Diámetro exterior del cable (mm)	67
Peso aproximado (kg/m)	5,1

Las principales características eléctricas del cable se indican a continuación:

Tensión más elevada de la red (U <sub>s</sub> )	72,5
Frecuencia (Hz)	50
Nivel de aislamiento a impulsos tipo rayo (kV)	325
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial 30 min (kV)	140
Temperatura máxima del conductor en régimen permanente (°C)	90
Temperatura máxima del conductor en cortocircuito (°C)	250
Temperatura máxima de la pantalla en régimen permanente (°C)	85
Temperatura máxima de la pantalla en cortocircuito (°C)	250
Intensidad cortocircuito admisible 0,5s en conductor (kA)	133
Intensidad de cortocircuito admisible 1s en pantalla (kA)	21,17
Resistencia cc del conductor a 20°C (Ω/km)	0,0367

### 3.4 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE COMUNICACIÓN

Las comunicaciones a implementar en la línea se efectuarán con cable subterráneo mediante fibra óptica tendida conjuntamente con el cable.

Las soldaduras entre los distintos tramos de fibra deberán ubicarse en dispositivos registrables. Se dejará un sobrante de cable óptico de unos 10 m. El cable quedará enrollado, en posición horizontal y sujeto a la primera base con los extremos sellados.

El cable de fibra óptica está formado por un material dieléctrico ignífugo y con protección anti-roedores.

Estará compuesto por una cubierta interior de material termoplástico y dieléctrico, sobre la que se dispondrá una protección antirroedores dieléctrica. Sobre el conjunto así formado se extraerá una cubierta exterior de material termoplástico e ignífuga.

En el interior de la primera cubierta se alojará el núcleo óptico formado por un elemento central dieléctrico resistente, por tubos holgados (alojan las fibras ópticas holgadas), en cuyo interior se dispondrá un gel antihumedad de densidad y viscosidad adecuadas y compatible con las fibras ópticas. Todo el conjunto irá envuelto por unas cintas de sujeción.

Las Características mecánicas y eléctricas del cable se muestran en la siguiente tabla:

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

La fibra óptica deberá garantizarse para una vida media > 25 años y para una temperatura máxima continua en servicio de 90° C siendo esta temperatura constante alrededor de todo el conductor.

### 3.5 PUESTA A TIERRA DE LAS PANTALLAS

Según el sistema de conexionado a tierra de las pantallas pueden aparecer corrientes inducidas que disminuyen la intensidad máxima admisible del cable, o bien, aunque no circulen corrientes longitudinales por las pantallas, las tensiones inducidas pueden alcanzar valores elevados que deben ser controlados, ya que en algunos puntos las personas pueden estar expuestas al contacto con las pantallas.

Debido a la longitud existente entre ambos extremos y la necesidad de incluir empalmes se establecen conexiones tipo Cross Bonding y mixtas.



### 3.6 TERMINALES

La conexión del nuevo cable con la aparatada de las posiciones correspondientes de 66 kV en los parques exteriores de las subestaciones, se llevarán a cabo por medio de unas botellas terminales de tipo exterior unipolar por fase.

Estas botellas terminales de tipo exterior se instalarán sobre soportes metálicos individuales diseñados específicamente tanto para la sujeción de estas botellas terminales como para la sujeción del cable de potencia en su subida y conexión a dicha botella terminal.

Se llevarán a cabo la realización de terminales tipo exterior de composite, de tipo exterior en la posición de línea mencionada.

Los terminales serán de exterior y preferiblemente de “diseño seco” aunque se aceptarán otros diseños que necesiten fluidos aislantes (aceite de silicona o similar) en su interior siempre y cuando no se requieran depósitos de expansión exteriores al terminal, ni control de presión ni control de nivel.

Este terminal exterior, consistirá en un aislador de composite anclado a una base metálica de fundición, que a su vez esta soportada por una placa. Esta placa está montada sobre aisladores de pedestal los cuales se apoyan en la estructura metálica donde se instala el terminal.

La conexión de los conductores a su conector se hace por manguitos de conexión a presión. La conexión estará diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito.

La pantalla de los conductores se conectará a la base metálica, a través de una caja de conexiones, desde donde se deriva la conexión a tierra.

### 3.7 CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

El recorrido de esta línea de conexión entre la SET Moluengo y la SET La Serna se realizará en su mayor parte del trazado mediante una zanja directamente enterrada de 1,50 m de profundidad y de entre 0,80 m y 1,20 m de ancho según el número de ternas a alojar. Sin embargo, en algunas zonas puntuales (cruce de viales o afección a otros elementos), se realizará mediante una canalización con tubos PEAD hormigonados. (de anchura entre 0,80 y 1,80 m). En la canalización subterránea se instalará el circuito de 66 kV, cable de tierra si corresponde y cable de fibra óptica de comunicaciones. Se colocará una cinta de señalización y otra de protección mecánica en los tramos de zanja en tierras sobre la capa de arena fina.

La capa de relleno de la zanja deberá ser compactada mecánicamente en capas de 20 cm. y deberá ser seleccionado de modo de no contener gravas de tamaño mayor a 3”, restos de escombros, sales solubles y materia orgánica.

Los cables irán enterrados directamente sobre cama de arena de río de 0,15 m y estarán cubiertos con una capa de arena de al menos 0,40 m. y envolviéndolos completamente. Sobre este relleno se instalará una placa de protección mecánica.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 10 m con motivo de facilitar la operación de tendido.

Se rellenará la zanja con material seleccionado de excavación con tongadas de 20 cm. Finalmente se restituirá la capa superficial de la misma al mismo estado anterior a la excavación de la zanja. En toda la extensión de la zanja se colocará una malla de señalización, marcándose todo su recorrido mediante hitos de hormigón.

## **4 CRUZAMIENTOS: DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD, CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS EN TRAMOS SUBTERRÁNEOS**

### **4.1 CALLES Y CARRETERAS**

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

### **4.2 OTROS CABLES ENERGIA ELÉCTRICA**

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de A.T y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros.

La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

### **4.3 CABLES DE TELECOMUNICACIÓN**

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

### **4.4 CANALIZACIÓN DE AGUA**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

### **4.5 CANALIZACIONES DE GAS**

En los cruces de líneas subterráneas de A.T con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección



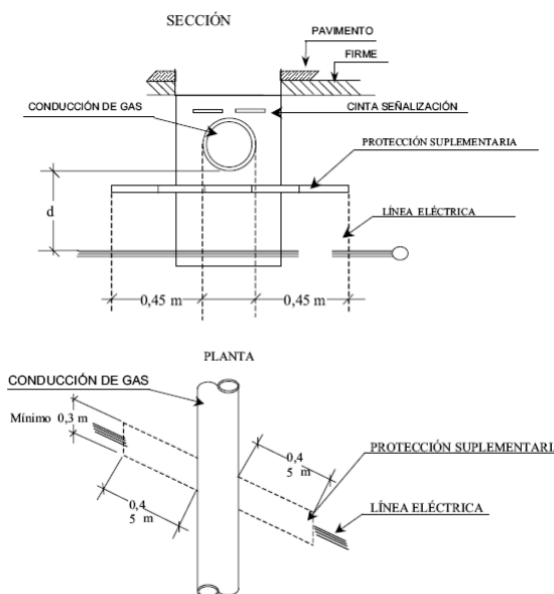
suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	<b>Presión de la instalación de gas</b>	<b>Distancia mínima (d) sin protección suplementaria</b>	<b>Distancia mínima (d') con protección suplementaria</b>
<b>Canalizaciones y acometidas</b>	En alta presión > 4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,40 m	0,25 m
<b>Acometida interior*</b>	En alta presión > 4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,40 m	0,25 m

\*Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.



En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm..

#### **4.6 CONDUCCIONES DE ALCANTARILLADO**

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### **4.7 DEPÓSITOS DE CARBURANTE**

Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. Los tubos distarán, como mínimo, 1,20 metros del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 metros por cada extremo.

#### **4.8 PROXIMIDADES Y PARALELISMO**

Los cables subterráneos de A.T deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

#### **4.9 OTROS CABLES DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

#### **4.10 CABLES DE COMUNICACIÓN**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.



#### 4.11 CANALIZACIONES DE AGUA

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

#### 4.12 CANALIZACIONES DE GAS

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla siguiente. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

	<b>Presión de la instalación de gas</b>	<b>Distancia mínima (d) sin protección suplementaria</b>	<b>Distancia mínima (d') con protección suplementaria</b>
<b>Canalizaciones y acometidas</b>	En alta presión > 4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,25 m	0,15 m
<b>Acometida interior*</b>	En alta presión > 4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,25 m	0,10 m

\*Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

#### 4.13 ACOMETIDAS (CONEXIONES EN SERVICIO)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un



impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T como de A.T en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

## 5 CUADRO DE ENTIDADES AFECTADAS

Para informar adecuadamente a las entidades afectadas por el presente proyecto se emiten separatas destinadas a las siguientes entidades si corresponde:

ORGANISMO
Ayuntamiento de Cintruénigo
Ayuntamiento de Tudela
Dirección General de Cultura - Institución Príncipe de Viana (Gobierno de Navarra)
Dirección General de Obras Públicas e Infraestructuras del Gobierno de Navarra
Canal de Navarra (CANASA)

## 6 AFECCIONES: DETALLE DE AFECCIONES

### 6.1 AYUNTAMIENTO DE CINTRUÉNIGO

Todas las actuaciones de la línea realizadas en el término municipal de Cintruénigo cumplen la normativa actualmente en vigor. Todas las actuaciones que se realicen en el citado termino municipal sobre elementos competencia del ayuntamiento se realizaran de acuerdo a la normativa y las indicaciones correspondientes de los técnicos.

### 6.2 AYUNTAMIENTO DE TUDELA

Todas las actuaciones de la línea realizadas en el término municipal de Tudela cumplen la normativa actualmente en vigor. Todas las actuaciones que se realicen en el citado termino municipal sobre elementos competencia del ayuntamiento se realizaran de acuerdo a la normativa y las indicaciones correspondientes de los técnicos.

### 6.3 DIRECCIÓN GENERAL DE CULTURA - INSTITUCIÓN PRÍNCIPE DE VIANA (GOBIERNO DE NAVARRA)

#### 6.3.1 AFECCIÓN Nº 1

Entre los vértices V04 y V05 se produce una afección por cruzamiento de la zona de protección con el Yacimiento Moluengo I (0006) en las coordenadas aproximadas 603355,5; 4658645,15 en el TM de Cintruénigo. Por lo que se informa a la Dirección General de Cultura - Institución Príncipe de Viana (Gobierno de Navarra). Esta afección se resuelve mediante zanja directamente enterrada.



### **6.3.2 AFECCIÓN Nº 2**

Entre los vértices V05 y V06 se produce una afección por proximidad con el Yacimiento Los Portillos (0039) en las coordenadas aproximadas 603504,65; 4658820,21 en el TM de Cintruénigo. Por lo que se informa a la Dirección General de Cultura - Institución Príncipe de Viana (Gobierno de Navarra). Esta afección se resuelve mediante zanja directamente enterrada.

### **6.3.3 AFECCIÓN Nº 3**

Entre los vértices V10 y V11 se produce una afección por proximidad con el Yacimiento Cerro de los Portillos (0008) en las coordenadas aproximadas 603700,12; 4658835,31 en el TM de Cintruénigo. Por lo que se informa a la Dirección General de Cultura - Institución Príncipe de Viana (Gobierno de Navarra). Esta afección se resuelve mediante zanja directamente enterrada.

## **6.4 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURAS DEL GOBIERNO DE NAVARRA**

### **6.4.1 AFECCIÓN Nº 1**

Entre los vértices V09 y V10 se produce una afección por cruzamiento con el proyecto de la A-15 en las coordenadas aproximadas 603752; 4658602 en el TM de Tudela. Por lo que se informa a la Dirección General de Obras Públicas e Infraestructuras del Gobierno de Navarra. Esta afección se resuelve mediante zanja hormigonada, en previsión de que la A-15 irá elevada sobre talud en esta zona. Se instalará un juego de tubos de reserva. El cruzamiento se hará atendiendo a las condiciones particulares que estipule la entidad competente.

### **6.4.2 AFECCIÓN Nº 2**

Entre los vértices V11 y V12 se produce una afección por cruzamiento con la Carretera NA-160 (pk 11+150) en las coordenadas aproximadas 603950; 4658844 en el TM de Tudela. Por lo que se informa a la Dirección General de Obras Públicas e Infraestructuras del Gobierno de Navarra. Esta afección se resuelve mediante perforación horizontal (hinca). El cruzamiento se hará atendiendo a las condiciones particulares que estipule la entidad competente.



## **6.5 CANAL DE NAVARRA**

### **6.5.1 AFECCIÓN Nº 1**

Entre los vértices V11 y V12 se produce una afección por cruzamiento con una canalización del Canal de Navarra en las coordenadas aproximadas 603961; 4658895 en el TM de Tudela. Por lo que se informa a CANASA. En previsión de que la canalización de agua discorra a una cota muy superior a la que precisa la instalación eléctrica esta afección se resuelve mediante zanja hormigonada.

### **6.5.2 AFECCIÓN Nº 2**

Entre los vértices V13 y V14 se produce una afección por cruzamiento con una ligera afección a la zona zona de préstamo de gravas del proyecto Segunda fase del Canal de Navarra de

	<p>MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA) TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)</p>	
--	---	--

CANASA, en las coordenadas aproximadas 604086; 4659204 en el TM de Tudela. Por lo que se informa a CANASA. Esta afección se resuelve mediante zanja directamente enterrada.

### 6.5.3 AFECCIÓN Nº 3

Entre los vértices V14 y V19 se produce una afección por proximidad con a la zona de préstamo de gravas del proyecto Segunda Fase del Canal de Navarra de CANASA en las coordenadas aproximadas 604655; 465750 en el TM de Tudela. Por lo que se informa a CANASA. Esta afección se resuelve mediante zanja directamente enterrada.



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO  
 REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
 (NUDO LA SERNA)  
 TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



## 6.6 CUADRO RESUMEN DE AFECCIONES

VÉRTICES	AFECCIÓN	X	Y	TIPO DE AFECCIÓN	ORGANISMO	Nº AFECCION	TTMM	Tramo
V04 V05	Yacimiento Moluengo I (0006)	603355,50	4658645,15	cruzamiento	Dirección General de Cultura - Institución Príncipe de Viana (Gobierno de Navarra)	1	Cintruénigo	1
V05 V06	Yacimiento Los Portillos (0039)	603504,65	4658820,21	proximidad	Dirección General de Cultura - Institución Príncipe de Viana (Gobierno de Navarra)	2	Cintruénigo	1
V10 V11	Yacimiento Cerro de los Portillos (0008)	603700,12	4658835,31	proximidad	Dirección General de Cultura - Institución Príncipe de Viana (Gobierno de Navarra)	3	Cintruénigo	1
V09 V10	A-15 (En proyecto)	603752,00	4658602,00	cruzamiento	Dirección General de Obras Públicas e Infraestructuras del Gobierno de Navarra	1	Tudela	1
V11 V12	Carretera NA-160 (pk 11+150)	603950,00	4658844,00	cruzamiento	Dirección General de Obras Públicas e Infraestructuras del Gobierno de Navarra	2	Tudela	1
V11 V12	Canal de Navarra (Canalización)	603961,00	4658895,00	cruzamiento	CANASA	1	Tudela	1
V13 V14	Canal de Navarra (Zona de préstamo de gravas)	604086,00	4659204,00	cruzamiento	CANASA	2	Tudela	1
V14 V19	Canal de Navarra (Zona de préstamo de gravas y balsa)	604655,00	4659750,00	proximidad	CANASA	3	Tudela	1





MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO  
 REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
 (NUDO LA SERNA)  
 TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



## 7 PLANIFICACIÓN

	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12
IMPLANTACION EN OBRA	■	■										
LLEGADA DE CABLE AISLADO			■	■								
EXCAVACION DE ZANJAS		■	■	■	■	■	■	■	■			
TENDIDO DE CABLE AISLADO				■	■	■	■	■	■	■		
REALIZACIÓN DE EMPALMES						■	■	■	■	■		
PRUEBAS Y ENERGIZACIÓN										■	■	■

	<p>MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA) TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)</p>	
--	---	--

## 8 CONCLUSIÓN

Con el presente proyecto, se entiende haber descrito adecuadamente las instalaciones objeto de proyecto, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Junio de 2023





Fdo: José Luis Ovelleiro Medina.  
Ingeniero Industrial.  
Colegiado nº. 1.937  
Al Servicio de la Empresa:  
Ingeniería y Proyectos Innovadores  
B-50996719

Anexo 01.  
Cálculos Eléctricos



## ÍNDICE

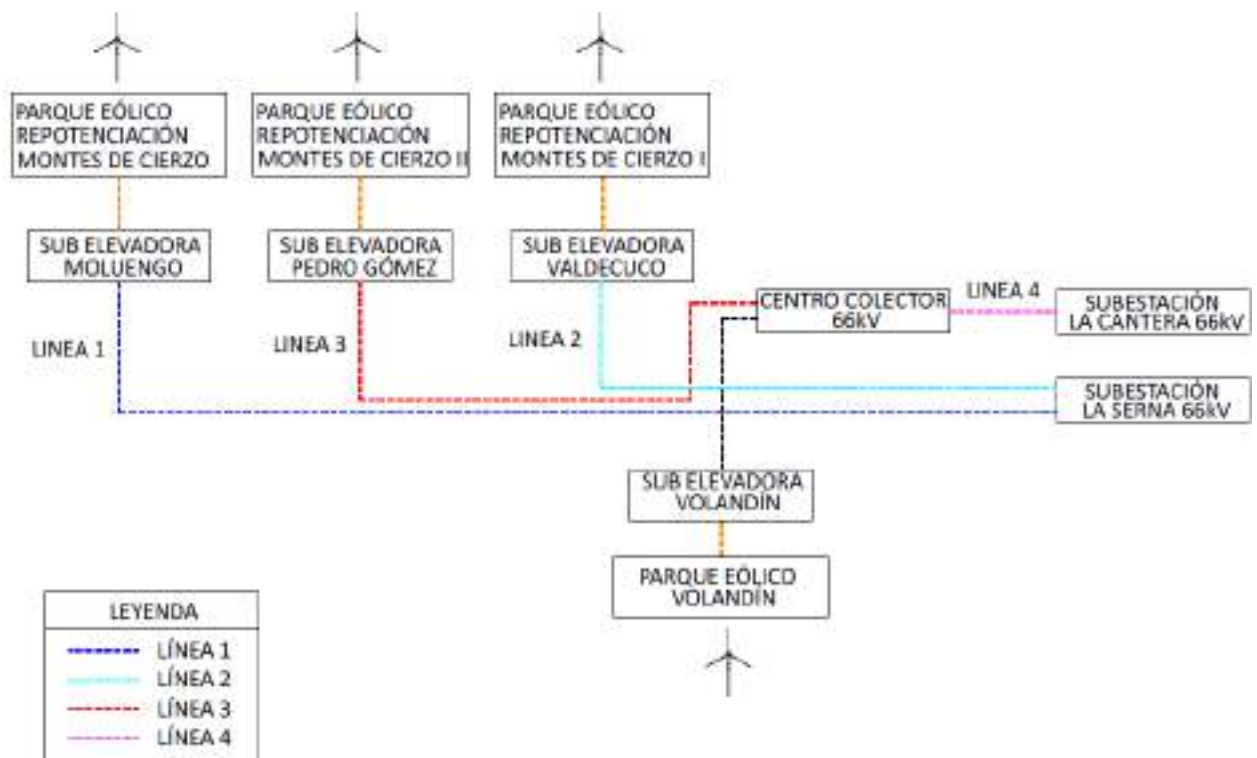
1	ANTECEDENTES CÁLCULO INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA .....	4
2	NORMATIVA.....	5
3	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA.....	6
3.1	TRAZADO CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA.....	7
3.2	SISTEMAS DE INSTALACIÓN.....	8
4	CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES .....	10
4.1	CÁLCULO DE LA RED DE ALTA TENSIÓN .....	10
5	DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE .....	14
5.1	DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE SEGÚN EL CRITERIO DE MÁXIMA CORRIENTE ADMISIBLE....	14
5.1.1	INTENSIDAD ADMISIBLE POR LA LÍNEA .....	15
5.2	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR .....	15
5.3	DIMENSIONAMIENTO DE LA MALLA DEL CABLE.....	16
5.4	DATOS DEL CABLE SELECCIONADO .....	17
5.5	MODELIZACIÓN DEL CABLE SELECCIONADO .....	18
6	SISTEMA DE INSTALACIÓN CABLE ELÉCTRICO.....	20
7	PARÁMETROS ELECTRICOS DE LA INSTALACIÓN.....	21
7.1	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR.....	21
7.2	RESISTENCIA DE LA PANTALLA .....	22
7.3	REACTANCIA DEL CONDUCTOR.....	22
7.4	CAPACIDAD CONDUCTORES-PANTALLAS .....	23
7.5	RESULTADOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS .....	23
8	COMPORTAMIENTO TÉRMICO CABLE EN LA INSTALACIÓN.....	26
8.1	CÁLCULO DE RESISTENCIAS TÉRMICAS.....	26
8.1.1	RESISTENCIA TÉRMICA ENTRE CONDUCTOR Y ENVOLVENTE .....	26
8.1.2	RESISTENCIA TÉRMICA ENTRE CUBIERTA Y ARMADURA .....	26
8.1.3	RESISTENCIA TÉRMICA DEL REVESTIMIENTO EXTERIOR.....	26
8.1.4	RESISTENCIA TÉRMICA ENTRE LA SUPERFICIE DEL CABLE Y EL MEDIO CIRCUNDANTE .....	27
8.2	RESULTADOS PARÁMETROS TÉRMICOS .....	29
9	CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS ELECTRICAS .....	32
9.1	PÉRDIDAS DE POTENCIA EN EL CONDUCTOR .....	32
9.2	PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LAS PANTALLA.....	32
9.3	PÉRDIDAS DE POTENCIA EN EL AISLAMIENTO.....	33
9.4	PÉRDIDAS DE POTENCIA TOTALES .....	34
10	CAÍDA DE TENSIÓN .....	39
11	TENSIÓN INDUCIDA EN LAS PANTALLAS METÁLICAS.....	41
11.1	TENSIÓN INDUCIDA PANTALLA-TIERRA EN SERVICIO PERMANENTE A PLENA CARGA. ....	42
11.2	TENSIÓN INDUCIDA PANTALLA-TIERRA EN CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO .....	42
11.3	TENSIÓN INDUCIDA PANTALLA-TIERRA EN CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO.....	43
12	DESCARGADORES DE TENSIONES .....	44
12.1	SELECCIÓN DE LIMITADORES DE TENSIÓN.....	44

	<p>MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA) TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)</p>	
--	---	--

13 PUNTOS SINGULARES .....46

## 1 ANTECEDENTES CÁLCULO INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA

En el presente anexo, se muestran tanto los cálculos eléctricos como los cálculos térmicos correspondientes a la instalación subterránea mediante cables aislados, y que forman parte de las nuevas líneas de conexión subterráneas de alta tensión en 66 kV, para la evacuación de la energía producida por los siguientes parques eólicos:



Nº de Línea	Evacuación Parque Eólico	Subestación Origen	Subestación Destino
1	Repotenciación Montes de Cierzo	Moluengo	La Serna
2	Repotenciación Montes de Cierzo I	Valdecuco	La Serna
3	Repotenciación Montes de Cierzo II	Pedro Gómez	Centro Colector
4	Repotenciación Montes de Cierzo II + Volandín	Centro Colector	La Cantera

Estas cuatro líneas serán objeto del cálculo y posterior análisis del presente anexo, ya que al compartir en varias partes de sus recorridos la canalización subterránea, se establece la necesidad de considerar los efectos térmicos y eléctricos que pueden figurar y aparecer por interacciones mutuas y de proximidad entre los cables aislados de estas líneas.

Por un lado, el cálculo eléctrico se realizará a partir de las características del cable a instalar, del tipo de instalación a realizar y de las condiciones en que se lleve a cabo dicha instalación, obteniéndose los parámetros eléctricos que definen la línea (intensidad máxima admisible, intensidad de cortocircuito, caída de tensión, etc.).



Por otra parte, para la evaluación de la capacidad de transporte del cable, así como el comportamiento desde un punto de vista del calentamiento del mismo, se calcula siguiendo el guion marcado en la Norma UNE 21144:199, equivalente a la Norma CEI-287.

## 2 NORMATIVA

Serán de obligado cumplimiento las siguientes normas e instrucciones técnicas:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE N° 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- 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.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de Julio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.

### 3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA

Los recorridos previstos para estas líneas subterráneas tienen el inicio, tal y como se ha indicado, en las correspondientes subestaciones elevadoras al nivel de tensión de 66 kV y finalizan en diferentes puntos en función de los puntos de evacuación y conexión establecidos (Subestación La Serna, parque exterior la Cantera y parque interior del nuevo Centro Colector). Dichos recorridos pueden observarse en los planos adjuntos al presente proyecto.

Los niveles de tensión y características generales de estas líneas de conexión serán las siguientes:

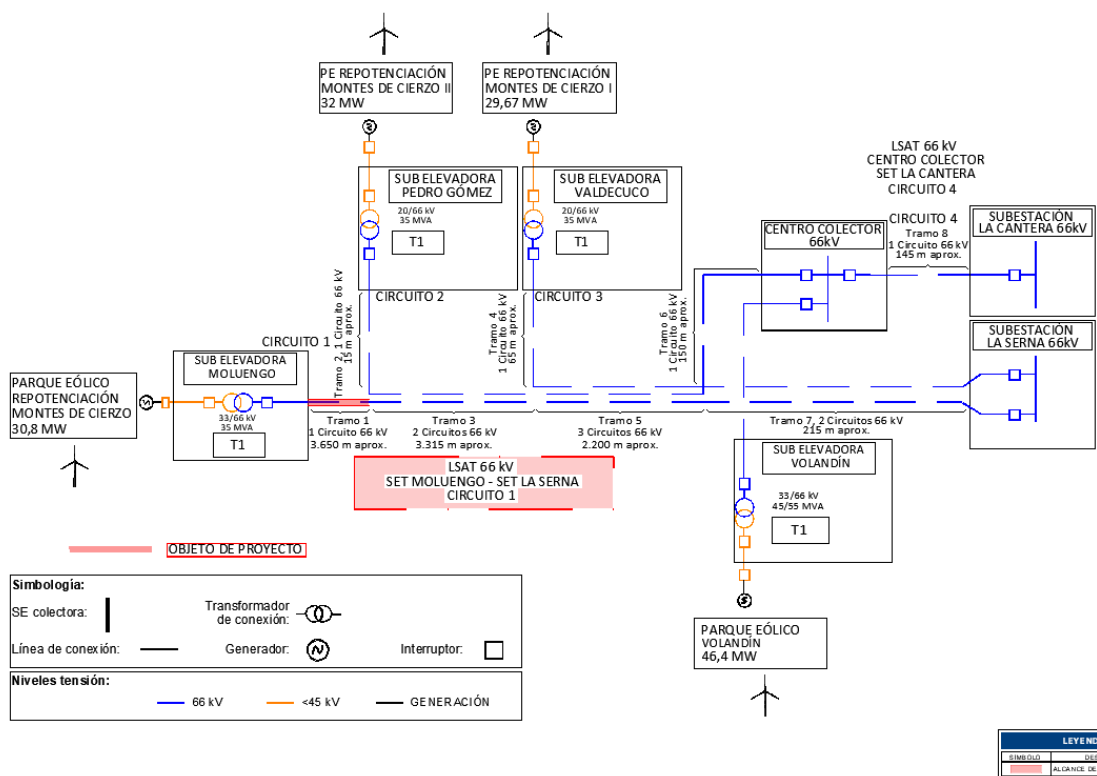
Tensión Nominal (Vn)	Tensión más elevada	Características mínimas del cable y accesorios	
66 kV	72,5 kV	U <sub>0</sub> /U (kV)	Um (kV)
		36/66	72,5

DATOS CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA	
Tipo de canalización	Cable directamente enterrado
(*) Temperatura del aire ambiente (°C)	40
Resistividad Eléctrica del Terreno (Ω*m)	100
(*) Resistividad Térmica del Terreno (°K*m/W)	1,5
(*) Resistividad Térmica de Arena (°K*m/W)	1,2
DATOS GENERALES DE LAS LÍNEAS	
Nº de Ternas/línea	1 (En líneas 1,2 y 3) 2 (En línea 4).
Profundidad al eje de la terna (mm)	1300
Configuración de los conductores	Tresbolillo
Nivel de Tensión	66 kV
Frecuencia (Hz)	50

(\*) Se considera las condiciones más desfavorables para el cable en condiciones de verano.

### 3.1 TRAZADO CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA.

Tal y como se ha indicado anteriormente las líneas subterráneas objeto del presente anexo, a lo largo de su recorrido se ejecutará su instalación, de tal forma que parte del mismo se llevará a cabo en “tramos” comunes entre ellas compartiendo por tanto canalización subterránea (zanja) y recorrido. Es por ello, que dicha instalación subterránea se ha dividido en diferentes tramos en los cuales se diferencia por el número de circuitos que componen dicho tramo. A continuación, se representa los mencionados tramos, con sus distancias aproximadas y las líneas que los recorren.



Nº de Línea	Tramos recorridos	Longitudes totales aproximadas (metros)	Intensidades nominales (Amperios)
1	1,3,5 y 7	9.305	306,17
2	4,5 y 7	2.470	306,17
3	2,3,5 y 6	5.700	306,17
4	8	145	787,30

### 3.2 SISTEMAS DE INSTALACIÓN

El sistema de instalación de los cables aislados definidos de las mencionadas líneas subterráneas se establece como un sistema combinado de tal forma que puedan compartir en un mismo punto las cámaras de empalme, en donde se llevará a cabo el método de instalación y de la puesta a tierra de las pantallas de cable.

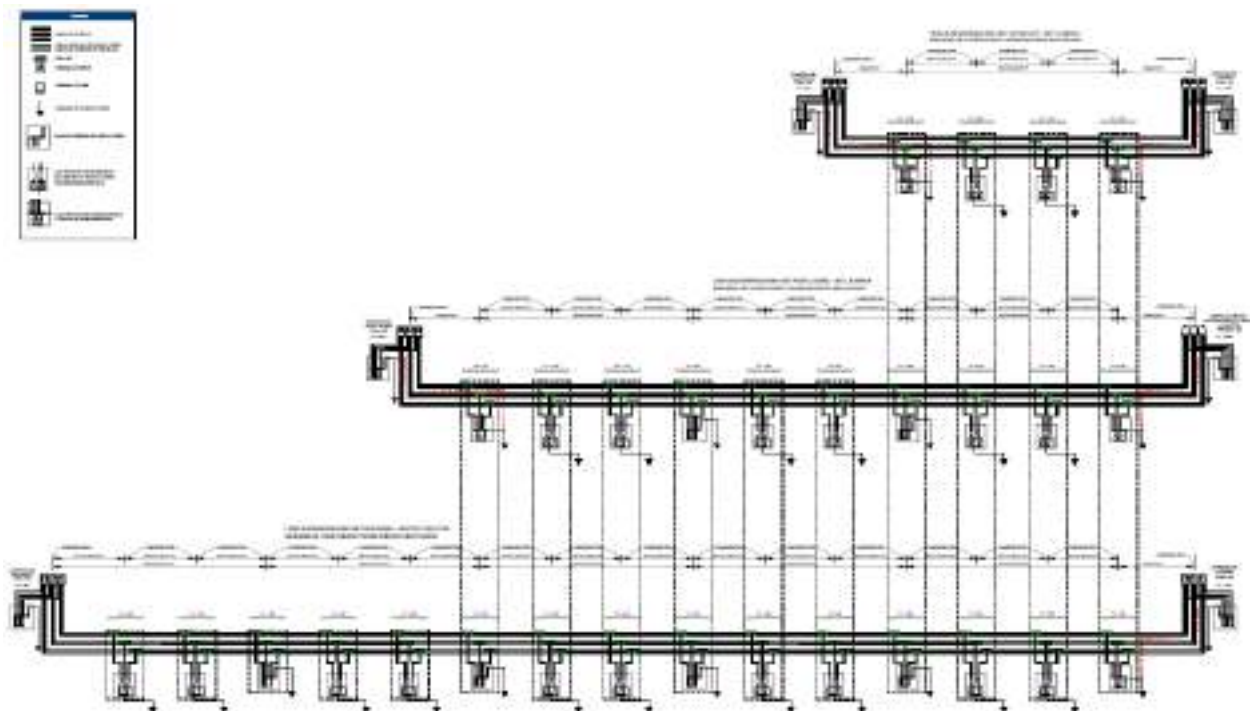
Se consideran dos métodos de instalación debido a la longitud de las líneas consideradas, uno de ellos es el denominado como “Single Point” o sistema de punto único, con las pantallas del cable puesta a tierra en un solo punto, estando en el otro extremo las pantallas aisladas de tierra.

El otro método considerado es el denominado como sistema “Cross Bonding” o sistema de conexión cruzada de las pantallas de los cables, consistente en dividir la longitud total de la línea en secciones mediante discontinuidades en las pantallas, efectuando en cada cambio de sección una conexión cruzada de pantallas. Los puntos naturales para establecer la discontinuidad serán los empalmes. El esquema a efectuar será el formado por varias “secciones mayores” conteniendo, cada una de ellas, tres “secciones menores”.

Dichos sistemas de instalación pueden verse en los planos que acompañan al presente documento. Concretamente en los planos denominados como: 342226404-3303-424\_revA\_ESQUEMA DE CONEXIONADO.

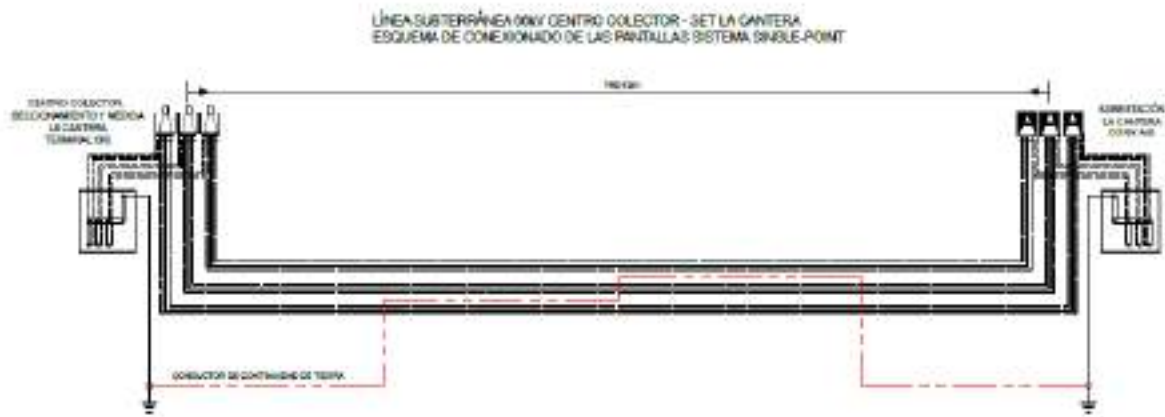
A continuación, se reflejan dichos esquemas para las líneas:

- Para las líneas 1 ,2 y 3:





- Para la línea 4:



De esta forma se establecen los siguientes sistemas de conexión de las pantallas de los cables:

Nº de Línea	Tramos recorridos	Longitudes totales aproximadas (metros)	Intensidades nominales (Amperios)	Sistema de conexión.
1	1,3,5 y 7	7.970	306,17	Doble single point+Cross Bonding + Single Point*
2	4,5 y 7	2.470	306,17	Single Point + Cross Bonding + Single Point
3	2,3,5 y 6	5.700	306,17	Single Point + Cross Bonding + Single Point
4	8	145	787,30	Single Point

\*Este esquema se propone por coherencia con la descripción de partes de este circuito que se describen en otros documentos, sin embargo esta instalación podría sustituirse por el sistema de Crossbonding en todo el recorrido del Circuito 1.



## 4 CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES

Cómo método de cálculo de comprobación del cable se va a emplear el propuesto por el fabricante del mismo y si este no cubriese las condiciones de instalación se realizarán cálculos térmicos con software específico.

Se realizará el cálculo de los conductores de las líneas de Alta Tensión según los criterios siguientes:

- Intensidad máxima permisible
- Caída de tensión máxima
- Intensidad de cortocircuito

### 4.1 CÁLCULO DE LA RED DE ALTA TENSIÓN

Se han realizado los cálculos necesarios para optimizar la sección del conductor de alta tensión en 66 kV, en cada una de las líneas que forman la instalación de evacuación de los tres parques eólicos. La estrecha relación entre en ciertos tramos de la canalización subterránea hacen conveniente realizar el estudio en todo el conjunto.

Nº de Línea	Longitudes totales aproximadas (metros)	Intensidades nominales (Amperios)	Nº de ternas	Sistema de conexión.	Sección de cable mm <sup>2</sup> /conductor
1	7.970	306,17	1	Doble Single Point + Cross Bonding + Single Point	630/Al
2	2.470	306,17	1	Single Point + Cross Bonding + Single Point	630/Al
3	5.700	306,17	1	Single Point + Cross Bonding + Single Point	630/Al
4	145	787,30	2	Single Point	1200/Al

Las características eléctricas de este tipo de cables son las siguientes:

TABLA CABLE 1				
CABLE 1: GENERAL CABLE XLPE 72,5kV AL				
Temperatura Máx. Conductor=	90,0 °C	Material =	AL	
Temperatura del Terreno=	20,0 °C	Frecuencia =	50 Hz	
Resistividad Térmica Terreno=	1,0 K·m/W	Tensión =	72,5kV	
Profundidad Enterramiento=	1,50 m			
SECCIÓN	I <sub>MAX</sub>		Resistencia	Reactancia
	ENTERRADO	ENTUBADO	R a 90,0 °C	X
(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(Ω/km)	(Ω/km)
630	658,0	582,0	0,062	0,103

TABLA CABLE 2 (Single Point)				
CABLE 2: GENERAL CABLE XLPE 72,5kV AL				
Temperatura Máx. Conductor=	90,0 °C	Material =	AL	
Temperatura del Terreno=	20,0 °C	Frecuencia =	50 Hz	
Resistividad Térmica Terreno=	1,0 K·m/W	Tensión =	72,5kV	
Profundidad Enterramiento=	1,50 m			
SECCIÓN	I <sub>MAX</sub>		Resistencia	Reactancia
	ENTERRADO	ENTUBADO	R a 90,0 °C	X
(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(Ω/km)	(Ω/km)
1200	937,0	987,0	0,036	0,094

Los valores de I<sub>max</sub> de la tabla anterior corresponden a los valores de intensidad máxima admisible por los conductores en las condiciones de instalación indicadas en la tabla (condiciones estándar). Debido a que las condiciones de instalación serán diferentes, se han verificado aplicando los factores correctores indicados en por el fabricante.

Las condiciones en las que se instalarán los circuitos serán las siguientes:

- Factor de potencia: 0,95
- Frecuencia: 50 Hz
- Tensión nominal: 30 kV
- Temperatura de servicio: 90°C
- Temperatura del terreno: 25°C
- Temperatura ambiente: 40°C
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K m/W
- Profundidad de instalación en tierra: 1,3 m
- Separación entre ternas de 300 mm (Líneas nº 1, nº 2 y nº 3) y 500 mm (Línea nº 4)



Debido a que los circuitos se encontrarán directamente enterrados a 25 °C, separados 300-500 mm entre ellos, a 1,3 m de profundidad en tierra, y que la resistividad térmica del terreno es de 1,5 K·m/W, habrá que aplicar unos coeficientes de disminución de la intensidad máxima admitida

La fórmula aplicada para determinar la caída de tensión será:

$$\mu\% = \frac{\sqrt{3} \times L \times I (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \times 100}{U}$$

Siendo:

- $\mu\%$  = Caída de tensión en %.
- L = Longitud en Km
- R = Resistencia del aluminio en Ω/km
- X = Reactancia del aluminio en Ω/km
- U = Tensión nominal en V
- $\cos \varphi = 0,90$
- $\sin \varphi = 0,44$

	MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA) TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)	
--	--	--

Con lo expuesto anteriormente se ha confeccionado una tabla de cálculo en la que se comprueba que las líneas las distintas magnitudes expuestas por columnas, resuelve sobradamente los criterios de cálculo siguientes:

Caída de tensión máxima de 2,5%

Grado de utilización posible del cable del 95%

Además, se prestará especial atención a las pérdidas por efecto Joule.

Una vez que los cálculos se realizan de acuerdo con los criterios de cálculo previos y el RLAT, estos son los resultados obtenidos que indican que la selección de cables es adecuada:



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
 (NUDO LA SERNA)  
 TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



Líneas 1,2 y 3:

**CÁLCULO DE RED 66 kV según RLAT-2008: LÍNEA nº 1**

DE POSICIÓN		TENSIÓN		POTENCIA	POTENCIA Acumulada	INTENSIDAD AD Acumulada	CABLE	LONGITUD Medida	LONGITUD Cálculo	Nº de TERNAS	TIPO Instalación	TIPO Zanja	Nº de Conductores	SECCIÓN	Temperatura del Terreno	Resistividad Térmica del Terreno	Separación entre TERNAS	Profundidad	Coeficientes Correctores de Intensidad Máxima				INTENSIDAD MÁXIMA	Grado utilización cable	Resistencia	Reactancia	CAÍDA TENSIÓN Parcial	CAÍDA TENSIÓN Acumulada	CAÍDA TENSIÓN Acumulada	POTENCIA PÉRDIDA Parcial	POTENCIA PÉRDIDA Acumulada	POTENCIA PÉRDIDA Acumulada	
A POSICIÓN		(kV)	(kV)	(kW)	(kW)	(A)		(km)	(km)					(mm <sup>2</sup> )	(°C)	(K·m/W)	(mm)	(m)	Kt	Kr	Ka	Kp	K	K-1	(%)	(Ω/km)	(Ω/km)	(V)	(V)	(%)	(kW)	(kW)	(%)
MOLUENGO	LA SERNA	66	33250	33250	306,171		Cable 1	7,970	8,611	1	Enterrado Normal		1	630	25,0	1,5	300	1,30	1,0000	0,8389	1,0000	1,0167	0,8529	561,213	54,6	0,062	0,103	415,537	415,537	0,630	150,377	150,377	0,452

**CÁLCULO DE RED 66 kV según RLAT-2008: LÍNEA nº 2**

DE POSICIÓN		TENSIÓN		POTENCIA	POTENCIA Acumulada	INTENSIDAD AD Acumulada	CABLE	LONGITUD Medida	LONGITUD Cálculo	Nº de TERNAS	TIPO Instalación	TIPO Zanja	Nº de Conductores	SECCIÓN	Temperatura del Terreno	Resistividad Térmica del Terreno	Separación entre TERNAS	Profundidad	Coeficientes Correctores de Intensidad Máxima				INTENSIDAD MÁXIMA	Grado utilización cable	Resistencia	Reactancia	CAÍDA TENSIÓN Parcial	CAÍDA TENSIÓN Acumulada	CAÍDA TENSIÓN Acumulada	POTENCIA PÉRDIDA Parcial	POTENCIA PÉRDIDA Acumulada	POTENCIA PÉRDIDA Acumulada	
A POSICIÓN		(kV)	(kV)	(kW)	(kW)	(A)		(km)	(km)					(mm <sup>2</sup> )	(°C)	(K·m/W)	(mm)	(m)	Kt	Kr	Ka	Kp	K	K-1	(%)	(Ω/km)	(Ω/km)	(V)	(V)	(%)	(kW)	(kW)	(%)
VALDECUCO	LA SERNA	66	33250	33250	306,171		Cable 1	2,470	2,698	1	Enterrado Normal		1	630	25,0	1,5	300	1,30	1,0000	0,8389	1,0000	1,0167	0,8529	561,213	54,6	0,062	0,103	130,212	130,212	0,197	47,122	47,122	0,142

**CÁLCULO DE RED 66 kV según RLAT-2008: LÍNEA nº 3**

DE POSICIÓN		TENSIÓN		POTENCIA	POTENCIA Acumulada	INTENSIDAD AD Acumulada	CABLE	LONGITUD Medida	LONGITUD Cálculo	Nº de TERNAS	TIPO Instalación	TIPO Zanja	Nº de Conductores	SECCIÓN	Temperatura del Terreno	Resistividad Térmica del Terreno	Separación entre TERNAS	Profundidad	Coeficientes Correctores de Intensidad Máxima				INTENSIDAD MÁXIMA	Grado utilización cable	Resistencia	Reactancia	CAÍDA TENSIÓN Parcial	CAÍDA TENSIÓN Acumulada	CAÍDA TENSIÓN Acumulada	POTENCIA PÉRDIDA Parcial	POTENCIA PÉRDIDA Acumulada	POTENCIA PÉRDIDA Acumulada	
A POSICIÓN		(kV)	(kV)	(kW)	(kW)	(A)		(km)	(km)					(mm <sup>2</sup> )	(°C)	(K·m/W)	(mm)	(m)	Kt	Kr	Ka	Kp	K	K-1	(%)	(Ω/km)	(Ω/km)	(V)	(V)	(%)	(kW)	(kW)	(%)
PEDRO GOMEZ	CENTRO COLECTOR	66	33250	33250	306,171		Cable 1	5,700	6,171	1	Enterrado Normal		1	630	25,0	1,5	300	1,30	1,0000	0,8389	1,0000	1,0167	0,8529	561,213	54,6	0,062	0,103	297,775	297,775	0,451	107,761	107,761	0,324

Single Point

**CÁLCULO DE RED 66 kV según RLAT-2008: Línea nº 4**

DE POSICIÓN		TENSIÓN		POTENCIA	POTENCIA Acumulada	INTENSIDAD AD Acumulada	CABLE	LONGITUD Medida	LONGITUD Cálculo	Nº de TERNAS	TIPO Instalación	TIPO Zanja	Nº de Conductores	SECCIÓN	Temperatura del Terreno	Resistividad Térmica del Terreno	Separación entre TERNAS	Profundidad	Coeficientes Correctores de Intensidad Máxima				INTENSIDAD MÁXIMA	Grado utilización cable	Resistencia	Reactancia	CAÍDA TENSIÓN Parcial	CAÍDA TENSIÓN Acumulada	CAÍDA TENSIÓN Acumulada	POTENCIA PÉRDIDA Parcial	POTENCIA PÉRDIDA Acumulada	POTENCIA PÉRDIDA Acumulada	
A POSICIÓN		(kV)	(kV)	(kW)	(kW)	(A)		(km)	(km)					(mm <sup>2</sup> )	(°C)	(K·m/W)	(mm)	(m)	Kt	Kr	Ka	Kp	K	K-1	(%)	(Ω/km)	(Ω/km)	(V)	(V)	(%)	(kW)	(kW)	(%)
CENTRO COLECTOR	LA CANTERA	66	85500	85500	787,296		Cable 1	0,160	0,215	3	Enterrado Normal		2	1200	25,0	1,5	500	1,30	1,0000	0,8364	0,8000	1,0167	0,6803	#####	61,8	0,036	0,094	18,536	18,536	0,028	14,233	14,233	0,017

## 5 DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE

### 5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE SEGÚN EL CRITERIO DE MÁXIMA CORRIENTE ADMISIBLE

En primer lugar se verifica que la máxima corriente en régimen permanente soportada por el cable es mayor a la corriente nominal que circulara por el mismo:

$$I_{max adm} > I_n$$

La intensidad máxima que obtenemos en el nivel de 66 kV son las siguientes:

- Líneas 1,2 y 3:

para una potencia de 35 MVA correspondiente para cada uno de los parques eólicos Repotenciación de Montes de Cierzo (potencia máxima del transformador de potencia):

$$I_n = 306,17 \text{ A}$$

- Línea 4:

para una potencia de 55 MVA correspondiente al PE El Vollandín y 35 MVA correspondiente a Repotenciación de Montes de Cierzo II (potencia máxima del transformador de potencia):

$$I_n = 787,29 \text{ A}$$

Por otro lado, se establece:

- Corriente máxima admisible a través del conductor (A).
- Corriente máxima admisible a través de la pantalla (A). Está corriente será el resultado de la combinación por un lado de la corriente amperimétrica que circula por la pantalla debida a los acoplamientos electromagnéticos con posibles elementos próximos de la instalación y por otro la corriente de circulación por defecto de Foucault.

Las condiciones normales de instalación se han tomado de la Norma UNE 21144-3-1, y son las siguientes:

- Temperatura del suelo: 25 °C
- Resistividad térmica del suelo, en cables > 18/30: 1 K·m/W
- Temperatura máxima del aire ambiente: 35 °C

Para este proyecto se considera (a raíz de los cálculos anteriores) por utilizar un cable con conductor de aluminio, aislamiento de Polietileno reticulado (XLPE) de 36/66 kV tipo

- Líneas 1,2 y 3: RHZ1-RA+2OL (AS) 36/66 kV 1x630 KAI +H95.
- Línea 4: RHZ1-RA+2OL (AS) 36/66 kV 1x1200 KAI +H95.

### 5.1.1 INTENSIDAD ADMISIBLE POR LA LÍNEA

Línea	Tipo de conexión de las pantallas	I <sub>adm</sub> (A)	Potencia admisible
1 terna 630 mm <sup>2</sup> 66 kV	Cross Bonding	423	48 MVA
2 ternas 1200 mm <sup>2</sup> 66 kV	Single Point	1275	145 MVA

### 5.2 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR

Una vez calculada la mínima corriente en régimen permanente que debe tener el cable, y por tanto la sección mínima que debe cumplir, se verifica que la máxima corriente de cortocircuito que puede soportar el cable durante un tiempo determinado es superior a la máxima corriente de falta que puede producirse en ese punto de la instalación.

Las intensidades de cortocircuito máximas admisibles en el conductor establecido viene definido en la siguiente tabla para un tiempo de cortocircuito de 1 segundo, según los valores obtenidos a partir de los cálculos descritos en la UNE 21-192-92 que se detallan.

Tomando como base la mencionada norma, la expresión para el cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito es:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

S = sección

t = duración del cortocircuito

θ<sub>f</sub> = temperatura final

θ<sub>i</sub> = temperatura inicial

K= Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al final del cortocircuito. En nuestro caso para t=1s, K =94 A/mm<sup>2</sup>

K coincide con el valor de la densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito en los conductores, de los cables aislados con diferentes materiales y en función de los tiempos de duración del cortocircuito. Tal y como se refleja en la tabla 26 del ICT-LAT 06.

**Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de aluminio**

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t <sub>cc</sub> , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC: sección ≤ 300 mm <sup>2</sup> sección > 300 mm <sup>2</sup>	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR U <sub>o</sub> /U <sub>s</sub> ≤ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito se consideran las siguientes temperaturas:

Temperatura inicial conductor: 90/ 80 °C

Temperatura final conductor: 250 °C

Teniendo en cuenta estos datos, y la sección preliminar definida en el primer paso, se calcula el valor de corriente de falta que aguantará un cable de esta sección, y se comprueba si el cable soporta, durante al menos 0,5 segundo, la máxima corriente de cortocircuito que se producirá en ese punto.

El cable de 630 mm<sup>2</sup>, soportara como mínimo 59 kA, que es superior a la máxima corriente de corto-circuito considerada en este nivel de tensión (31,5 kA). Por tanto, el criterio de corto-circuito se cumpliría.

### 5.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA MALLA DEL CABLE

Los cables del presente proyecto cuentan con una capa semiconductor por la parte externa del aislamiento que proporciona un blindaje integral y que tiene por objeto, confinar el campo eléctrico, en superficie interior y lograr un gradiente de potencial, radialmente uniforme. Este blindaje constituye la protección eléctrica contra contactos involuntarios y en casos de averías mecánicas graves, debe prevenir las tensiones de contacto, la descarga de la corriente capacitiva del cable en servicio normal y de la corriente de cortocircuito, en caso de falla. Este blindaje, para cumplir con su cometido, debe estar conectado a tierra, y además tener continuidad eléctrica en los empalmes.

La pantalla eléctrica, según la normativa vigente, debe poseer una resistencia eléctrica no mayor de 3,3 ohm/Km a 20 °C, por lo que se debe verificar que la sección de la misma es suficiente para conducir la corriente de corto circuito. Para calcular esta sección mínima se utiliza la siguiente formula:

$$S = IxT^{0,5} / K(mm^2)$$

- I: corriente de corto circuito monofásica a tierra (A)
- T: tiempo de actuación de las protecciones (1 seg)
- S : sección mínima de cobre que debe tener la pantalla (mm2)
- K: densidad máxima de corriente, a 250 °C es 143

Consideraremos a efectos de dimensionamiento una corriente de cortocircuito de 10 kA.

Por tanto, resulta una sección mínima de la pantalla deberá de ser de: 69 mm<sup>2</sup>.

## 5.4 DATOS DEL CABLE SELECCIONADO

Los cálculos realizados para la instalación de este proyecto se han realizado considerando la corriente asociada a la máxima generación de la instalación.

El comportamiento del cable y, por consiguiente, de la instalación, vendrá condicionado por las características constructivas del mismo.

Los cables presentan, en general, una estructura de sección circular, formada por diversas capas de materiales. Los materiales y dimensiones que componen estas capas deben definirse atendiendo a criterios térmicos, eléctricos y mecánicos.

El cable de potencia a tender en la canalización subterránea será cable unipolar de aluminio de las siguientes características:

- Líneas 1,2 y 3
- **Denominación:** AL RHZ1-RA-2OL 36/66 kV 1x630 mm<sup>2</sup> K AL + H95
- **Características mecánicas del cable:**
  - Tipo de cable: XLPE 36/66 kV
  - Sección conductor/material: 630 mm<sup>2</sup> (Al)
  - Sección pantalla/material: 95 mm<sup>2</sup> (Cu)
  - Diámetro conductor (mm): 30,2
  - Diámetro semiconductor interno (mm): 32,5
  - Diámetro aislamiento (mm): 54,1
  - Diámetro cubierta (mm): 66,5
- Línea 4
- **Denominación:** AL RHZ1-RA-2OL 36/66 kV 1x1200 mm<sup>2</sup> K AL + H95
- **Características mecánicas del cable:**
  - Tipo de cable: XLPE 36/66 kV
  - Sección conductor/material: 1200 mm<sup>2</sup> (Al)
  - Sección pantalla/material: 95 mm<sup>2</sup> (Cu)
  - Diámetro conductor (mm): 43,5
  - Diámetro semiconductor interno (mm): 46,5
  - Diámetro aislamiento (mm): 69,5
  - Diámetro cubierta (mm): 84,2



## 5.5 MODELIZACIÓN DEL CABLE SELECCIONADO

A partir de las características del cable seleccionado se establece a continuación la modelización del mismo en el programa de cálculo, de cara al estudio de su comportamiento en las condiciones indicadas de funcionamiento.

- Líneas 1,2 y 3

No.	Description	Unit	1
<b>General Cable Information</b>			
1	Cable Equipment ID		630MM_66KV
2	Number of Cores		Single Core
3	Voltage	[kV]	66
4	Conductor Area	[mm²]	630,0
5	Cable Overall Diameter	[mm]	66,5
6	Maximum Steady-State Conductor Temperature	[°C]	90
7	Maximum Emergency Conductor Temperature	[°C]	110
<b>Conductor</b>			
8	Material		Aluminum
9	Electrical Resistivity at 20°C	[μΩ.cm]	2,8264
10	Temperature Coefficient at 20°C	[1/K]	0,00403
11	Reciprocal of Temperature Coefficient of Resistance (BETA)	[K]	228,1389578
12	Volumetric Specific Heat (SH)	[J/(K*cm³)]	2,5
13	Construction		Round Stranded
14	Number of Wires Composing Stranded Conductor		n/a
15	Conductor Insulation System		Extruded
16	Milliken Wires Construction		n/a
17	Ks (Skin Effect Coefficient)		1
18	Kp (Proximity Effect Coefficient)		0,8
19	Diameter	[mm]	30,2
<b>Conductor Shield</b>			
20	Thickness	[mm]	1,0
21	Diameter	[mm]	32,2
<b>Insulation</b>			
22	Material		XLPE Filled
23	Thermal Resistivity	[K.m/W]	3,5
24	Dielectric Loss Factor - ( tan delta )		0,005
25	Relative Permittivity - ( epsilon )		3
26	Specific Insulation Resistance Constant at 60°F - ( K )	[MΩ.km]	6096
27	Thickness	[mm]	9,4
28	Diameter	[mm]	51,0
<b>Insulation Screen</b>			
29	Material		Semi Conducting Screen
30	Thickness	[mm]	1,3
31	Diameter	[mm]	53,6
<b>Concentric neutral/Skid wires</b>			
32	Are Concentric Neutral Wires Around Each Core?		n/a
33	Material		Copper
34	Electrical Resistivity at 20°C	[μΩ.cm]	1,7241
35	Temperature Coefficient at 20°C	[1/K]	0,00393
36	Reciprocal of Temperature Coefficient of Resistance (BETA)	[K]	234,5
37	Volumetric Specific Heat (SH)	[J/(K*cm³)]	3,45
38	Wire Type		Round Wires
39	Length of Lay	[mm]	100,0
40	Number of Wires		53
41	Wire Gauge		Undefined
42	Thickness	[mm]	3,0
43	Diameter	[mm]	59,6
<b>Jacket</b>			
44	Material		Polyethylene
45	Thermal Resistivity	[K.m/W]	3,5
46	Thickness	[mm]	3,45
47	Diameter	[mm]	66,5

- Línea 4

No.	Description	Unit	1
<b>General Cable Information</b>			
1	Cable Equipment ID		XLPE 38_66 KV 1200 AL NKT
2	Number of Cores		Single Core
3	Voltage	[kV]	66
4	Conductor Area	[mm <sup>2</sup> ]	1200,0
5	Cable Overall Diameter	[mm]	84,2
6	Maximum Steady-State Conductor Temperature	[°C]	90
7	Maximum Emergency Conductor Temperature	[°C]	110
<b>Conductor</b>			
8	Material		Aluminum
9	Electrical Resistivity at 20°C	[μΩ.cm]	2,8264
10	Temperature Coefficient at 20°C	[1/K]	0,00403
11	Reciprocal of Temperature Coefficient of Resistance (BETA)	[K]	228,1389578
12	Volumetric Specific Heat (SH)	[J/(K*cm <sup>3</sup> )]	2,5
13	Construction		Round Stranded
14	Number of Wires Composing Stranded Conductor		n/a
15	Conductor Insulation System		Extruded
16	Milliken Wires Construction		n/a
17	Ks (Skin Effect Coefficient)		1
18	Kp (Proximity Effect Coefficient)		0,8
19	Diameter	[mm]	43,5
<b>Conductor Shield</b>			
20	Thickness	[mm]	1,5
21	Diameter	[mm]	46,5
<b>Insulation</b>			
22	Material		XLPE Filled
23	Thermal Resistivity	[K.m/W]	3,5
24	Dielectric Loss Factor - ( tan delta )		0,005
25	Relative Permittivity - ( epsilon )		3
26	Specific Insulation Resistance Constant at 60°F - ( K )	[MΩ.km]	6096
27	Thickness	[mm]	10,0
28	Diameter	[mm]	66,5
<b>Insulation Screen</b>			
29	Material		Semi Conducting Screen
30	Thickness	[mm]	1,5
31	Diameter	[mm]	69,5
<b>Concentric neutral/Skid wires</b>			
32	Are Concentric Neutral Wires Around Each Core?		n/a
33	Material		Copper
34	Electrical Resistivity at 20°C	[μΩ.cm]	1,7241
35	Temperature Coefficient at 20°C	[1/K]	0,00393
36	Reciprocal of Temperature Coefficient of Resistance (BETA)	[K]	234,5
37	Volumetric Specific Heat (SH)	[J/(K*cm <sup>3</sup> )]	3,45
38	Wire Type		Round Wires
39	Length of Lay	[mm]	200,0
40	Number of Wires		78
41	Wire Gauge		Undefined
42	Thickness	[mm]	1,38
43	Diameter	[mm]	72,26
<b>Jacket</b>			
44	Material		Polyethylene
45	Thermal Resistivity	[K.m/W]	3,5
46	Thickness	[mm]	5,97
47	Diameter	[mm]	84,2

## 6 SISTEMA DE INSTALACIÓN CABLE ELÉCTRICO

Tal y como se ha indicado en anteriores capítulos, el sistema de instalación de los cables aislados definidos de las mencionadas líneas subterráneas se establece como un sistema con las pantallas del cable puesta a tierra.

Nº de Línea	Parque Eólico	Tramos recorridos	Longitudes totales aproximadas (metros)	Intensidades nominales (Amperios)	Sistema de conexión.
1	Repotenciación Montes de Cierzo	1,3,5 y 7	9.305	306,17	Doble Single point + Cross Bonding + Single Point
2	Repotenciación Montes de Cierzo I	4,5 y 7	2.470	306,17	Single Point + Cross Bonding + Single Point
3	Repotenciación Montes de Cierzo II	2,3,5 y 6	5.700	306,17	Single Point + Cross Bonding + Single Point
4	Repotenciación Montes de Cierzo II + El Volandín	8	145	787,30	Single Point

Las características de instalación de cada uno de los tramos mencionados son las siguientes:

Nº de Tramo	Número de circuitos en zanja	Longitudes tramos (metros)	Sistema de conexión en tramo
1	1	3.650	Doble Single Point + Cross Bonding
2	1	550	Single Point
3	2	2.800	Cross Bonding
4	1	65	Single Point
5	3	2.200	Cross Bonding
6	1	150	Single Point
7	3	215	Single Point
8	3	145	Single Point

Por otro lado, los datos eléctricos de las condiciones de instalación considerando una canalización subterránea del cable directamente enterrado, en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K·m/W y con una temperatura ambiente del terreno de 25°C.

## 7 PARÁMETROS ELECTRICOS DE LA INSTALACIÓN

Con la instalación propuesta, el cable definido y el sistema de conexión de las pantallas, se establecen los siguientes parámetros eléctricos resultado de la modelización de dicha instalación.

### 7.1 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

La resistencia del conductor por unidad de longitud se calcula de acuerdo a la norma UNE 21144, con la siguiente expresión:

Donde: 
$$R_{c.a.} = R'(1 + y_s + y_t)$$

- R': Resistencia del conductor en c.c. a temperatura máxima de servicio. Que viene dada de la expresión:

$$R' = R_0 [1 + \alpha_{20} (\theta - 20)]$$

- R<sub>0</sub>: Resistencia del conductor en cc a 20°C
- θ: Temperatura máxima de servicio: 90° C
- α<sub>20</sub>: Coeficiente variación de la resistividad: 3,93x10<sup>-3</sup>

Por otra parte tendremos que, el campo magnético intrínseco creado por el conductor ocasiona una diferencia en la distribución de intensidad, obteniéndose que la densidad de corriente que circula por la periferia del conductor es mayor que en la presente en el centro del mismo. Esto es lo que se conoce como efecto piel (skin) y afecta a la resistencia mediante el siguiente factor, factor pelicular (y<sub>s</sub>):

$$y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0,8 \cdot x_s^4}$$

Donde

$$x_s^2 = 8\pi f 10^{-7} \frac{k_s}{R'_{CC}}$$

El efecto proximidad corresponde a la deformación del reparto de corriente en el conductor originada por las corrientes inducidas debidas al campo magnético del conductor y los conductores adyacentes. Afecta a la resistencia mediante el siguiente factor, factor de proximidad (y<sub>p</sub>):

$$y_p = \frac{x_p^4}{192 + 0,8 \cdot x_p^4} \left( \frac{dc}{s} \right)^2 \left[ 0,312 \left( \frac{dc}{s} \right)^2 + \frac{1,128}{\frac{x_p^4}{192 + 0,8 \cdot x_p^4} + 0,27} \right]$$

Donde

$$x_p^2 = 8\pi f 10^{-7} \frac{k_p}{R'_{CC}}$$

Los parámetros de entrada  $k_s$  y  $k_p$  mediante las fórmulas recogidas en la norma UNE 21144-1-1 (sección 2.1.1, página 15 y sección 2.1.4.1, página 16, respectivamente.)

## 7.2 RESISTENCIA DE LA PANTALLA

La resistencia de la pantalla por unidad de longitud es obtenida a partir de la resistividad de la pantalla a 20 °C y en corriente continua. La resistencia de las pantallas se calcula de forma análoga a la de los conductores. El efecto pelicular y de proximidad no son aplicables, debiéndose considerar únicamente el efecto corrección de la resistencia por temperatura, que se calcula para la temperatura de límite especificada.

Donde:

$$R_p = \frac{\rho_p}{A_p} [1 + \alpha_{20} (\theta - 20)]$$

- $\rho_p$ : Resistividad de la pantalla a 20 °C
- $A_p$ : Sección total de la pantalla.
- $\theta$ : Temperatura máxima de servicio: 90° C
- $\alpha_{20}$ : Coeficiente variación de la resistividad :  $3,93 \times 10^{-3}$

## 7.3 REACTANCIA DEL CONDUCTOR

La reactancia por km de línea viene dada por la fórmula:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L (\Omega / km)$$

Siendo:

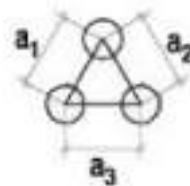
f : Frecuencia de la red.

L: Coeficiente de autoinducción entre fases, cuyo valor es:

$$L = \left[ \left( 0,5 + 2 \ln \left( \frac{2 \cdot D_{mg}}{d} \right) \right) \cdot 10^{-4} \right] (H / km)$$

Siendo:

- $D_{mg}$ : La separación media geométrica entre fases, en mm.



$$DMG = \sqrt[3]{a_1 * a_2 * a_3}$$

Siendo la disposición del conductor en tresbolillo bajo tubo.

## 7.4 CAPACIDAD CONDUCTORES-PANTALLAS

La capacidad por unidad de longitud entre conductor y su pantalla se calcula por la siguiente expresión:

$$C = \frac{\cdot \epsilon_r \cdot \epsilon_0}{\ln\left(\frac{r_e}{r_i}\right)}$$

Siendo:

- $E_r$ : Permitividad relativa del aislante
- $E_0$ : Permitividad relativa del vacío ( $8,85 \cdot 10^{-12}$  F/m)
- $r_e$ : Radio exterior del aislamiento.
- $r_i$ : Radio interior del aislamiento.

Los valores de la permitividad dieléctrica relativa y factor de pérdidas de aislamiento a base de polietileno reticulado se pueden aproximar según norma a los valores de referencia ( $E_r:2,5$ ).

## 7.5 RESULTADOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS

A continuación, se reflejan los resultados de los tramos de la instalación subterránea obtenidos a partir de los parámetros anteriormente reflejados en el programa de cálculo.

- **Tramo 1: Sistema Cross Bonding (1 Circuito)**

No.	Description	Unit	Cable No.1	Cable No.2	Cable No.3
1	<b>Cable Equipment ID</b>		<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>
<b>Resistances</b>					
2	DC Resistance of the conductor at 20°C	[Ω/km]	0,0469	0,0469	0,0469
3	DC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,05398	0,05398	0,05397
4	AC Resistance of Conductor at 20°C	[Ω/km]	0,04953	0,04953	0,04953
5	AC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,0563	0,0563	0,05628
6	DC Resistance of Concentric Wires at 20°C	[Ω/km]	0,09388	0,09388	0,09388
7	DC Resistance of Concentric Wires at Operating Temperature	[Ω/km]	0,10706	0,10706	0,10703
<b>Capacitance, Inductance, Impedance</b>					
13	Capacitance	[μF/km]	0,362	0,362	0,362
14	Inductance of Conductor	[mH/km]	0,3465	0,3465	0,3465
15	Reactance of Conductor	[Ω/km]	0,10886	0,10886	0,10886
16	Inductance of Metallic Sheath	[mH/km]	0,17087	0,17087	0,17087
17	Reactance of Metallic Sheath	[Ω/km]	0,05368	0,05368	0,05368
18	Positive Sequence Impedance	[Ω/km]	0,056300 + j0,108857	0,056300 + j0,108857	0,056282 + j0,108857
19	Negative Sequence Impedance	[Ω/km]	0,056300 + j0,108857	0,056300 + j0,108857	0,056282 + j0,108857
20	Zero Sequence Impedance	[Ω/km]	0,142079 + j0,053680	0,142079 + j0,053680	0,142080 + j0,053680
21	Surge Impedance	[Ω]	30,92008	30,92008	30,92008



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE  
 EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
 (NUDO LA SERNA)  
 TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



• **Tramos 2,4 y 6: Sistema Cross Bonding (1 Circuito)**

No.	Description	Unit	Cable No.1	Cable No.2	Cable No.3
1	<b>Cable Equipment ID</b>		<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>
<b>Resistances</b>					
2	DC Resistance of the conductor at 20°C	[Ω/km]	0,0469	0,0469	0,0469
3	DC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,05398	0,05398	0,05397
4	AC Resistance of Conductor at 20°C	[Ω/km]	0,04953	0,04953	0,04953
5	AC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,0563	0,0563	0,05628
6	DC Resistance of Concentric Wires at 20°C	[Ω/km]	0,09388	0,09388	0,09388
7	DC Resistance of Concentric Wires at Operating Temperature	[Ω/km]	0,10706	0,10706	0,10703
<b>Capacitance, Inductance, Impedance</b>					
13	Capacitance	[μF/km]	0,362	0,362	0,362
14	Inductance of Conductor	[mH/km]	0,3465	0,3465	0,3465
15	Reactance of Conductor	[Ω/km]	0,10886	0,10886	0,10886
16	Inductance of Metallic Sheath	[mH/km]	0,17087	0,17087	0,17087
17	Reactance of Metallic Sheath	[Ω/km]	0,05368	0,05368	0,05368
18	Positive Sequence Impedance	[Ω/km]	0,056300 + j0,108857	0,056300 + j0,108857	0,056282 + j0,108857
19	Negative Sequence Impedance	[Ω/km]	0,056300 + j0,108857	0,056300 + j0,108857	0,056282 + j0,108857
20	Zero Sequence Impedance	[Ω/km]	0,142079 + j0,053680	0,142079 + j0,053680	0,142080 + j0,053680
21	Surge Impedance	[Ω]	30,92008	30,92008	30,92008

• **Tramo 3: Sistema Cross Bonding (2 Circuitos)**

No.	Description	Unit	Cable No.1	Cable No.2	Cable No.3	Cable No.4	Cable No.5	Cable No.6
1	<b>Cable Equipment ID</b>		<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>
<b>Resistances</b>								
2	DC Resistance of the conductor at 20°C	[Ω/km]	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469
3	DC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,05576	0,05591	0,05579	0,05591	0,05576	0,05579
4	AC Resistance of Conductor at 20°C	[Ω/km]	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953
5	AC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,05801	0,05815	0,05803	0,05815	0,05801	0,05803
6	DC Resistance of Concentric Wires at 20°C	[Ω/km]	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388
7	DC Resistance of Concentric Wires at Operating Temperature	[Ω/km]	0,11051	0,1108	0,11056	0,1108	0,11051	0,11056
<b>Capacitance, Inductance, Impedance</b>								
13	Capacitance	[μF/km]	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362
14	Inductance of Conductor	[mH/km]	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465
15	Reactance of Conductor	[Ω/km]	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886
16	Inductance of Metallic Sheath	[mH/km]	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087
17	Reactance of Metallic Sheath	[Ω/km]	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368
18	Positive Sequence Impedance	[Ω/km]	0,058007 + j0,108857	0,058151 + j0,108857	0,058033 + j0,108857	0,058151 + j0,108857	0,058007 + j0,108857	0,058033 + j0,108857
19	Negative Sequence Impedance	[Ω/km]	0,058007 + j0,108857	0,058151 + j0,108857	0,058033 + j0,108857	0,058151 + j0,108857	0,058007 + j0,108857	0,058033 + j0,108857
20	Zero Sequence Impedance	[Ω/km]	0,142000 + j0,053680	0,141993 + j0,053680	0,141993 + j0,053680	0,141993 + j0,053680	0,142000 + j0,053680	0,141998 + j0,053680
21	Surge Impedance	[Ω]	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008

• **Tramo 5: Sistema Cross Bonding (3 Circuitos)**

No.	Description	Unit	Cable No.1	Cable No.2	Cable No.3	Cable No.4	Cable No.5	Cable No.6	Cable No.7	Cable No.8	Cable No.9
1	<b>Cable Equipment ID</b>		<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>	<b>630MM_66KV</b>
<b>Resistances</b>											
2	DC Resistance of the conductor at 20°C	[Ω/km]	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469
3	DC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,05716	0,05739	0,05721	0,05775	0,05768	0,05739	0,05716	0,05721	0,05721
4	AC Resistance of Conductor at 20°C	[Ω/km]	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953
5	AC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,05936	0,05958	0,0594	0,05993	0,05986	0,05958	0,05936	0,0594	0,0594
6	DC Resistance of Concentric Wires at 20°C	[Ω/km]	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388
7	DC Resistance of Concentric Wires at Operating Temperature	[Ω/km]	0,11324	0,11368	0,11332	0,11438	0,11438	0,11423	0,11368	0,11324	0,11332
<b>Capacitance, Inductance, Impedance</b>											
13	Capacitance	[μF/km]	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362
14	Inductance of Conductor	[mH/km]	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465
15	Reactance of Conductor	[Ω/km]	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886
16	Inductance of Metallic Sheath	[mH/km]	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087
17	Reactance of Metallic Sheath	[Ω/km]	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368
18	Positive Sequence Impedance	[Ω/km]	0,059361 + j0,108857	0,059579 + j0,108857	0,059402 + j0,108857	0,059930 + j0,108857	0,059856 + j0,108857	0,059579 + j0,108857	0,059361 + j0,108857	0,059402 + j0,108857	0,059402 + j0,108857
19	Negative Sequence Impedance	[Ω/km]	0,059361 + j0,108857	0,059579 + j0,108857	0,059402 + j0,108857	0,059930 + j0,108857	0,059856 + j0,108857	0,059579 + j0,108857	0,059361 + j0,108857	0,059402 + j0,108857	0,059402 + j0,108857
20	Zero Sequence Impedance	[Ω/km]	0,141942 + j0,053680	0,141933 + j0,053680	0,141940 + j0,053680	0,141919 + j0,053680	0,141922 + j0,053680	0,141933 + j0,053680	0,141942 + j0,053680	0,141940 + j0,053680	0,141940 + j0,053680
21	Surge Impedance	[Ω]	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE  
 EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
 (NUDO LA SERNA)  
 TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



• **Tramo 7: Sistema Single Point (3 Circuitos)**

No.	Description	Unit	Cable No.1	Cable No.2	Cable No.3	Cable No.4	Cable No.5	Cable No.6	Cable No.7	Cable No.8	Cable No.9
1	Cable Equipment ID		630MM 66KV	630MM 66KV	630MM 66KV	630MM 66KV	630MM 66KV	630MM 66KV	630MM 66KV	630MM 66KV	630MM 66KV
<b>Resistances</b>											
2	DC Resistance of the conductor at 20°C	[Ω/km]	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469
3	DC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,05716	0,05739	0,05721	0,05775	0,05775	0,05768	0,05739	0,05716	0,05721
4	AC Resistance of Conductor at 20°C	[Ω/km]	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953	0,04953
5	AC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,05936	0,05958	0,0594	0,05993	0,05993	0,05986	0,05958	0,05936	0,0594
6	DC Resistance of Concentric Wires at 20°C	[Ω/km]	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388	0,09388
7	DC Resistance of Concentric Wires at Operating Temperature	[Ω/km]	0,11324	0,11368	0,11332	0,11438	0,11438	0,11423	0,11368	0,11324	0,11332
<b>Capacitance, Inductance, Impedance</b>											
13	Capacitance	[μF/km]	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362
14	Inductance of Conductor	[mH/km]	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465	0,3465
15	Reactance of Conductor	[Ω/km]	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886	0,10886
16	Inductance of Metallic Sheath	[mH/km]	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087	0,17087
17	Reactance of Metallic Sheath	[Ω/km]	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368	0,05368
18	Positive Sequence Impedance	[Ω/km]	0,059361 + j0,108857	0,059579 + j0,108857	0,059402 + j0,108857	0,059930 + j0,108857	0,059930 + j0,108857	0,059856 + j0,108857	0,059579 + j0,108857	0,059361 + j0,108857	0,059402 + j0,108857
19	Negative Sequence Impedance	[Ω/km]	0,059361 + j0,108857	0,059579 + j0,108857	0,059402 + j0,108857	0,059930 + j0,108857	0,059930 + j0,108857	0,059856 + j0,108857	0,059579 + j0,108857	0,059361 + j0,108857	0,059402 + j0,108857
20	Zero Sequence Impedance	[Ω/km]	0,141942 + j0,053680	0,141933 + j0,053680	0,141940 + j0,053680	0,141919 + j0,053680	0,141919 + j0,053680	0,141922 + j0,053680	0,141933 + j0,053680	0,141942 + j0,053680	0,141940 + j0,053680
21	Surge Impedance	[Ω]	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008	30,92008

• **Tramo 8: Sistema Single Point (2 Circuitos)**

No.	Description	Unit	Cable No.1	Cable No.2	Cable No.3	Cable No.4	Cable No.5	Cable No.6	Cable No.7	Cable No.8	Cable No.9
1	Cable Equipment ID		E 38 66 KV 1200 AL	E 38 66 KV 1200 AL	E 38 66 KV 1200 AL	E 38 66 KV 1200 AL	E 38 66 KV 1200 AL	E 38 66 KV 1200 AL	E 38 66 KV 1200 AL	E 38 66 KV 1200 AL	E 38 66 KV 1200 AL
<b>Resistances</b>											
2	DC Resistance of the conductor at 20°C	[Ω/km]	0,0247	0,0247	0,0247	0,0247	0,0247	0,0247	0,0247	0,0247	0,0247
3	DC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,02993	0,03005	0,02995	0,03066	0,03055	0,03055	0,03041	0,03044	0,03037
4	AC Resistance of Conductor at 20°C	[Ω/km]	0,02954	0,02954	0,02954	0,02954	0,02954	0,02954	0,02954	0,02954	0,02954
5	AC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,03415	0,03426	0,03416	0,0348	0,0347	0,03471	0,03458	0,0346	0,03454
6	DC Resistance of Concentric Wires at 20°C	[Ω/km]	0,22116	0,22116	0,22116	0,22116	0,22116	0,22116	0,22116	0,22116	0,22116
7	DC Resistance of Concentric Wires at Operating Temperature	[Ω/km]	0,26558	0,26665	0,26571	0,27129	0,27035	0,27041	0,2697	0,26998	0,2694
<b>Capacitance, Inductance, Impedance</b>											
13	Capacitance	[μF/km]	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466
14	Inductance of Conductor	[mH/km]	0,32072	0,32072	0,32072	0,32072	0,32072	0,32072	0,32072	0,32072	0,32072
15	Reactance of Conductor	[Ω/km]	0,10076	0,10076	0,10076	0,10076	0,10076	0,10076	0,10076	0,10076	0,10076
16	Inductance of Metallic Sheath	[mH/km]	0,17307	0,17307	0,17307	0,17307	0,17307	0,17307	0,17307	0,17307	0,17307
17	Reactance of Metallic Sheath	[Ω/km]	0,05437	0,05437	0,05437	0,05437	0,05437	0,05437	0,05437	0,05437	0,05437
18	Positive Sequence Impedance	[Ω/km]	0,034151 + j0,100756	0,034261 + j0,100756	0,034165 + j0,100756	0,034799 + j0,100756	0,034701 + j0,100756	0,034708 + j0,100756	0,034576 + j0,100756	0,034604 + j0,100756	0,034544 + j0,100756
19	Negative Sequence Impedance	[Ω/km]	0,034151 + j0,100756	0,034261 + j0,100756	0,034165 + j0,100756	0,034799 + j0,100756	0,034701 + j0,100756	0,034708 + j0,100756	0,034576 + j0,100756	0,034604 + j0,100756	0,034544 + j0,100756
20	Zero Sequence Impedance	[Ω/km]	0,247972 + j0,054372	0,247986 + j0,054372	0,247970 + j0,054372	0,247880 + j0,054372	0,247884 + j0,054372	0,247883 + j0,054372	0,247911 + j0,054372	0,247907 + j0,054372	0,247916 + j0,054372
21	Surge Impedance	[Ω]	26,2377	26,2377	26,2377	26,2377	26,2377	26,2377	26,2377	26,2377	26,2377



## 8 COMPORTAMIENTO TÉRMICO CABLE EN LA INSTALACIÓN.

Con el tipo de instalación proyectada, el cable definido y la intensidad nominal esperada en régimen de explotación, se establece a continuación el comportamiento del mismo desde un punto de vista térmico en régimen de funcionamiento.

A continuación se mencionan las diferentes resistencias térmicas y calentamiento del conductor en sus diferentes capas

### 8.1 CÁLCULO DE RESISTENCIAS TÉRMICAS

#### 8.1.1 RESISTENCIA TÉRMICA ENTRE CONDUCTOR Y ENVOLVENTE

La resistencia térmica por unidad de longitud entre un conductor y la envolvente está dada por la fórmula siguiente:

$$T_1 = \frac{\rho_T}{2\pi} \ln \left[ 1 + \frac{2t_1}{d_c} \right]$$

Donde:

- $T_1$ : Resistencia térmica por fase entre conductor y envolvente.
- $\rho_T$ : Resistividad térmica del aislamiento
- $t_1$ : Espesor del aislamiento entre conductor y envolvente.
- $d_c$ : diámetro del conductor.

#### 8.1.2 RESISTENCIA TÉRMICA ENTRE CUBIERTA Y ARMADURA

Es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del relleno de asiento entre la envolvente y la armadura (K·m/W). En nuestro caso, al ser un cable no armado, el valor es 0.

#### 8.1.3 RESISTENCIA TÉRMICA DEL REVESTIMIENTO EXTERIOR

$$T_3 = \frac{\rho_T}{2\pi} \ln \left[ 1 + \frac{2t_3}{D'_a} \right]$$

Donde:

- $T_3$ : Resistencia térmica por fase del revestimiento exterior del cable
- $\rho_T$ : Resistividad térmica del aislamiento
- $t_3$ : Espesor del revestimiento exterior
- $D_a$ : diámetro exterior de la armadura.

#### 8.1.4 RESISTENCIA TÉRMICA ENTRE LA SUPERFICIE DEL CABLE Y EL MEDIO CIRCUNDANTE

La resistencia térmica externa (T<sub>4</sub>) de un cable colocado en un conducto comprende tres partes:

- La resistencia térmica del intervalo de aire entre la superficie del cable y la superficie interior del conducto (T'<sub>4</sub>)
- La resistencia térmica del material que constituye el conducto (T''<sub>4</sub>)
- La resistencia térmica entre la superficie exterior del conducto y el medio ambiente (T'''<sub>4</sub>)

Para la instalación de conductos enterrados en contacto mutuo hormigonado, con cubierta no metálica en tresbolillo, la resistencia térmica externa viene dado por las fórmulas:

$$T_4 = T'_4 + T''_4 + T'''_4$$

$$T'_4 = \frac{U}{1 + 0,1(V + Y\theta_m)D_e}$$

$$T''_4 = \frac{\rho_T}{2\pi} \ln \left[ \frac{D_0}{D_e} \right]$$

$$T'''_4 = \frac{\rho_T}{2\pi} [\ln(2u') + 2\ln(u')] + \frac{N}{2\pi} (\rho_e - \rho_c) \ln(u + \sqrt{u^2 - 1})$$

$$u' = \frac{2L}{D_0}$$

$$u = \frac{L_G}{r_b}$$

$$\ln r_b = \frac{1}{2} \frac{x}{y} \left( \frac{4}{\pi} - \frac{x}{y} \right) \ln \left( 1 + \frac{y^2}{x^2} \right) + \ln \frac{x}{2}$$

En donde:

- Resistencia térmica del medio exterior T<sub>4</sub>
- Resistencia térmica del intervalo de aire entre la superficie del cable y la superficie interior del conducto T'<sub>4</sub>
- Resistencia térmica del material que constituye el conducto T''<sub>4</sub>
- Resistencia térmica entre la superficie exterior del conducto y el medio ambiente T'''<sub>4</sub> (K.m/W)
- Constante U: 1,87
- Constante V: 0,312



- Constante Y: 0,0037
- Temperatura media del medio que rellena el espacio entre el cable y el conducto.  $\theta$  m 68 °C
- Resistividad térmica del material constitutivo del conducto  $\rho$  T 3,5 K.m/W
- Diámetro exterior del conducto D 200 mm
- Diámetro interior del conducto Dd 180 mm
- Coeficiente u' :9,75
- Distancia de la superficie del suelo al eje del conducto L 1000 mm
- Distancia entre ejes de los conductos adyacentes S1 200 mm
- Número de cables con carga en el bloque de conductos N: 6
- Resistividad térmica del suelo que rodea al bloque de conductos  $\rho$  e 1 K.m/W
- Resistividad térmica del hormigón  $\rho$  c 0,85 K.m/W
- Coeficiente u: 1,70-
- Profundidad de colocación, respecto al centro del bloque de conductos L<sub>G</sub> 975 mm
- Radio equivalente del bloque de hormigón r<sub>b</sub> 312,59-
- Dimensión menor del bloque y conductos Y 650 mm
- Dimensión mayor del bloque y conductos X:1200 mm

A partir de la definición de cada uno de los parámetros que inciden en la capacidad máxima del cable se expone a continuación los resultados obtenidos.

## 8.2 RESULTADOS PARÁMETROS TÉRMICOS

- Tramo 1: Sistema Cross Bonding (1 Circuito)

Cable No.	Cable Index Number		1	2	3
<b>General Input Data</b>					
Cable ID	Cable Equipment ID		630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV
Circuit No.	Circuit No.		1	1	1
Phase	Cable Phase		A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]	50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]	-0,03	0,03	0,0
y	Y coordinate	[m]	1,32	1,32	1,26
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]	1,0	1,0	1,0
	Bonding Type		1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular
<b>Ampacity</b>					
I	Steady State Ampacity	[A]	306,5	306,5	306,5
<b>Temperatures</b>					
θc	Conductor temperature	[°C]	57,5	57,5	57,4
θs	Sheath/Shield temperature	[°C]	55,7	55,7	55,6
θa	Armour temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a
θsurf	Cable surface temperature	[°C]	55,3	55,3	55,2
θduct	Duct surface temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a
<b>Thermal resistances</b>					
T1	Thermal resistance of insulation	[K.m/W]	0,30937	0,30937	0,30937
T2	Thermal resistance of bedding/medium inside pipe-type	[K.m/W]	0,0	0,0	0,0
T3	Thermal resistance of outer covering	[K.m/W]	0,06102	0,06102	0,06102
T4	External thermal resistance	[K.m/W]	2,50966	2,50966	2,49404

- Tramos 2,4 y 6: Sistema Cross Bonding (1 Circuito)

Variable	Description	Unit	Cables		
Cable No.	Cable Index Number		1	2	3
<b>General Input Data</b>					
Cable ID	Cable Equipment ID		630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV
Circuit No.	Circuit No.		1	1	1
Phase	Cable Phase		A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]	50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]	-0,03	0,03	0,0
y	Y coordinate	[m]	1,32	1,32	1,26
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]	1,0	1,0	1,0
	Bonding Type		1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular
<b>Ampacity</b>					
I	Steady State Ampacity	[A]	306,5	306,5	306,5
<b>Temperatures</b>					
θc	Conductor temperature	[°C]	57,5	57,5	57,4
θs	Sheath/Shield temperature	[°C]	55,7	55,7	55,6
θa	Armour temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a
θsurf	Cable surface temperature	[°C]	55,3	55,3	55,2
θduct	Duct surface temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a
<b>Thermal resistances</b>					
T1	Thermal resistance of insulation	[K.m/W]	0,30937	0,30937	0,30937
T2	Thermal resistance of bedding/medium inside pipe-type	[K.m/W]	0,0	0,0	0,0
T3	Thermal resistance of outer covering	[K.m/W]	0,06102	0,06102	0,06102
T4	External thermal resistance	[K.m/W]	2,50966	2,50966	2,49404



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
 (NUDO LA SERNA)  
 TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



• **Tramo 3: Sistema Cross Bonding (2 Circuitos)**

Variable	Description	Unit	Cables					
Cable No.	Cable Index Number		1	2	3	4	5	6
<b>General Input Data</b>								
Cable ID	Cable Equipment ID		630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV
Circuit No.	Circuit No.		1	1	1	2	2	2
Phase	Cable Phase		A	B	C	A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]	-0,18	-0,12	-0,15	0,12	0,18	0,15
y	Y coordinate	[m]	1,32	1,32	1,26	1,32	1,32	1,26
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Bonding Type		1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular
<b>Ampacity</b>								
I	Steady State Ampacity	[A]	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5
<b>Temperatures</b>								
θc	Conductor temperature	[°C]	66,9	67,7	67,0	67,7	66,9	67,0
θs	Sheath/Shield temperature	[°C]	65,1	65,8	65,2	65,8	65,1	65,2
θa	Armour temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
θsurf	Cable surface temperature	[°C]	64,7	65,5	64,8	65,5	64,7	64,8
θduct	Duct surface temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
T1	Thermal resistance of insulation	[K.m/W]	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937
T2	Thermal resistance of bedding/medium inside pipe-type	[K.m/W]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T3	Thermal resistance of outer covering	[K.m/W]	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102
T4	External thermal resistance	[K.m/W]	3,93195	4,04862	3,95356	4,04862	3,93195	3,95356

• **Tramo 5: Sistema Cross Bonding (3 Circuitos)**

Variable	Description	Unit	Cables								
Cable No.	Cable Index Number		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>General Input Data</b>											
Cable ID	Cable Equipment ID		630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV
Circuit No.	Circuit No.		1	1	1	2	2	2	3	3	3
Phase	Cable Phase		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]	-0,33	-0,27	-0,3	-0,03	0,03	0,0	0,27	0,33	0,3
y	Y coordinate	[m]	1,32	1,32	1,26	1,32	1,32	1,26	1,32	1,32	1,26
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Bonding Type		1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular
<b>Ampacity</b>											
I	Steady State Ampacity	[A]	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5
<b>Temperatures</b>											
θc	Conductor temperature	[°C]	74,3	75,5	74,5	77,4	77,4	77,0	75,5	74,3	74,5
θs	Sheath/Shield temperature	[°C]	72,5	73,6	72,7	75,6	75,6	75,2	73,6	72,5	72,7
θa	Armour temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
θsurf	Cable surface temperature	[°C]	72,1	73,3	72,3	75,2	75,2	74,8	73,3	72,1	72,3
θduct	Duct surface temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>Resistances</b>											
R	DC Resistance of the conductor at 20°C	[Ω/km]	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469	0,0469
R	AC Resistance of the Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,05936	0,05958	0,0594	0,05993	0,05993	0,05986	0,05958	0,05936	0,0594
ys	Skin Effect Factor		0,02467	0,02448	0,02464	0,02418	0,02418	0,02424	0,02448	0,02467	0,02464
yp	Proximity Effect Factor		0,01375	0,01365	0,01373	0,01349	0,01349	0,01352	0,01365	0,01375	0,01373
<b>Thermal resistances</b>											
T1	Thermal resistance of insulation	[K.m/W]	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937
T2	Thermal resistance of bedding/medium inside pipe-type	[K.m/W]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T3	Thermal resistance of outer covering	[K.m/W]	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102
T4	External thermal resistance	[K.m/W]	5,00706	5,17644	5,03957	5,44679	5,44679	5,38978	5,17644	5,00706	5,03957



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE  
 CIERZO  
 (NUDO LA SERNA)  
 TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



• **Tramo 7: Sistema Single Point (3 Circuitos)**

Variable	Description	Unit	Cables								
Cable No.	Cable Index Number		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>General Input Data</b>											
Cable ID	Cable Equipment ID		630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV
Circuit No.	Circuit No.		1	1	1	2	2	2	3	3	3
Phase	Cable Phase		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]	-0,33	-0,27	-0,3	-0,03	0,03	0,0	0,27	0,33	0,3
y	Y coordinate	[m]	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,26	1,32	1,32	1,26
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Bonding Type		1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular
<b>Ampacity</b>											
I	Steady State Ampacity	[A]	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5
<b>Temperatures</b>											
θc	Conductor temperature	[°C]	74,3	75,5	74,5	77,4	77,4	77,0	75,5	74,3	74,5
θs	Sheath/Shield temperature	[°C]	72,5	73,6	72,7	75,6	75,6	75,2	73,6	72,5	72,7
θa	Armour temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
θsurf	Cable surface temperature	[°C]	72,1	73,3	72,3	75,2	75,2	74,8	73,3	72,1	72,3
θduct	Duct surface temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>Thermal resistances</b>											
T1	Thermal resistance of insulation	[K.m/W]	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937	0,30937
T2	Thermal resistance of bedding/medium inside pipe-type	[K.m/W]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T3	Thermal resistance of outer covering	[K.m/W]	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102	0,06102
T4	External thermal resistance	[K.m/W]	5,00706	5,17644	5,03957	5,44679	5,44679	5,38978	5,17644	5,00706	5,03957

• **Tramo 8: Sistema Single Point (2 Circuitos)**

Variable	Description	Unit	Cables								
Cable No.	Cable Index Number		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>General Input Data</b>											
Cable ID	Cable Equipment ID		XLPE_38_06 KV 1200 AL	XLPE_38_06 KV 1200 AL	XLPE_38_06 KV 1200 AL	XLPE_38_06 KV 1200 AL	XLPE_38_06 KV 1200 AL	XLPE_38_06 KV 1200 AL	XLPE_38_06 KV 1200 AL	XLPE_38_06 KV 1200 AL	XLPE_38_06 KV 1200 AL
Circuit No.	Circuit No.		1	1	1	2	2	2	3	3	3
Phase	Cable Phase		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]	-0,54	-0,46	-0,5	0,46	0,54	0,5	-0,04	0,04	0,0
y	Y coordinate	[m]	1,32	1,32	1,25	1,32	1,32	1,25	1,32	1,32	1,25
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Bonding Type		1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular
<b>Ampacity</b>											
I	Steady State Ampacity	[A]	393,7	393,7	393,7	481,1	481,1	481,1	393,7	393,7	393,7
<b>Temperatures</b>											
θc	Conductor temperature	[°C]	72,6	73,8	72,7	79,8	78,7	78,8	77,3	77,6	77,0
θs	Sheath/Shield temperature	[°C]	71,1	72,3	71,3	77,7	76,6	76,7	75,9	76,2	75,5
θa	Armour temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
θsurf	Cable surface temperature	[°C]	70,6	71,8	70,7	76,9	75,8	75,9	75,3	75,6	75,0
θduct	Duct surface temperature	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>Thermal resistances</b>											
T1	Thermal resistance of insulation	[K.m/W]	0,2504	0,2504	0,2504	0,2504	0,2504	0,2504	0,2504	0,2504	0,2504
T2	Thermal resistance of bedding/medium inside pipe-type	[K.m/W]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T3	Thermal resistance of outer covering	[K.m/W]	0,08519	0,08519	0,08519	0,08519	0,08519	0,08519	0,08519	0,08519	0,08519
T4	External thermal resistance	[K.m/W]	4,80931	4,98944	4,83195	4,04686	3,93752	3,9454	5,49922	5,54525	5,44836

## 9 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS ELÉCTRICAS

Las pérdidas de potencia que se producen en la línea se producen a consecuencia de la carga que transportan.

Se establecen las siguientes pérdidas en el cable:

- Pérdidas de potencia activa en el conductor, pérdidas óhmicas (W/m).
- Pérdidas de potencia activa en la pantalla, en cada sector (W/m).
- Pérdidas de potencia activa en el aislamiento, pérdidas dieléctricas (W/m).

### 9.1 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN EL CONDUCTOR

Al paso de una determinada corriente  $I_c$  a través de un conductor, se generan unas determinadas pérdidas de potencia activa por efecto Joule. Dichas pérdidas  $W_c$  por unidad de longitud serán, por lo tanto:

$$W_c = I_c^2 \cdot R_{ca}$$

Donde  $R_{ca}$  es la resistencia del conductor por unidad de longitud. Dicha resistencia es obtenida a partir de la resistividad del conductor a 20 °C y en corriente continua ( $\rho_c$ ). Dicho cálculo puede observarse en el apartado 4.2 del presente anejo de cálculos.

### 9.2 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LAS PANTALLAS.

Las pantallas de los cables subterráneos suponen también una fuente de calor a tener en cuenta a la hora de calcular las temperaturas de las líneas y establecer cuál es la capacidad de transporte de la instalación. Las pérdidas de potencia en las pantallas son debidas por un lado a las pérdidas óhmicas debidas al paso de corrientes inducidas por las pantallas, y por el otro lado a la existencia de corrientes de Foucault.

- a) Pérdidas de potencia en las pantallas debido a la circulación de corrientes inducidas

Al paso de una determinada corriente  $I_p$  a través del conductor de una pantalla, se generan unas determinadas pérdidas de potencia activa por efecto Joule. Dichas pérdidas  $W_p$  por unidad de longitud serán por tanto:

$$W_p = I_p^2 \cdot R_p$$

Donde  $R_p$  es la resistencia de la pantalla por unidad de longitud. Dicha resistencia es obtenida a partir de la resistividad de la pantalla a 20°C y en corriente continua ( $\rho_p$ ). Dicho cálculo puede observarse en el apartado 4.3 del presente anejo de cálculos.

Por otra parte, las corrientes inducidas que circulan por las pantallas  $I_p$  de los cables dependerán de las características eléctricas de la instalación, tales como el tipo de puesta de tierra, y de las corrientes de Foucault. Por un lado, las pérdidas por corrientes de Foucault que se originan en las pantallas son evaluadas atendiendo a las fórmulas que se recogen en la norma UNE 21144-1-1 (sección 2.3.6.1, página 22). Por otro lado, para evaluar la influencia de las puestas a tierra

en las corrientes inducidas en las pantallas, es preciso recurrir al modelo eléctrico de la instalación.

Para una configuración de tres cables unipolares dispuestos en tresbolillo, con las pantallas en cortocircuito en una única extremidad de una sección eléctrica o con las pantallas metálicas permutadas, las pérdidas por corrientes de circulación son despreciables siempre que cada sección mayor esté dividida en tres secciones menores eléctricamente idénticas.

b) Pérdidas de potencia en las pantallas debido a corrientes de Foucault

La evaluación de estas pérdidas de potencia en las pantallas debidas a corrientes de Foucault se realiza atendiendo a las directrices de las normas UNE e CEI. En la norma UNE 21144-1-1 (sección 2.3.6, página 23) se define un parámetro de escala  $\lambda_1''$ , el cual relaciona las pérdidas en las pantallas con las pérdidas de los conductores. Así pues, las pérdidas de potencia en la pantalla de un determinado cable  $W_p$  se obtendrán de la siguiente forma:

$$W_p = \lambda_1'' \cdot W_c$$

### 9.3 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN EL AISLAMIENTO

Las pérdidas dieléctricas se dan en el material dieléctrico o aislamiento del cable y se producen al someter al cable a un campo eléctrico.

Si se establece una analogía entre un condensador y el sistema conductor – aislamiento – pantalla del cable aislado, las pérdidas activas generadas en el seno del aislamiento o pérdidas dieléctricas por unidad de longitud y en cada fase vienen dadas por:

$$W_d = 2\pi f \cdot C \cdot U_0^2 \cdot \tan \delta \text{ W/m}$$

Siendo:

- $\tan \delta$  Factor de pérdidas del aislamiento a la frecuencia y temperatura de servicio.
- $C$  Capacidad [F/m]
- $U_0$  Tensión respecto a tierra.
- $f$  Frecuencia de la red.



## 9.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA TOTALES

En las siguientes tablas se resumen los valores de pérdidas de potencia obtenidos para el cable y la disposición definida de la línea del proyecto.

Los valores concretos para esta instalación son:

- **Tramo 1: Sistema Cross Bonding (1 Circuito)**

Variable	Description	Unit	Cables		
Cable No.	Cable Index Number		1	2	3
<b>General Input Data</b>					
Cable ID	Cable Equipment ID		630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV
Circuit No.	Circuit No.		1	1	1
Phase	Cable Phase		A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]	50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]	-0,03	0,03	0,0
y	Y coordinate	[m]	1,32	1,32	1,26
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]	1,0	1,0	1,0
	Bonding Type		1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular
<b>Losses</b>					
Wc	Conductor Losses	[W/m]	5,28898	5,28898	5,28727
Wd	Dielectric Losses	[W/m]	0,82663	0,82663	0,82663
Ws	Metallic Screen Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0
Wa	Armor/Pipe Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0
Wt	Total Losses	[W/m]	6,11561	6,11561	6,1139
$\lambda^2$	Screen Loss Factor		0,0	0,0	0,0
$\lambda$	Armour Loss Factor + Pipe Loss Factor		0,0	0,0	0,0

- **Tramos 2,4 y 6: Sistema Cross Bonding (1 Circuito)**

Variable		Description	Unit	Cables		
Cable No.	Cable Index Number			1	2	3
<b>General Input Data</b>						
Cable ID	Cable Equipment ID			630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV
Circuit No.	Circuit No.			1	1	1
Phase	Cable Phase			A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]		50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]		-0,03	0,03	0,0
y	Y coordinate	[m]		1,32	1,32	1,26
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]		1,0	1,0	1,0
	Bonding Type			1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular
<b>Losses</b>						
Wc	Conductor Losses	[W/m]		5,28898	5,28898	5,28727
Wd	Dielectric Losses	[W/m]		0,82663	0,82663	0,82663
Ws	Metallic Screen Losses	[W/m]		0,0	0,0	0,0
Wa	Armor/Pipe Losses	[W/m]		0,0	0,0	0,0
Wt	Total Losses	[W/m]		6,11561	6,11561	6,1139
$\lambda^2$	Screen Loss Factor			0,0	0,0	0,0
$\lambda$	Armour Loss Factor + Pipe Loss Factor			0,0	0,0	0,0

• **Tramo 3: Sistema Cross Bonding (2 Circuitos)**

Variable	Description	Unit	Cables					
Cable No.	Cable Index Number		1	2	3	4	5	6
<b>General Input Data</b>								
Cable ID	Cable Equipment ID		630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV
Circuit No.	Circuit No.		1	1	1	2	2	2
Phase	Cable Phase		A	B	C	A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]	-0,18	-0,12	-0,15	0,12	0,18	0,15
y	Y coordinate	[m]	1,32	1,32	1,26	1,32	1,32	1,26
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Bonding Type		1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular
<b>Losses</b>								
Wc	Conductor Losses	[W/m]	5,44929	5,46282	5,45179	5,46282	5,44929	5,45179
Wd	Dielectric Losses	[W/m]	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663
Ws	Metallic Screen Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wa	Armor/Pipe Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wt	Total Losses	[W/m]	6,27592	6,28945	6,27842	6,28945	6,27592	6,27842
$\lambda^2$	Screen Loss Factor		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$\lambda$	Armour Loss Factor + Pipe Loss Factor		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

• **Tramo 5: Sistema Cross Bonding (3 Circuitos)**

Variable	Description	Unit	Cables								
Cable No.	Cable Index Number		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>General Input Data</b>											
Cable ID	Cable Equipment ID		630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV
Circuit No.	Circuit No.		1	1	1	2	2	2	3	3	3
Phase	Cable Phase		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]	-0,33	-0,27	-0,3	-0,03	0,03	0,0	0,27	0,33	0,3
y	Y coordinate	[m]	1,32	1,32	1,26	1,32	1,32	1,26	1,32	1,32	1,26
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Bonding Type		1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular	1 Conductor Crossbonded Triangular
<b>Ampacity</b>											
I	Steady State Ampacity	[A]	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5	306,5
<b>Losses</b>											
Wc	Conductor Losses	[W/m]	5,57646	5,59695	5,58038	5,62994	5,62994	5,62296	5,59695	5,57646	5,58038
Wd	Dielectric Losses	[W/m]	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663
Ws	Metallic Screen Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wa	Armor/Pipe Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wt	Total Losses	[W/m]	6,40309	6,42358	6,40701	6,45657	6,45657	6,44959	6,42358	6,40309	6,40701
$\lambda^2$	Screen Loss Factor		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$\lambda$	Armour Loss Factor + Pipe Loss Factor		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

• **Tramo 7: Sistema Single Point (3 Circuitos)**

Variable	Description	Unit	Cables								
Cable No.	Cable Index Number		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>General Input Data</b>											
Cable ID	Cable Equipment ID		630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV	630MM_66KV
Circuit No.	Circuit No.		1	1	1	2	2	2	3	3	3
Phase	Cable Phase		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]	-0,33	-0,27	-0,3	-0,03	0,03	0,0	0,27	0,33	0,3
y	Y coordinate	[m]	1,32	1,32	1,26	1,32	1,32	1,26	1,32	1,32	1,26
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Bonding Type		1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular
<b>Losses</b>											
Wc	Conductor Losses	[W/m]	5,57646	5,59695	5,58038	5,62994	5,62994	5,62296	5,59695	5,57646	5,58038
Wd	Dielectric Losses	[W/m]	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663	0,82663
Ws	Metallic Screen Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wa	Armor/Pipe Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wt	Total Losses	[W/m]	6,40309	6,42358	6,40701	6,45657	6,45657	6,44959	6,42358	6,40309	6,40701
$\lambda^2$	Screen Loss Factor		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$\lambda$	Armour Loss Factor + Pipe Loss Factor		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

• **Tramo 8: Sistema Single Point (2 Circuitos)**

Variable	Description	Unit	Cables								
Cable No.	Cable Index Number		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>General Input Data</b>											
Cable ID	Cable Equipment ID		ALPE 38_66 KV 1200 AL NKT	ALPE 38_66 KV 1200 AL NKT	ALPE 38_66 KV 1200 AL NKT	ALPE 38_66 KV 1200 AL NKT	ALPE 38_66 KV 1200 AL NKT	ALPE 38_66 KV 1200 AL NKT	ALPE 38_66 KV 1200 AL NKT	ALPE 38_66 KV 1200 AL NKT	ALPE 38_66 KV 1200 AL NKT
Circuit No.	Circuit No.		1	1	1	2	2	2	3	3	3
Phase	Cable Phase		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Fq	Operating Frequency	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
x	X coordinate	[m]	-0,54	-0,46	-0,5	0,46	0,54	0,5	-0,04	0,04	0,0
y	Y coordinate	[m]	1,32	1,32	1,25	1,32	1,32	1,25	1,32	1,32	1,25
DLF	Daily Load Factor	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	Bonding Type		1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular	1 Conductor 1 Point Bonded Triangular
<b>Losses</b>											
Wc	Conductor Losses	[W/m]	5,29208	5,30911	5,29421	8,05544	8,03281	8,03445	5,35784	5,36227	5,35293
Wd	Dielectric Losses	[W/m]	1,06257	1,06257	1,06257	1,06257	1,06257	1,06257	1,06257	1,06257	1,06257
Ws	Metallic Screen Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wa	Armor/Pipe Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wt	Total Losses	[W/m]	6,35465	6,37167	6,35678	9,118	9,09538	9,09701	6,42041	6,42484	6,4155
$\lambda^2$	Screen Loss Factor		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$\lambda$	Armour Loss Factor + Pipe Loss Factor		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Finalmente, las pérdidas totales de cada línea serán las siguientes:

Nº de Línea	Parque Eólico	Tramos recorridos	Longitud total aprox. (metros)	Intensidad nominal (Amperios)	Sistema de conexión.	Pérdidas Totales (kW)
1	Repotenciación Montes de Cierzo	1,3,5 y 7	9.305	306,17	Cross Bonding + Single Point	169,05
2	Repotenciación Montes de Cierzo I	4,5 y 7	2.470	306,17	Single Point + Cross Bonding + Single Point	41,82
3	Repotenciación Montes de Cierzo II	2,3,5 y 6	5.700	306,17	Single Point + Cross Bonding + Single Point	100,98
4	Repotenciación Montes de Cierzo II + El Volandín	8	145	787,3	Single Point	7,93

## 10 CAÍDA DE TENSIÓN

Para comprobar que la caída de tensión en el cable no supera los límites recomendados se establece la caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea (despreciando la influencia capacitiva), viene dada por la expresión:

$$e(\%) = \frac{100 \cdot (R_k + X_k \cdot \tan \phi) \cdot P_{act} \cdot L}{U^2}$$

Siendo:

- e (%): es la caída de tensión en tanto por ciento
- L : longitud de la línea en km
- P: Potencia activa del circuito.
- R: resistencia del conductor en W/km
- X: reactancia de la línea en W/km
- $\tan \phi$ : 0,3

La caída de tensión en cada tramo será la siguiente:

Nº de Tramo	Número de circuitos en zanja	Longitudes tramos	Sistema de conexión en tramo	Perdías (W/m)	Pérdidas Totales (KW)	Caída de Tensión (V)	Caída Tensión (%)
		(metros)					
1	1	3.650	Doble Single Point+ Cross Bonding	18,35	66,98	509,29	0,77%
2	1	550	Single Point	15,87	8,73	76,74	0,12%
3	2	2.800	Cross Bonding	18,83	52,72	398,20	0,60%
4	1	65	Single Point	15,87	1,03	9,07	0,01%
5	3	2.200	Cross Bonding	16,89	37,16	319,01	0,48%
6	1	150	Single Point	15,87	2,38	20,93	0,03%
7	3	215	Single Point	16,89	3,63	31,18	0,05%
8	3	145	Single Point	54,71	7,93	40,89	0,06%



La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta será de cada una de las líneas:

Nº de Línea	Parque Eólico	Tramos recorridos	Longitudes totales aproximadas (metros)	Intensidades nominales (Amperios)	Sistema de conexión.	Pérdidas Totales (kW)	Caída de Tensión (%)
1	Repotenciación Montes de Cierzo	1,3,5 y 7	9.305	306,17	Cross Bonding + Single Point	169,49	1,91%
2	Repotenciación Montes de Cierzo I	4,5 y 7	2.470	306,17	Single Point + Cross Bonding + Single Point	41,82	0,54%
3	Repotenciación Montes de Cierzo II	2,3,5 y 6	5.700	306,17	Single Point + Cross Bonding + Single Point	100,98	1,23%
4	Repotenciación Montes de Cierzo II + El Volandín	8	145	787,3	Single Point	7,93	0,06%

Como puede observarse, la caída porcentual de tensión está por debajo de la caída de tensión de un 4,5 % admisible, por lo tanto, se cumple la condición de caída de tensión.

## 11 TENSIÓN INDUCIDA EN LAS PANTALLAS METÁLICAS

Durante el funcionamiento de un circuito se inducen en las pantallas de los conductores unas tensiones que, dependiendo del sistema de conexión de puesta a tierra de las pantallas, pueden originar dos fenómenos distintos:

- Aparecen corrientes inducidas que disminuyen la capacidad de transporte del conductor.
- Aparecen tensiones inducidas que pueden alcanzar valores peligrosos para la seguridad de personas o valores capaces de dañar los materiales de la instalación o reducir la vida útil de los mismos.

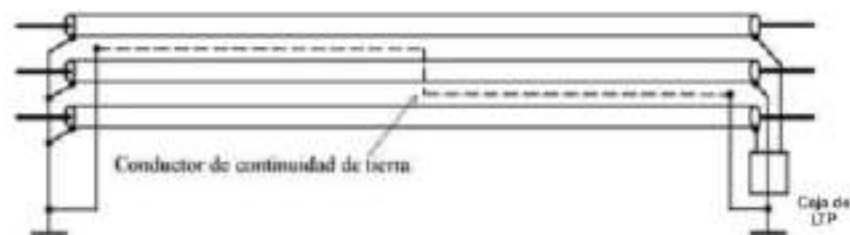
La elección del sistema de conexión de puesta a tierra de las pantallas se realizará y justificará en cada caso atendiendo a las características de la instalación y de los efectos que las tensiones inducidas pueden provocar en la instalación. Las principales funciones del sistema de conexión de puesta a tierra serán:

- Eliminar o reducir corrientes de circulación por las pantallas debidas a un acoplamiento inductivo con la corriente que pasa por los cables, evitando así pérdidas de potencia activa.
- Reducir las tensiones inducidas entre las pantallas de los cables y tierra, tanto en régimen permanente como en cortocircuito. Las sobretensiones inducidas durante cortocircuitos pueden provocar averías en los cables, principalmente en los empalmes, terminales y en las cajas de conexiones que se utilizan para la transposición de pantallas, así como la perforación del aislamiento de la cubierta.

En condiciones de funcionamiento normal de las líneas se aceptarán como máximo unas tensiones inducidas entre las pantallas y tierra de 65 V, ya que las conexiones de las pantallas a tierra, y los cruces de las pantallas se ubican en cajas metálicas puestas a tierra.

### Conexión especial: Sistema Single Point

En esta línea de conexión al tratarse de un trazado corto y que no requieran más de un tramo de cable, se establece en estos casos a un esquema en el que cada pantalla tenga un solo punto de conexión a las demás y a tierra. Normalmente, el punto en el que las pantallas se unen y se conectan a tierra es uno de los extremos de la línea (lado Subestación La Cantera), en el caso de que las tensiones permanentes de pantalla que aparecieran fueran excesivas, se podrá trasladarse el punto de conexión a tierra a un punto intermedio. El circuito de pantallas de una línea puede fraccionarse en secciones aisladas entre sí, con un punto único de puesta a tierra cada sección. En ambos casos, el sistema de puesta a tierra es en un punto único.



Con esta conexión de pantallas se puede incrementar la intensidad admisible del circuito, particularmente



Se establece un conductor de cobre de continuidad de tierra de sección igual o mayor que la sección efectiva de la cubierta en este caso de 95 mm<sup>2</sup>.

No obstante, en los puntos donde se conecten las pantallas y esta conexión sea accesible, las tensiones inducidas no podrán separar los 65 voltios.

### 11.1 TENSIÓN INDUCIDA PANTALLA-TIERRA EN SERVICIO PERMANENTE A PLENA CARGA.

La tensión inducida pantalla-tierra, por metro de cable, en servicio permanente a plena carga viene dada por la expresión:

$$E = I \cdot \left[ 2 \cdot \omega \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot S}{d} \right) \right]$$

Donde:

- I: Intensidad en régimen permanente a plena carga.
- S: Distancia entre fases
- d: Diámetro medio de la pantalla metálica.
- $\omega$ : Pulsación de corriente ( $2 \pi f$  rad/s)

La longitud del tramo con el Sistema de puesta a tierra Single Point es de 550 metros, por lo que la tensión máxima inducida en las pantallas será la reflejada en la siguiente tabla:

Línea (Tramo)	E (V/m)	Longitud máxima (m)	E(V)
Línea 66 kV	0,0165	550	9,08

### 11.2 TENSIÓN INDUCIDA PANTALLA-TIERRA EN CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO

La tensión inducida pantalla-tierra, por metro de cable, en caso de cortocircuito trifásico viene dada por la expresión:

$$E = I_{cc} \cdot \left[ 2 \cdot \omega \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot S}{d} \right) \right]$$

Donde:

- I<sub>cc</sub>: Intensidad de cortocircuito trifásico pantalla (25 kA).
- S: Distancia entre fases
- d: Diámetro medio de la pantalla metálica.
- $\omega$ : Pulsación de corriente ( $2 \pi f$  rad/s)

La longitud del tramo con el Sistema de puesta a tierra Single Point es de 550 metros, por lo que la tensión máxima inducida en las pantallas será la reflejada en la siguiente tabla:

Línea (Tramo)	E (V/m)	Longitud máxima (m)	E(kV)
Línea 66 kV	1,69	550	0,93

### 11.3 TENSIÓN INDUCIDA PANTALLA-TIERRA EN CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO

#### Sistema Cross bonding

En este caso, la corriente de defecto en caso de cortocircuito monofásico circulará por las pantallas de los cables. La tensión inducida pantalla-tierra, por metro de cable, en el caso de cortocircuito monofásico viene dada por la expresión:

$$E = I_{cc} \cdot \sqrt{R_p^2 + \left( \omega \cdot \left( 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot S_{cp}}{d} \right) + \frac{10^{-7}}{2} \right) \right)^2}$$

Donde:

- $I_{cc}$  = Intensidad de cortocircuito monofásico (consideramos 15 kA)
- $S_{cp}$  = Distancia entre conductor y pantalla
- $d$  = Diámetro medio de la pantalla metálica
- $R_p$  = Resistencia de la pantalla
- $\omega$  = Pulsación de corriente ( $2\pi f$  rad/s)

La longitud del tramo con el Sistema de puesta a tierra Single Point es de 550 metros, por lo que la tensión máxima inducida en las pantallas será la reflejada en la siguiente tabla:

Línea (Tramo)	E (V/m)	Longitud máxima (m)	E(kV)
Línea 66 kV	2,4	550	1,32

## 12 DESCARGADORES DE TENSIONES

La tensión de servicio continuo, soportada por los descargadores de tensiones así como la tensión soportada por la cubierta serán superiores a la sobretensión temporal entre pantalla y tierra que se produzca en caso de cortocircuito.

Su valor no depende de la tensión más elevada de la red, sino del valor de la intensidad de cortocircuito y el tipo de cortocircuito, de la longitud de las secciones elementales del cross bonding, del tipo de falta y de la tensión inducida por amperio de intensidad de cortocircuito según la separación y distribución de los conductores.

Especificando un valor máximo a frecuencia industrial para la tensión de servicio continuo del descargador y para el aislamiento de la cubierta se puede comprobar, en función de la magnitud de la intensidad de cortocircuito a tierra, si para una cierta longitud de cada tramo de cable no se sobrepasan las tensiones soportadas especificadas.

Es importante destacar que para las faltas monofásicas a tierra la tensión pantalla-tierra aumenta con la longitud del tramo estudiado, pero no de forma lineal, ya que depende muy fuertemente de los valores de las resistencias de puesta a tierra en los extremos del tramo.

Los conductores de conexión entre las pantallas y la caja serán coaxiales para que la impedancia característica sea pequeña y por lo tanto limitar el efecto de amplificación de la sobretensión transitoria del rayo. Se recomienda que su longitud sea lo más corta posible y nunca superior a 10 m, para mejorar la efectividad de los descargadores de tensiones y asegurar que el nivel de aislamiento asignado a los materiales.

La conexión se realizará mediante descargadores de tensiones conectados en estrella con el neutro conectado rígidamente a tierra. La caja será metálica con una conexión específica para su puesta a tierra.

Los descargadores de tensiones a emplear serán de tipo óxido de zinc (ZnO) y actuarán como limitadores de tensión de las pantallas de cables.

Dado que en régimen de servicio continuo se ha limitado la tensión máxima fase-tierra de pantalla a 30,38 V, la selección de los descargadores de tensiones vendrá determinada por las sobretensiones aparecidas en caso de cortocircuito pasante, tanto en su régimen transitorio como en su régimen permanente.

### 12.1 SELECCIÓN DE LIMITADORES DE TENSIÓN.

El cálculo de los limitadores de tensión en las pantallas, se llevará a cabo conforme a la “Guía de Dimensionamiento de los Limitadores de Tensión en Pantallas (LTP’s) de las Líneas Subterráneas” Ed.1 (08/08/2017) Referencia: REE/NORM/2017/35, garantizándose, en cualquier caso, que los valores umbrales se encuentren por debajo de los máximos admisibles especificados en el Apdo. 5.5 de la misma:

Tipo de accesorio	Tipo de cable de conexión de pantallas	Tipo de conexionado de pantallas	Tensión Nominal U <sub>n</sub> (kV)	Longitud cable conexión de pantallas (m)	Tensión asignada LTP, Ur (kV)						
					3	5	6	7,5	9	10	
Empalme	Cable concéntrico	Cross-bonding	220	L≤10m		X	X				
				L≤7m		X	X	X			
			132	L≤10m		X					
				L≤6,5m		X	X				
			66	L≤10m		X					
				L≤5,5m		X					
	Single-Point	220	L≤10m		X	X	X	X			
			L≤7m		X	X	X	X	X		
		132	L≤10m		X	X	X	X			
			L≤6,5m		X	X	X	X	X		
		66	L≤10m		X	X	X				
			L≤5,5m		X	X	X	X			
Terminal GIS	Cable unipolar	Single-Point	220	L≤4m L's2m	X						
			132	L≤4m L's2m	X	X					
			66	L≤4m L's2m	X	X	X				
Terminal exterior en soporte	Cable unipolar	Single-Point	220	L≤4m L's2m	X	X	X	X			
			132	L≤4m L's2m	X	X	X	X			
			66	L≤4m L's2m	X	X	X	X			
Terminal exterior en apoyo PAS	Cable unipolar	Single-Point	220	L≤4m L's5m	X	X	X				
			132	L≤4m L's5m	X	X	X				
			66	L≤4m L's5m	X	X	X				

La elección de los limitadores de sobretensiones se debe realizar en base a los criterios siguientes:

- La tensión asignada del limitador Ur (valor eficaz de la tensión de 50 Hz que el limitador es capaz de soportar durante 10 segundos) ha de ser superior al mayor de los valores de sobretensiones obtenidas.
- El margen de protección MP, obtenido para un limitador de tensión asignada dada Ur ha de ser suficiente ( $MP \geq 15\%$ , según UNE-EN 60071-2 sobre Coordinación de Aislamiento).
- Este margen de protección se obtiene de la expresión siguiente:

$$MP = \frac{NA - NP}{NP} \times 100$$

Siendo:

- MP: Margen de protección (%)
  - NA: Nivel de aislamiento (kV)
  - NP: Nivel de protección (kV)
- d) El nivel de aislamiento NA, establecemos como mínimo de 36 kV según las mínimas exigencias necesarias para el aislamiento entre la cubierta y el exterior. No obstante, a efectos prácticos, conviene considerar un nivel de aislamiento inferior, con el fin de tener

en cuenta las imperfecciones que existan en los aislamientos una vez montados en campo.

- e) El nivel de protección NP, depende de la tensión asignada del limitador  $U_r$  y del fabricante del mismo. Este nivel de protección varía normalmente entre 2,5 veces y 3 veces la tensión asignada:  $NP = (2,5 \div 3) \times U_r$ . Este nivel de protección NP debe ser incrementado, no obstante, para tener en cuenta las sobretensiones adicionales debidas a las conexiones entre las pantallas de los cables y los limitadores de sobretensiones.
- f) En caso de no cumplirse la condición anterior ( $MP < 15\%$ ), cabe la posibilidad de elegir un limitador de sobretensiones, con una tensión asignada  $U_r$  inferior, considerando la tensión de 50 Hz que es capaz de soportar durante 1 segundo. Esta tensión, aunque depende del fabricante, suele ser un 20% superior a la tensión asignada  $U_r$ .
- g) Siempre que se cumpla el nivel de aislamiento requerido (criterio "b") y la tensión asignada del limitador  $U_r$  cumpla el criterio "a", conviene elegir el limitador de sobretensiones con mayor  $U_r$  posible, de modo que sea válido para incrementos futuros de las corrientes de cortocircuitos.

Línea (Tramo)	$U_r$ (kV)	NA (kV)	NP (kV)	MP (%)
Línea 66 kV	5	36	15	>15 %

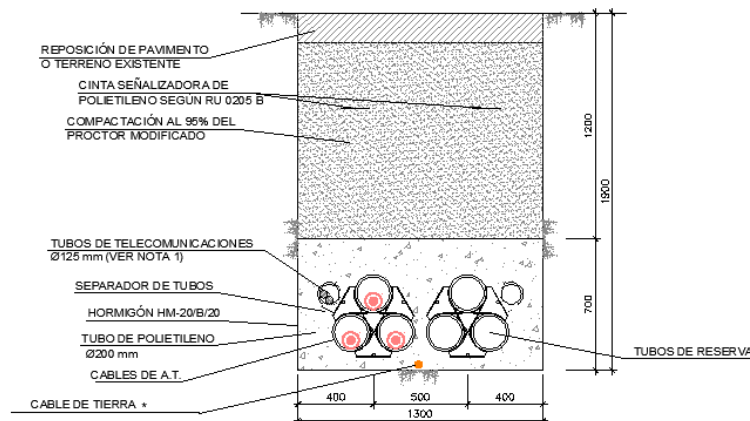
### 13 PUNTOS SINGULARES

La línea objeto del presente anexo presenta así mismo dos puntos singulares en los que debe ser validada mediante cálculo térmico. Una zanja hormigonada en previsión de la ejecución de una autovía (A-15) y la perforación horizontal bajo la Autopista (AP-68), que se encuentra fuera del alcance del proyecto.

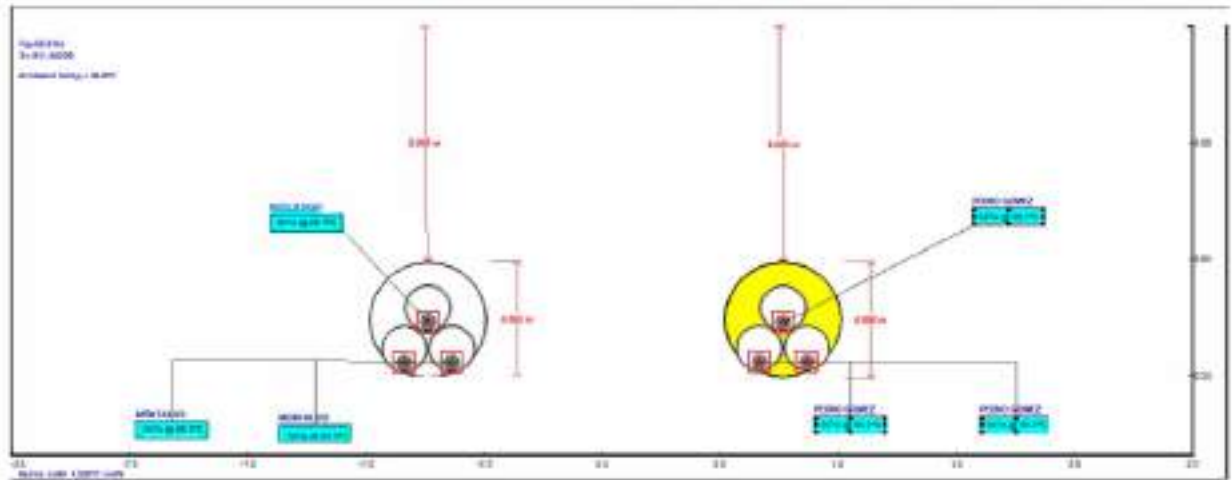
En el primer caso se desconoce la profundidad a la que quedará finalmente enterrada la instalación, por lo que se procede a validar el cálculo para el siguiente supuesto, pues los cables no superan la temperatura de servicio:

- A) Instalación de otra evacuación equivalente en los tubos de reserva.
- B) Diferencia de altura entre el firme de la autovía y el terreno actual no superior a 3,5m. (Profundidad total no superior a 5,5 m)

ZANJA 2 TERNAS - HORMIGONADA PREVISION AUTOVÍA



En el segundo caso se la instalación ha sido validada en el diseño de la perforación horizontal, según se muestra en el siguiente esquema.



Alcanzando los cables una temperatura máxima de 68,3 °C inferior a la temperatura de servicio máxima.

## Anexo 02. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN



## ÍNDICE

1	IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002) .....	3
2	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD .....	5
3	PREVENCIÓN DE RESIDUOS .....	6
4	SEPARACIÓN DE RESIDUOS .....	7
5	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	7
6	REUTILIZACIÓN.....	8
7	VALORIZACIÓN .....	8
8	ELIMINACIÓN.....	8
9	DESTINO RCD'S .....	9
10	VALORACION DEL COSTE DE LA GESTION DE LOS RESIDUOS .....	9



## 1 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	<b>1.- Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicas</b>
X 17 01 01	Hormigón
17 01 02	Ladrillos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 06*	Mezclas o fracciones separadas que contienen sustancias peligrosas
	<b>2.- Madera, vidrio y plástico</b>
17 02 01	Madera
X 17 02 02	Vidrio
X 17 02 03	Plástico
17 02 04	Madera, vidrio o plástico que contienen sustancias peligrosas
	<b>3.- Productos derivados del alquitrán</b>
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	<b>4.- Metales</b>
17 04 01	Cobre, bronce y latón
17 04 02	Aluminio
17 04 03	Plomo
17 04 04	Zinc
X 17 04 05	Hierro y acero
17 04 06	Estaño
17 04 07	Metales mezclados
17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y sustancias peligrosas
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	<b>5.- Tierra, piedras y lodos de drenaje</b>
17 05 03*	Tierra y piedras que contiene sustancias peligrosas
X 17 05 04	Tierra y piedras distintos de los especificados en el código 17 05 03
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
	<b>6.- Materiales de aislamiento y amianto</b>
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto
17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que contiene sustancias peligrosas
X 17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados
	<b>7.- Materiales de yeso</b>
17 08 01*	Materiales de construcción a partir de yeso con sustancias peligrosas
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los anteriores
	<b>8.- Otros Residuos de construcción</b>
17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB
17 09 03*	Otros residuos de construcción que contienen sustancias peligrosas
17 09 04	Residuos de construcción distintos de los especificados

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	<b>9.- Residuos municipales</b>
20 01 13*	Disolventes
20 01 21*	Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio
20 01 27*	Pinturas, tintas, adhesivos y resinas que contienen sustancias peligrosas
X 20 01 28	Pinturas, tintas, adhesivos y resinas distintas de las indicadas
X 20 02 01	Residuos biodegradables
20 02 03	Otros residuos NO biodegradables
	<b>10.- Residuos de envase</b>
X 15 01 01	Envases de papel y cartón
X 15 01 02	Envases de plástico
15 01 03	Envases de madera
15 01 04	Envases metálicos
15 01 07	Envases de vidrio
15 01 10*	Envases que contiene sustancias peligrosas
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración contaminados por sustancias peligrosas
X 15 02 03	Absorbentes, materiales de filtración distintos de los indicados
	<b>11.- Residuos de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos)</b>
08 01 11*	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos peligrosas
08 01 12	Residuos de pintura y barniz distintos de los especificados en el código 08 01 11
08 04 09*	Residuos de adhesivos y sellantes que contienen sustancias peligrosas
08 04 10	Residuos de adhesivos y sellantes distintos de especificados en código 08 04 09
	<b>12.- Residuos de aceites y de combustibles líquidos</b>
13 01 09*	Aceites hidráulicos minerales clorados
13 01 10*	Aceites hidráulicos minerales no clorados
13 01 11*	Aceites hidráulicos sintéticos
13 01 12*	Aceites hidráulicos fácilmente biodegradables,
13 02 04*	Aceites minerales clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
13 02 06*	Aceites sintéticos de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
13 02 07*	Aceites fácilmente biodegradables de motor, de transmisión y lubricantes
13 07 01*	Fuel oil y gasóleo
13 07 02*	Gasolina
	<b>13.- Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes orgánicos</b>
14 06 02*	Otros disolventes y mezclas de disolventes halogenados.
14 06 03*	Otros disolventes y mezclas de disolventes.
	<b>14.- Residuos NO especificados</b>
16 01 03	Neumáticos fuera de uso
16 01 07*	Filtros de aceite
16 01 13*	Líquidos de frenos
16 06 01*	Baterías de plomo
16 06 02*	Acumuladores de Ni-Cd.

(\*) NOTA: Los residuos que aparecen en la lista señalados con un asterisco (\*) se consideran residuos peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE sobre residuos peligrosos a cuyas disposiciones están sujetos a menos que se aplique el apartado 5 del artículo 1 de esa Directiva.

## 2 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD

Se propone realizar una estimación del volumen total de residuos generados, mediante la asignación de un 0,2% de volumen sobre la superficie de Línea de Alta Tensión. Este valor se ha obtenido de otros estudios de residuos de similares características. El contratista podrá utilizar durante la redacción del plan de RCD's, cualquier otro método de cálculo, de reconocido prestigio, siempre que sea aprobado por la Dirección facultativa de la obra.

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS		
Superficie Construida total	3647,00	m
RCD's previstos	0,002	m <sup>3</sup> /m
Volumen de RCD's	7,29	m <sup>3</sup>

Para estimar el volumen previsto de cada residuo identificado anteriormente, se toma un porcentaje en volumen basado en la composición residuos media que llega a vertedero, según fuentes contrastadas en el Plan Nacional de Residuos.

	% VOLUMEN	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	TONELADAS
<b>RCD's: Naturaleza no pétre</b>		<b>3,14 m<sup>3</sup></b>	-	<b>3,05 t</b>
Asfaltos-Bituminosos	0,00%	0,00 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,00 t
Madera	5,00%	0,36 m <sup>3</sup>	0,6 t/m <sup>3</sup>	0,22 t
Metales y sus aleaciones	10,00%	0,73 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	1,09 t
Papel y cartón	10,00%	0,73 m <sup>3</sup>	0,9 t/m <sup>3</sup>	0,66 t
Plástico	8,00%	0,58 m <sup>3</sup>	0,6 t/m <sup>3</sup>	0,35 t
Vidrio	0,00%	0,00 m <sup>3</sup>	1,2 t/m <sup>3</sup>	0,00 t
Otros	10,00%	0,73 m <sup>3</sup>	1 t/m <sup>3</sup>	0,73 t

<b>RCD's: Naturaleza pétre</b>		<b>4,14 m<sup>3</sup></b>	-	<b>6,00 t</b>
Arena, grava y otros áridos	10,00%	0,73 m <sup>3</sup>	1,2 t/m <sup>3</sup>	0,88 t
Hormigón	40,00%	2,92 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	4,38 t
Materiales de yesos	0,00%	0,00 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,00 t
Otros	6,80%	0,50 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,74 t

<b>RCD: Potencialmente peligrosos</b>	0,20%	<b>0,01 m<sup>3</sup></b>	1 t/m <sup>3</sup>	<b>0,01 t</b>
---------------------------------------	-------	---------------------------	--------------------	---------------

<b>RCD's TOTAL</b>		<b>7,29 m<sup>3</sup></b>		<b>9,06 t</b>
--------------------	--	---------------------------	--	---------------



### 3 PREVENCIÓN DE RESIDUOS

No	Si	MEDIDA PREVENCIÓN / REDUCCIÓN
	X	Separación de residuos en origen (en obra)
	X	Inventario de residuos peligrosos (si los hay)
	X	Separación de residuos biodegradables (basura orgánica)
	X	Nombramiento de responsable de prevención / reducción de residuos.
	X	Utilización de materiales prefabricados (elementos de hormigón, bloques prefabricados...)
	X	Utilización de materiales con mayor vida útil o que favorezcan su reutilización, reciclado, etc.
	X	Evitar derrames, fugas, roturas de material o inservible mediante un control de calidad.
X		Posibilidad de utilizar el material sobrante o No válido en otra obra o uso distinto.
	X	Control y medición de unidades de obra durante la recepción del material.
	X	Utilización de envases y embalajes reciclables de materiales para la construcción.
	X	Implantación de medidas de vigilancia y control de vertidos incontrolados.
	X	Otras a incluir por el poseedor de residuos (constructor)

#### 4 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo al Art. 5 R.D.105/2008 el poseedor de residuos deberá proceder a su separación en fracciones, cuando se prevea que los residuos superen las siguientes cantidades:

RESIDUO RCD's	PREVISTO (t)	LÍMITE (t)
HORMIGÓN	4,38	80 t
LADRILLOS, TEJAS Y MATERIAL CERÁMICO	-	40 t
METAL	1,09	2 t
MADERA	0,22	1 t
VIDRIO	-	1 t
PLÁSTICO	0,35	0,5 t
PAPEL Y CARTÓN	0,66	0,5 t

Según la estimación de volumen de residuos RCD's realizada, se deberán tomar medidas de separación para cada fracción identificada en la tabla, que deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

No	SI	MEDIDA SEPARACIÓN
X		Eliminación previa de materiales desmontables (solo en caso de demolición)
X		Utilización de contenedores de gran volumen para RCD's (solo en caso de demolición)
X		Recogida de RCD's en obra (todo mezclado)
	X	Separación de residuos peligrosos RRPP's (si los hay)
	X	Acondicionamiento de zonas en obra para efectuar la separación de RCD's
	X	Nombramiento de responsable en obra de controlar y supervisar la separación de RCD's
	X	Utilización de contenedores públicos para residuos biodegradables (si los hay)
	X	Utilización de envases / sacos de 1 m <sup>3</sup> para separación de RCD's
	X	Identificación de residuos mediante etiquetas o símbolos

#### 5 GESTIÓN DE RESIDUOS

Los RCD's generados durante la ejecución de la obra se gestionarán mediante alguna de las operaciones siguientes (reutilización, valorización o eliminación). Estas medidas deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

## 6 REUTILIZACIÓN

No	SI	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de reutilización
X		Previsión de reutilización en la misma obra o en otro emplazamiento externo
X		Reutilización de hormigón en plantas de hormigón o cementeras
X		Reutilización de mezclas bituminosas en otras obras
	X	Reutilización de arena y grava en áridos reciclados o urbanización
X		Reutilización de ladrillos triturados o deteriorados en otras obras
X		Reutilización de material cerámico en otras obras
X		Reutilización de materiales NO pétreos: madera, yeso, vidrio en otras obras
X		Reutilización de materiales metálicos en otras obras

## 7 VALORIZACIÓN

No	SI	OPERACIÓN PREVISTA
X		Valorización en la misma obra
	X	Entrega a gestor de RCD's autorizado
X		Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
X		Recuperación o regeneración de disolventes
	X	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas (basuras)
	X	Reciclado o recuperación de compuestos metálicos en fundiciones o similar
	X	Reciclado o recuperación de hormigones, gravas y arenas para hormigón nuevo, material de base en carreteras, sellado de vertederos
	X	Reciclado o recuperación de mezclas bituminosas en plantas de asfalto
X		Regeneración de ácidos o bases
X		Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura

## 8 ELIMINACIÓN

No	SI	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de eliminación
	X	Depósito de RCD's en vertedero autorizado de residuos inertes
	X	Depósito en vertedero de residuos peligrosos
X		Eliminación de RCD's en incinerador

## 9 DESTINO RCD'S

Se aporta una tabla resumen donde se refleja la salida/gestión que se propone dar a cada RCD identificado y cuantificado anteriormente. Constituye una propuesta que deberá ser confirmada por el poseedor de residuos.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO	DESTINO
17 01 01	Hormigón	Valorización (reciclado)	Fabricación hormigón nuevo
17 01 01	Madera	Valorización (reciclado)	Valorización como combustible
17 02 02	Vidrio	Valorización (reciclado)	Depósito en vertedero
17 02 03	Plástico	Valorización (reciclado)	Servicio recogida basuras
17 03 02	Mezclas bituminosas	Valorización (reciclado)	Fabricación de asfaltos
17 04 02	Aluminio	Valorización (reciclado)	Utilización en obras externas
17 04 05	Hierro y acero	Valorización (reciclado)	Utilización en obras externas
17 05 04	Tierra y piedras	Valorización (reutilización)	Utilización en obras externas
17 06 04	Materiales de aislamiento	Valorización (reciclado)	Utilización en obras externas
17 08 02	Materiales de yeso	Sin tratamiento	Depósito en vertedero
20 01 21*	Tubos fluorescentes	Valorización (reciclado)	Gestor de Residuos Peligrosos
20 02 01	Residuos biodegradables	Valorización (reciclado)	Servicio recogida basuras
15 01 01	Envases de papel y cartón	Valorización (reciclado)	Servicio recogida basuras
15 02 03	Absorbentes	Valorización (reciclado)	Depósito en vertedero

## 10 VALORACION DEL COSTE DE LA GESTION DE LOS RESIDUOS

Se ha previsto el siguiente coste para el almacenamiento de los residuos dentro de la obra y su transporte al gestor autorizado de residuos.

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs				
Tipología RCDs	Estimación		Precio gestión en Planta / Vertedero / Cantera / Gestor	Importe (€)
<b>CATEGORÍA IV</b> Tierras y pétreos de la excavación	4,14	m3	10,92 €/m3	45,24
RCDs <b>CATEGORIA III</b> Limpio	0	m3	10,00 €/m3	0,00
RCDs <b>CATEGORIA II</b> Sucio	3,14	m3	30,00 €/m3	94,09
RCDs <b>CATEGORIA I</b> Peligrosos	0,01	m3	1000,00 €/m3	14,59
Horas de formación básica en la gestión de residuos para los trabajadores de la obra.	20	h	40,00 €/h	800,00
Retirada y devolución de bobinas en caso de que el fabricante no viniera a recogerlas	1	ud	300,00 €/ud	300,00
			<b>TOTAL</b>	<b>1253,92</b>

## Anexo 03. Estudio Campos Magnéticos





## ÍNDICE

1	OBJETO .....	3
2	NORMATIVA.....	3
3	METODOLOGIA DE ANALISIS .....	4
4	LÍNEA SUBTERRÁNEA 66 KV .....	5
5	EVALUACION DE LOS RESULTADOS .....	6
6	CONCLUSIONES .....	6

## 1 OBJETO

El objeto de este anexo es valorar los campos magnéticos que se producirán en las líneas subterráneas objeto de proyecto, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la subestación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

## 2 NORMATIVA

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El R.D. 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el “Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100  $\mu$ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

- 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.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.



### 3 METODOLOGIA DE ANALISIS

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

El cálculo está basado en un cálculo analítico realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una subestación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE- CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la subestación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores del centro colector accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del edificio y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo en forma de gráfico en toda la superficie de la subestación a una altura de 1 m a efectos informativos.

## 4 LÍNEA SUBTERRÁNEA 66 KV

### PRIMER SUPUESTO: zanja de alta tensión (tramo 5)

La zanja más desfavorable es una zanja de 3 ternas como se describe:

L1 35 MVA

L2 35 MVA

L3 35 MVA

El resultado de la simulación se muestra en esta gráfica:

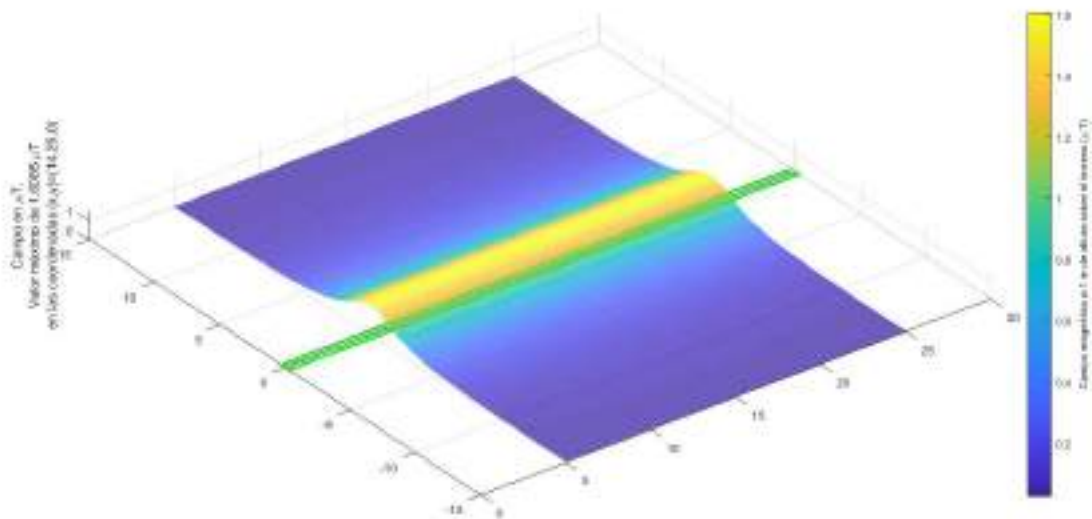


Figura 9.

Y en el siguiente corte a lo largo del eje Y:

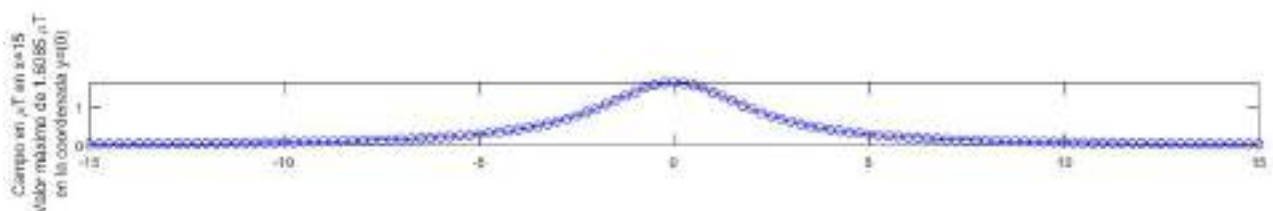


Figura 10.

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de la instalación.

Los valores más elevados de campo en el exterior accesible por el público se producen encima de la zanja, teniendo un valor de 1,61  $\mu T$ .



## 5 EVALUACION DE LOS RESULTADOS



De acuerdo con el Resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo con fecha 11 de Mayo de 2001, a partir del informe técnico realizado por un Comité pluridisciplinar de Expertos Independientes en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, se puede concretar que para los niveles de campo magnético que se generan en el centro de transformación objeto del proyecto, no se ocasionan efectos adversos para la salud, ya que son unos niveles de radiación muy inferiores a las 100  $\mu$ T, límite preventivo para el cual, se puede asegurar que no se ha identificado ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a estos niveles de campo electromagnético y el riesgo de padecer alguna enfermedad, en concordancia así mismo, con las conclusiones de la Recomendación del Consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300GHz, cuya transcripción al ámbito nacional queda recogido en el Real Decreto 1066/2001 28 de Septiembre de 2001.

Estos niveles de campo magnético no son, por otra parte, exclusivos de subestaciones eléctricas, siendo habituales en otros ambientes, como oficinas, medios de locomoción o incluso en ambientes residenciales fruto de la evolución tecnológica de la sociedad.

## 6 CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad del centro colector del proyecto, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están muy por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100  $\mu$ T para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

Anexo 04.  
Relación de Bienes y Derechos Afectados

	MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA) TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)	
--	--	--

Para la realización de la siguiente tabla de afecciones, se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

Canalización:

- **Ocupación permanente:** ancho de la canalización (D) +mitad de anchura de la canalización (D/2) a cada lado desde el borde de la misma. Incluye el área permanente de ocupación de cámaras y arquetas.
- **Ocupación temporal:** 3m a cada lado desde el borde de canalización.

Realización de Perforación horizontal:

- **Ocupación temporal:** área de 500 m2 próximo a cada uno de los extremos de la perforación.



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE  
CIERZO  
(NUDO LA SERNA)  
TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



**MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DEL  
CIERZO (NUDO LA CANTERA)**

DATOS PARCELA						ZANJA			
ID. AFECCIÓN	REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUP. PARCELA (m <sup>2</sup> )	TÉRMINO MUNICIPAL	AFECCIÓN LINEAL (M)	SERVIDUMBRE DE ZANJA (m <sup>2</sup> )	SERVIDUMBRE TEMPORAL (m <sup>2</sup> )	HINCA/CÁMARA DE EMPALME
1	72031073	3	1073	65531	CINTRUÉNIGO	41,49	82,98	248,02	
2	72030799	3	799	12324	CINTRUÉNIGO	253,62	507,23	1466,8	
3	72030688	3	688	63895	CINTRUÉNIGO	38,92	78,66	363,14	
4	72031687	3	1687	1785	CINTRUÉNIGO	4,88	9,76	28,89	
5	72031672	3	1672	779	CINTRUÉNIGO	18,93	37,85	84,72	
6	72031673	3	1673	46	CINTRUÉNIGO			28,72	
7	72031689	3	1689	33	CINTRUÉNIGO	7,79	15,58	17,23	
8	72030687	3	687	6249	CINTRUÉNIGO	132,39	257,07	854,48	
9	72030796	3	796	60324	CINTRUÉNIGO	5,97	26,84	332,22	CE-A
10	CAMINOS CINTRUÉNIGO				CINTRUÉNIGO	187,24	366,47	736,29	CE-A
11	72030602	3	602	93514	CINTRUÉNIGO	127,99	255,98	767,67	
12	72030691	3	691	1643	CINTRUÉNIGO	46,72	93,43	270,15	
13	72030694	3	694	7289	CINTRUÉNIGO	105,1	210,19	627,85	CE-B





MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE  
CIERZO  
(NUDO LA SERNA)  
TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



**MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DEL  
CIERZO (NUDO LA CANTERA)**

DATOS PARCELA						ZANJA			
ID. AFECCIÓN	REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUP. PARCELA (m <sup>2</sup> )	TÉRMINO MUNICIPAL	AFECCIÓN LINEAL (M)	SERVIDUMBRE DE ZANJA (m <sup>2</sup> )	SERVIDUMBRE TEMPORAL (m <sup>2</sup> )	HINCA/CÁMARA DE EMPALME
14	72030697	3	697	3345	CINTRUÉNIGO	78,89	157,79	473,36	
15	232460392	46	392	2966	TUDELA	15,92	31,85	96,27	
16	232460256	46	256	3167	TUDELA	42,94	85,87	258,2	
17	232460257	46	257	4061	TUDELA	45,9	91,8	274,5	
18	232460258	46	258	5389	TUDELA	55,89	111,44	330,36	
19	232460259	46	259	3542	TUDELA	29,77	60,05	182,26	
20	232460403	46	403	9793	TUDELA	49,27	98,36	296,79	
21	232460286	46	286	10997	TUDELA	63,45	126,94	382,96	
22	232460408	46	408	62021	TUDELA	69,32	138,59	913,66	CE-C HINCA (500 m <sup>2</sup> )
23	232460407	46	407	3740	TUDELA	9,42	18,85	21,27	
24	232440203	44	203	3127	TUDELA	34,82	69,64	669,08	HINCA (500 m <sup>2</sup> )
25	232440040	44	40	3254	TUDELA	33,18	66,37	199,1	
26	232440041	44	41	2049	TUDELA	22,51	45,02	135,05	



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE  
CIERZO  
(NUDO LA SERNA)  
TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



**MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DEL  
CIERZO (NUDO LA CANTERA)**

DATOS PARCELA						ZANJA			
ID. AFECCIÓN	REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUP. PARCELA (m <sup>2</sup> )	TÉRMINO MUNICIPAL	AFECCIÓN LINEAL (M)	SERVIDUMBRE DE ZANJA (m <sup>2</sup> )	SERVIDUMBRE TEMPORAL (m <sup>2</sup> )	HINCA/CÁMARA DE EMPALME
27	232440042	44	42	1473	TUDELA	19,00	38	114,01	
28	232440043	44	43	2489	TUDELA	12,59	25,19	75,56	
29	232440060	44	60	3385	TUDELA	8,88	17,75	53,3	
30	232440061	44	61	1613	TUDELA	47,01	94,01	278,34	
31	232440059	44	59	71733	TUDELA	180,58	361,17	1087,17	
32	232440064	44	64	12842	TUDELA	52,01	104,03	311,39	
33	232440065	44	65	944	TUDELA	18,81	37,13	118,75	
34	232440217	44	217	19210	TUDELA	210,52	421,53	1267,97	CE-D
35	232440220	44	220	211	TUDELA	35,83	67,77	84,71	
36	232440219	44	219	1984	TUDELA	69,46	83,82	209,75	
37	232440218	44	218	5109	TUDELA	79,6	150,16	291,82	
38	232440231	44	231	2251	TUDELA	8,61	25,6	90,6	
39	CAMINOS TUDELA				TUDELA	108,05	274,42	1126,42	



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE  
CIERZO  
(NUDO LA SERNA)  
TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



**MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DEL  
CIERZO (NUDO LA CANTERA)**

DATOS PARCELA						ZANJA			
ID. AFECCIÓN	REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUP. PARCELA (m <sup>2</sup> )	TÉRMINO MUNICIPAL	AFECCIÓN LINEAL (M)	SERVIDUMBRE DE ZANJA (m <sup>2</sup> )	SERVIDUMBRE TEMPORAL (m <sup>2</sup> )	HINCA/CÁMARA DE EMPALME
40	232440075	44	75	80995	TUDELA	125,56	252,53	671,94	CE-E
41	232440077	44	77	6805	TUDELA	203,88	407,66	1221,59	
42	232440212	44	212	3293	TUDELA	71,03	142,06	426,18	
43	232440213	44	213	3332	TUDELA	58,97	117,94	353,82	
44	232440214	44	214	3057	TUDELA	46,41	92,83	278,49	
45	232440222	44	222	37612	TUDELA	66,77	133,54	400,61	
46	232440078	44	78	35112	TUDELA	309,79	619,57	1858,72	CE-F
47	232440224	44	224	5187	TUDELA	29,59	59,17	177,52	
48	232440080	44	80	21541	TUDELA	70,38	140,77	421,92	
49	232440230	44	230	5763	TUDELA	212,04	424,02	1248,95	CE-G
50	232440082	44	82	3060	TUDELA	19,63	39,24	117,71	
51	232440081	44	81	23068	TUDELA	59,54	119,14	353,96	
<b>TOTALES</b>						<b>3.646,86</b>	<b>7.293,66</b>	<b>22.700,24</b>	

## DOCUMENTO 02. PLANOS



## ÍNDICE

342226403-3313-010-SITUACION

342226403-3313-030-COMPARATIVO DE TRAZAS

342226403-3313-050-CATASTRO-LAT

342226403-3313-419-PLANTA ORTO-LAT

342226403-3313-420-SERVICIOS AFECTADOS

342226403-3313-421- PLANTA ZANJAS

342226403-3313-422-SECCION TIPO DE ZANJA

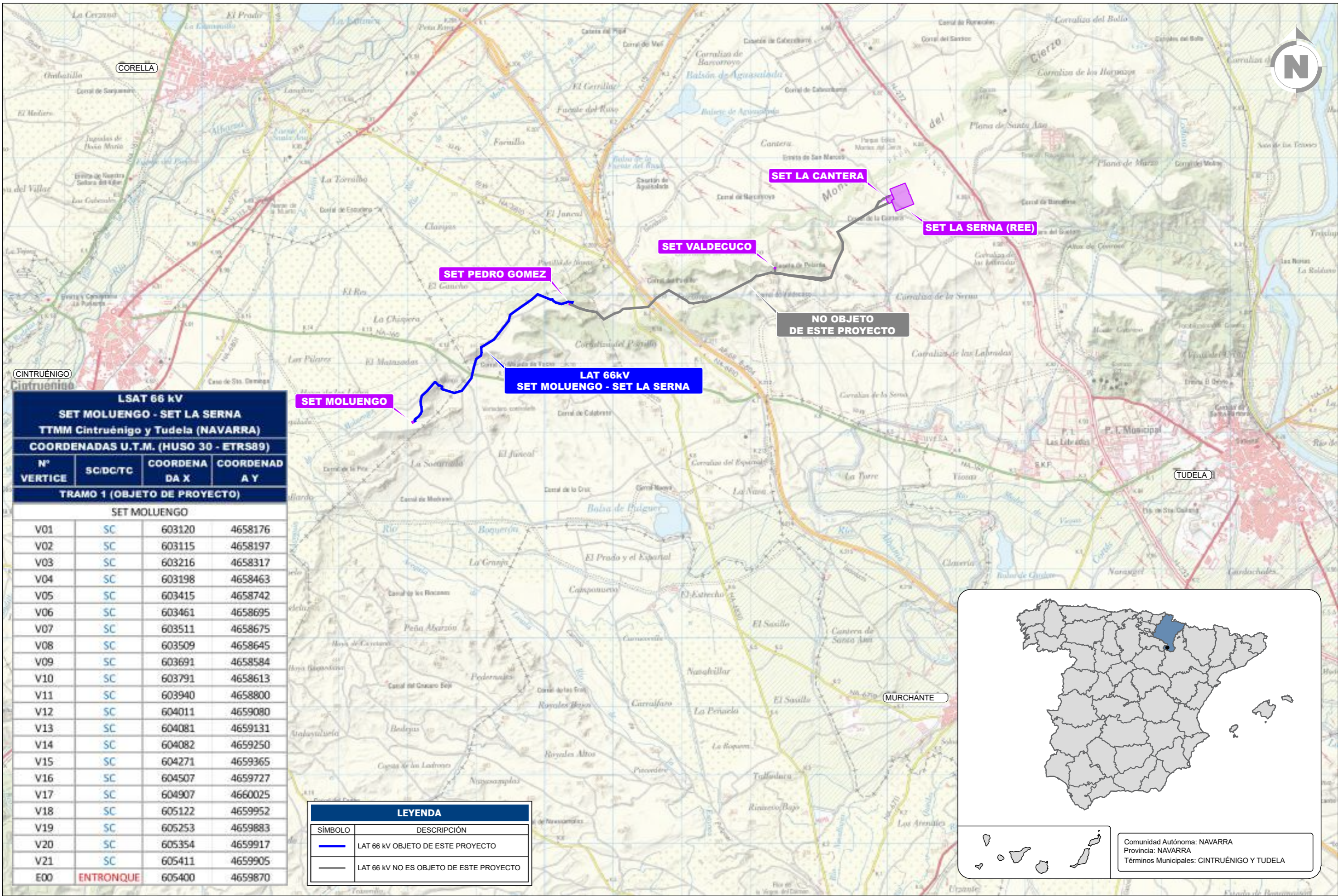
342226403-3313-423-PLANO DE HINCAS

342226403-3313-424-ESQUEMA DE CONEXIONADO PANTALLAS

342226403-3313-425-CAMARAS DE EMPALME

342226403-3313-440-ESQUEMA UNIFILAR GENERAL





**LSAT 66 kV  
SET MOLUENGO - SET LA SERNA  
TTMM Cintruénigo y Tudela (NAVARRA)  
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)**

Nº VERTICE	SC/DC/TC	COORDENA DA X	COORDENAD A Y
<b>TRAMO 1 (OBJETO DE PROYECTO)</b>			
<b>SET MOLUENGO</b>			
V01	SC	603120	4658176
V02	SC	603115	4658197
V03	SC	603216	4658317
V04	SC	603198	4658463
V05	SC	603415	4658742
V06	SC	603461	4658695
V07	SC	603511	4658675
V08	SC	603509	4658645
V09	SC	603691	4658584
V10	SC	603791	4658613
V11	SC	603940	4658800
V12	SC	604011	4659080
V13	SC	604081	4659131
V14	SC	604082	4659250
V15	SC	604271	4659365
V16	SC	604507	4659727
V17	SC	604907	4660025
V18	SC	605122	4659952
V19	SC	605253	4659883
V20	SC	605354	4659917
V21	SC	605411	4659905
E00	<b>ENTRONQUE</b>	605400	4659870

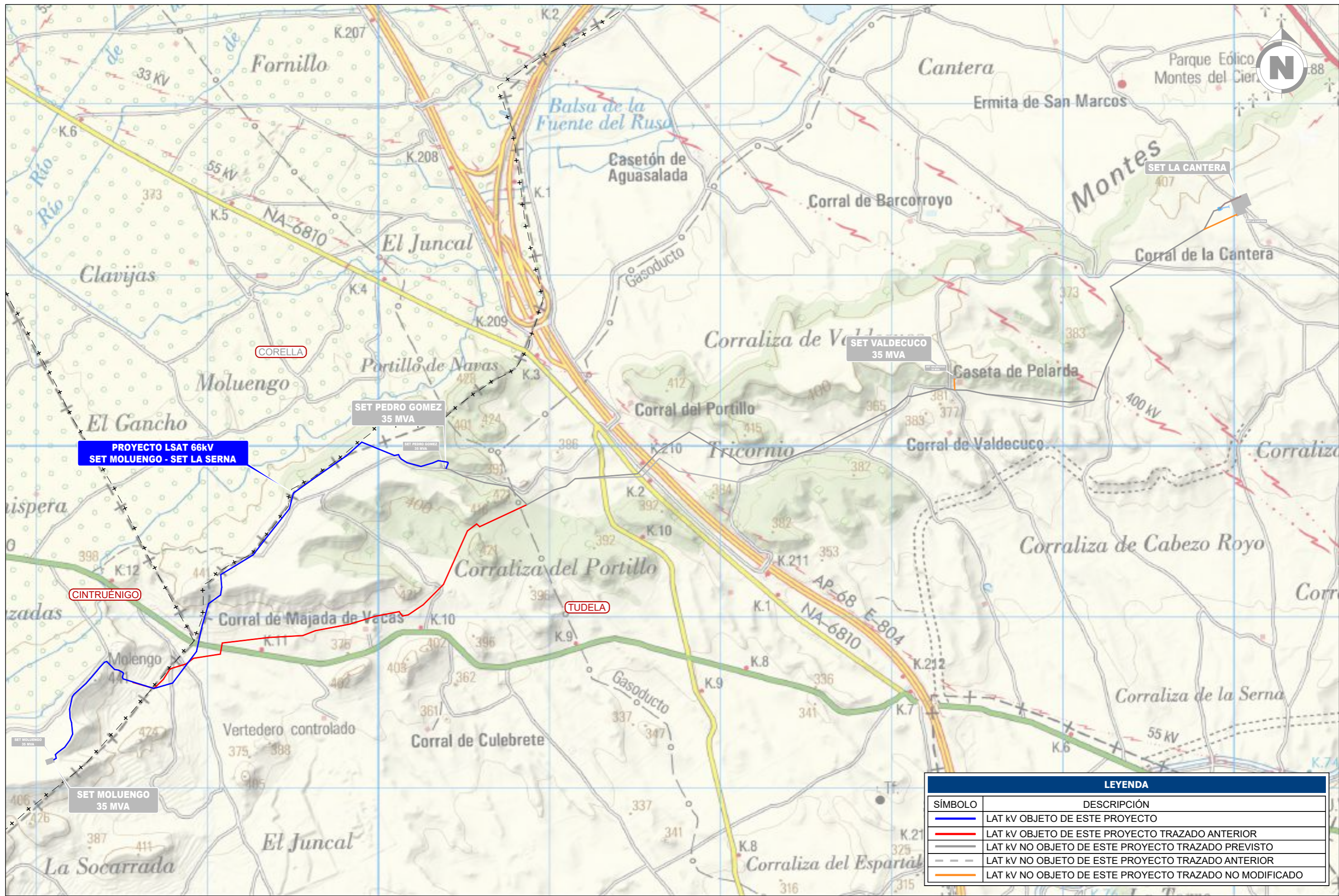
**LEYENDA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LAT 66 kV OBJETO DE ESTE PROYECTO
	LAT 66 kV NO ES OBJETO DE ESTE PROYECTO



<b>INFRASURSTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PPEE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO</b>					CLIENTE 	PROYECTO <b>MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)</b>	FORMATO <b>A3</b>	
A JUNIO 2023 V.R.A. E.O.V. J.L.O. PRIMERA EMISIÓN REVISIÓN FECHA DIBUJADO REVISADO APROBADO DESCRIPCIÓN					AUTOR 	TÍTULO <b>SITUACIÓN</b>	ESCALA <b>1:50.000</b>	
						PLANO Nº <b>342226403-3313-010</b>	Nº HOJAS <b>01 de 01</b>	REVISIÓN <b>A</b>



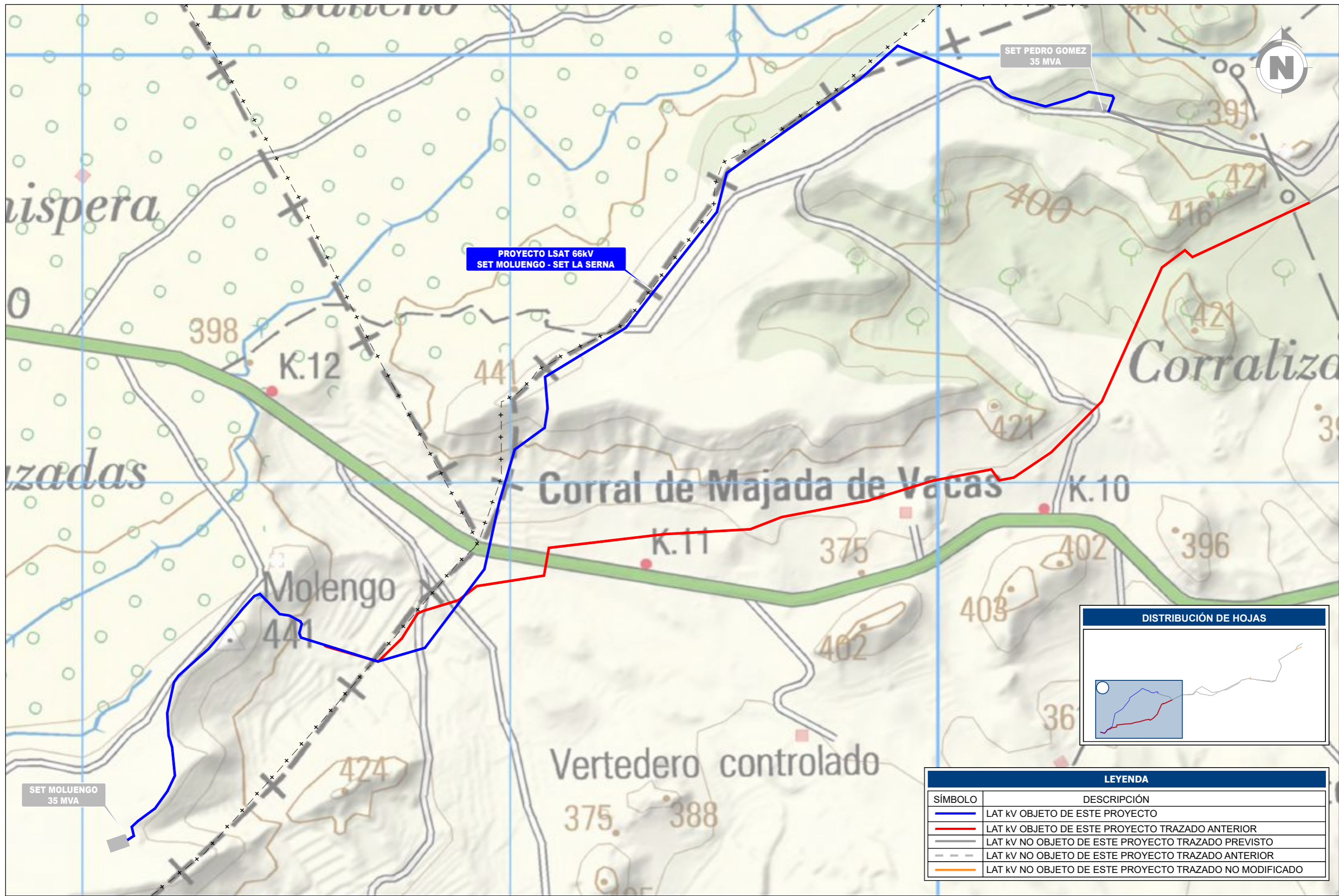


A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

CLIENTE  
 Edición Montes de Cierzo

PROYECTO MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)		FORMATO A3
AUTOR 	TÍTULO COMPARATIVO DE TRAZAS GENERAL	ESCALA 1:20000
PLANO N° 342226403-3313-030	N° HOJAS 01 de 02	REVISIÓN A

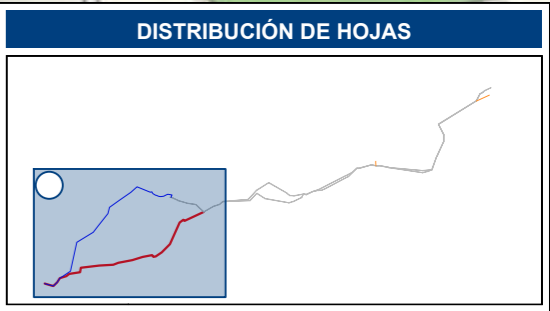




PROYECTO LSAT 66kV  
SET MOLUENGO - SET LA SERNA

SET PEDRO GOMEZ  
35 MVA

SET MOLUENGO  
35 MVA

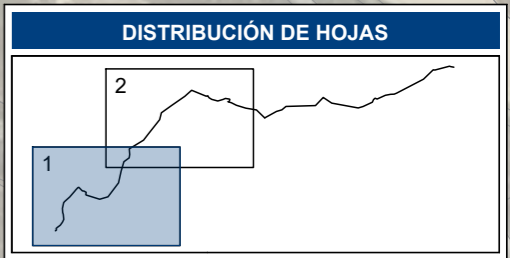
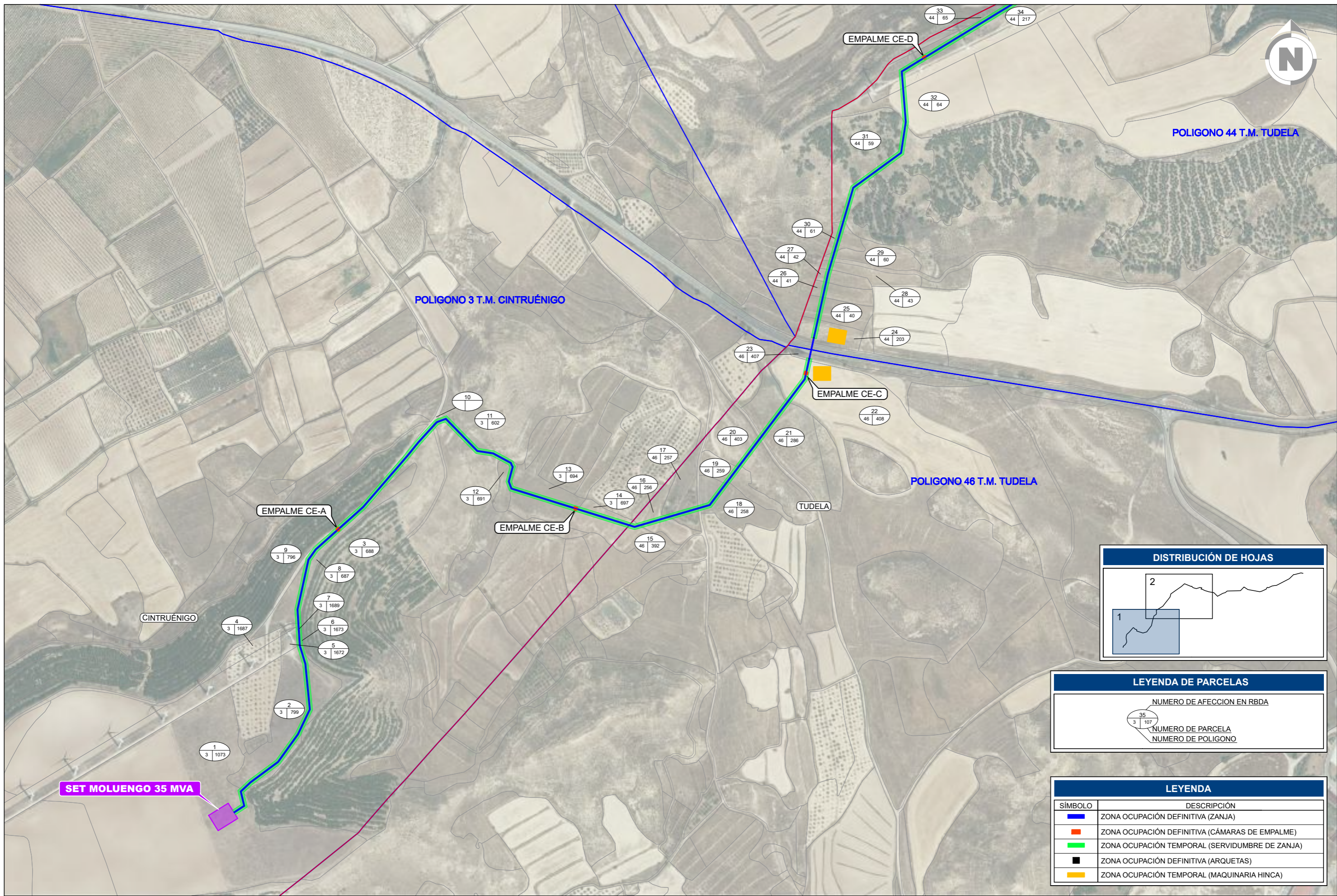


LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LAT KV OBJETO DE ESTE PROYECTO
	LAT KV OBJETO DE ESTE PROYECTO TRAZADO ANTERIOR
	LAT KV NO OBJETO DE ESTE PROYECTO TRAZADO PREVISTO
	LAT KV NO OBJETO DE ESTE PROYECTO TRAZADO ANTERIOR
	LAT KV NO OBJETO DE ESTE PROYECTO TRAZADO NO MODIFICADO

A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

<b>INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PREE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO</b>		CLIENTE PROYECTO MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)	FORMATO A3
		AUTOR JOSÉ LUIS OVELLEIRO MEDINA <small>Colegiado n.º 1.937</small>	TÍTULO COMPARATIVO DE TRAZAS OBJETO DE MODIFICADO
	PLANOS Nº 342226403-3313-030	Nº HOJAS 02 de 02	ESCALA 1:8000





**LEYENDA DE PARCELAS**

	NUMERO DE AFECCION EN RBDA
	NUMERO DE PARCELA
	NUMERO DE POLIGONO

**LEYENDA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ZONA OCUPACIÓN DEFINITIVA (ZANJA)
	ZONA OCUPACIÓN DEFINITIVA (CÁMARAS DE EMPALME)
	ZONA OCUPACIÓN TEMPORAL (SERVIDUMBRE DE ZANJA)
	ZONA OCUPACIÓN DEFINITIVA (ARQUETAS)
	ZONA OCUPACIÓN TEMPORAL (MAQUINARIA HINCA)

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

**INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PPEE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO**

CLIENTE

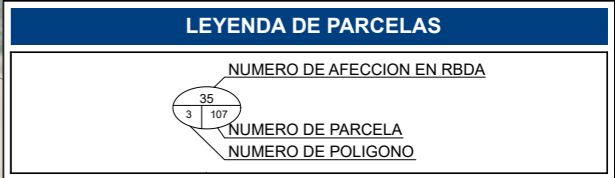
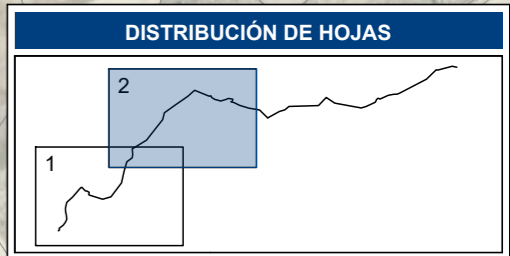
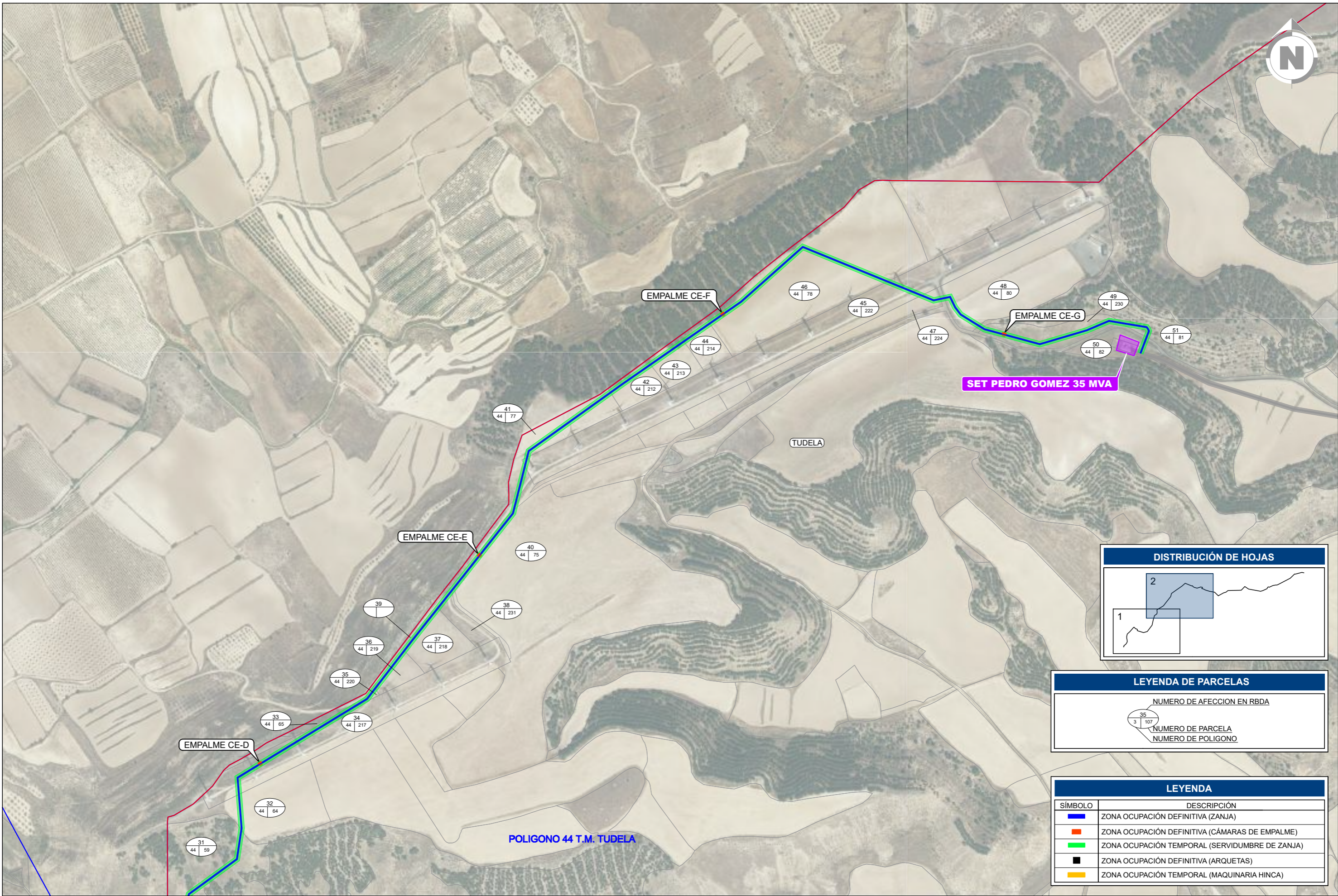
PROYECTO  
**MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)**

AUTOR

FIRMA DEL INGENIERO  
  
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

PROYECTO	MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)	FORMATO	A3
TÍTULO	CATASTRO	ESCALA	1:5.000
PLANO Nº	342226403-3313-050	Nº HOJAS	01 de 02
REVISIÓN			A





**LEYENDA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ZONA OCUPACIÓN DEFINITIVA (ZANJA)
	ZONA OCUPACIÓN DEFINITIVA (CÁMARAS DE EMPALME)
	ZONA OCUPACIÓN TEMPORAL (SERVIDUMBRE DE ZANJA)
	ZONA OCUPACIÓN DEFINITIVA (ARQUETAS)
	ZONA OCUPACIÓN TEMPORAL (MAQUINARIA HINCA)

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

**INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PPEE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO**



PROYECTO  
**MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)**

AUTOR

FRMA DEL INGENIERO

TÍTULO  
**CATASTRO**

PLANOS Nº  
 342226403-3313-050

Nº HOJAS  
 02 de 02

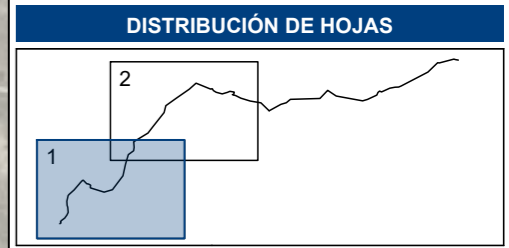
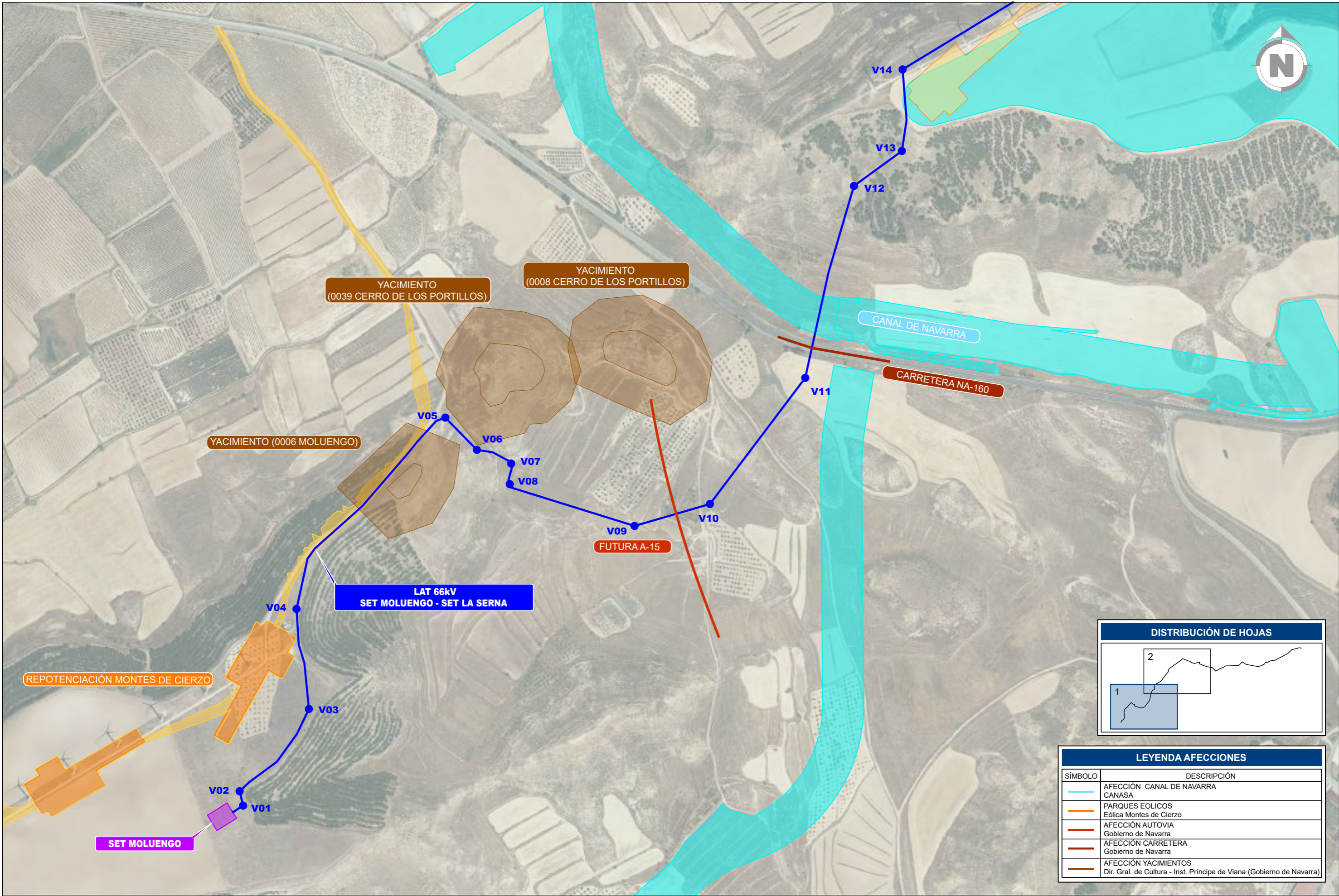
REVISIÓN  
 A

ESCALA  
 1:5.000

FORMATO  
 A3

FORMATO	A3
ESCALA	1:5.000
REVISIÓN	A





LEYENDA AFECCIONES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	AFECCIÓN CANAL DE NAVARRA
	PARQUES EOLICOS Eólica Montes de Cierzo
	AFECCIÓN AUTOVIA Gobierno de Navarra
	AFECCIÓN CARRETERA Gobierno de Navarra
	AFECCIÓN YACIMIENTOS Dir. Gral. de Cultura - Inst. Príncipe de Viana (Gobierno de Navarra)

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

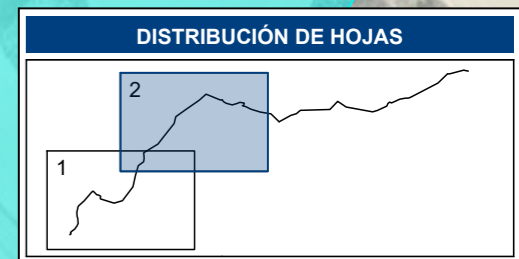
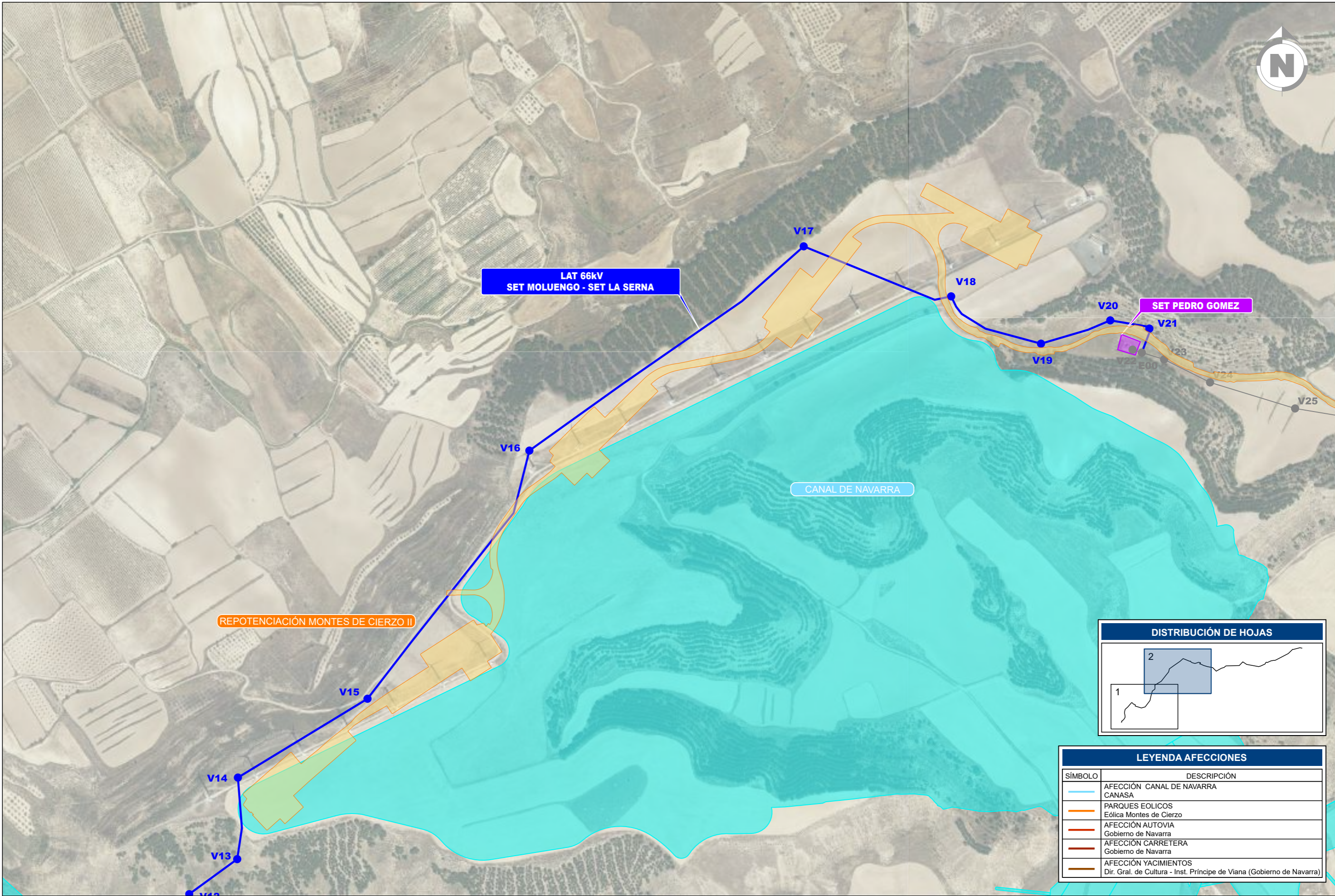
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PREE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO



CLIENTE: **Edificios Montes de Cierzo**  
 PROYECTO: MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)  
 AUTOR: **inproin** INGENIERIA Y PROYECTOS  
 FIRMA DEL INGENIERO: JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PLANTA ORTOFOTO		FORMATO: A3
PLANO Nº: 342226403-3313-419	Nº HOJAS: 01 de 02	ESCALA: 1:5.000
REVISIÓN: A		





LEYENDA AFECCIONES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	AFECCIÓN CANAL DE NAVARRA
	PARQUES EOLICOS Eólica Montes de Cierzo
	AFECCIÓN AUTOVIA Gobierno de Navarra
	AFECCIÓN CARRETERA Gobierno de Navarra
	AFECCIÓN YACIMIENTOS Dir. Gral. de Cultura - Inst. Príncipe de Viana (Gobierno de Navarra)

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

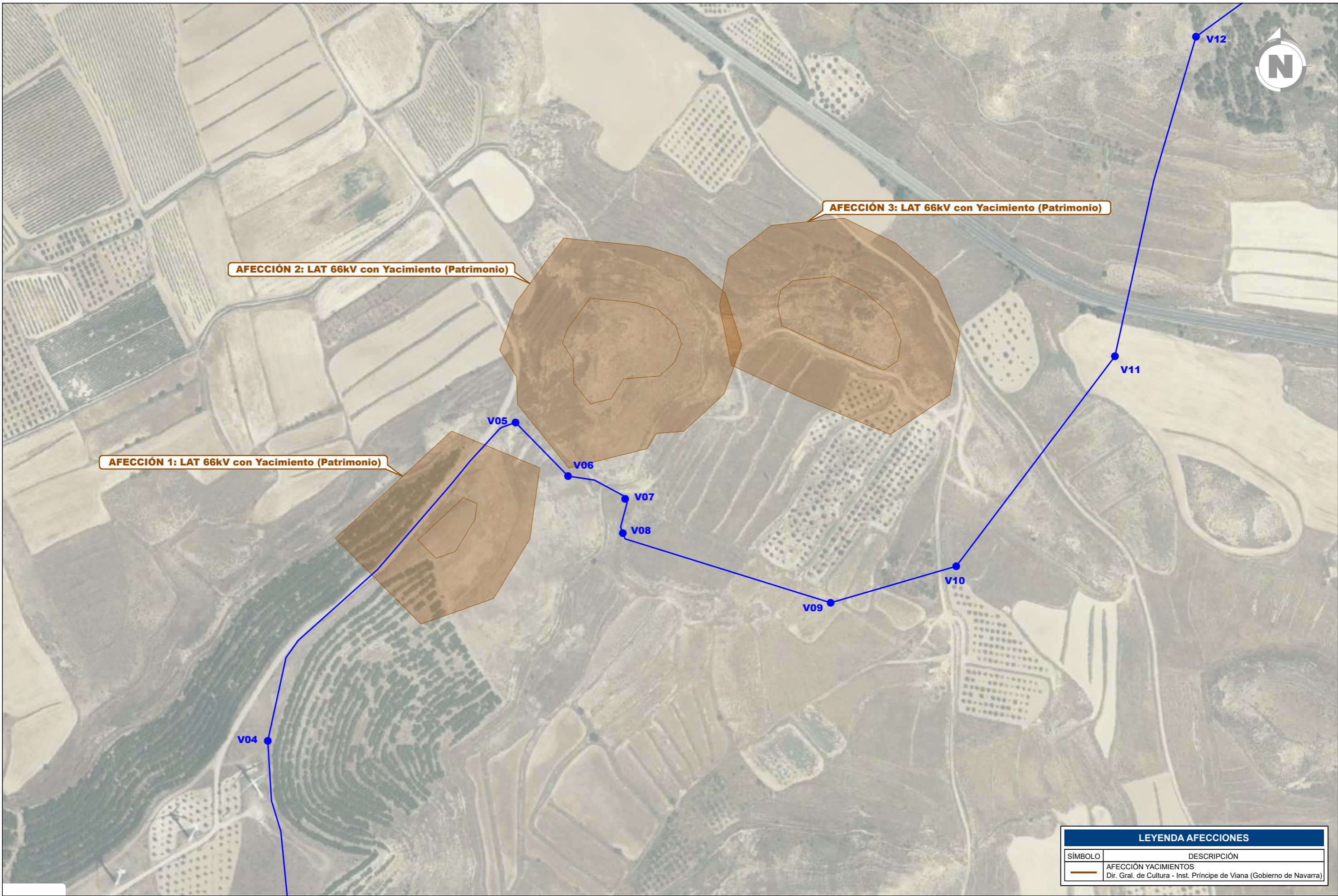
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PREE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO




CLIENTE:   
 PROYECTO: MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)  
 AUTOR:   
 FIRMA DEL INGENIERO:   
 (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PLANTA ORTOFOTO PLANO Nº: 342226403-3313-419 Nº HOJAS: 02 de 02	FORMATO: A3 ESCALA: 1:5.000 REVISIÓN: A
---	---





LEYENDA AFECCIONES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	AFECCIÓN YACIMIENTOS Dir. Gral. de Cultura - Inst. Príncipe de Viana (Gobierno de Navarra)

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

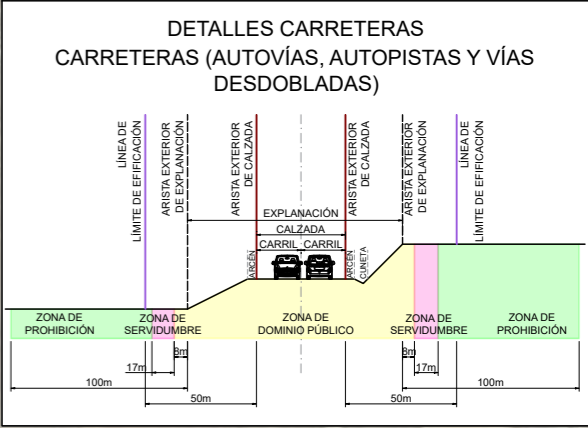
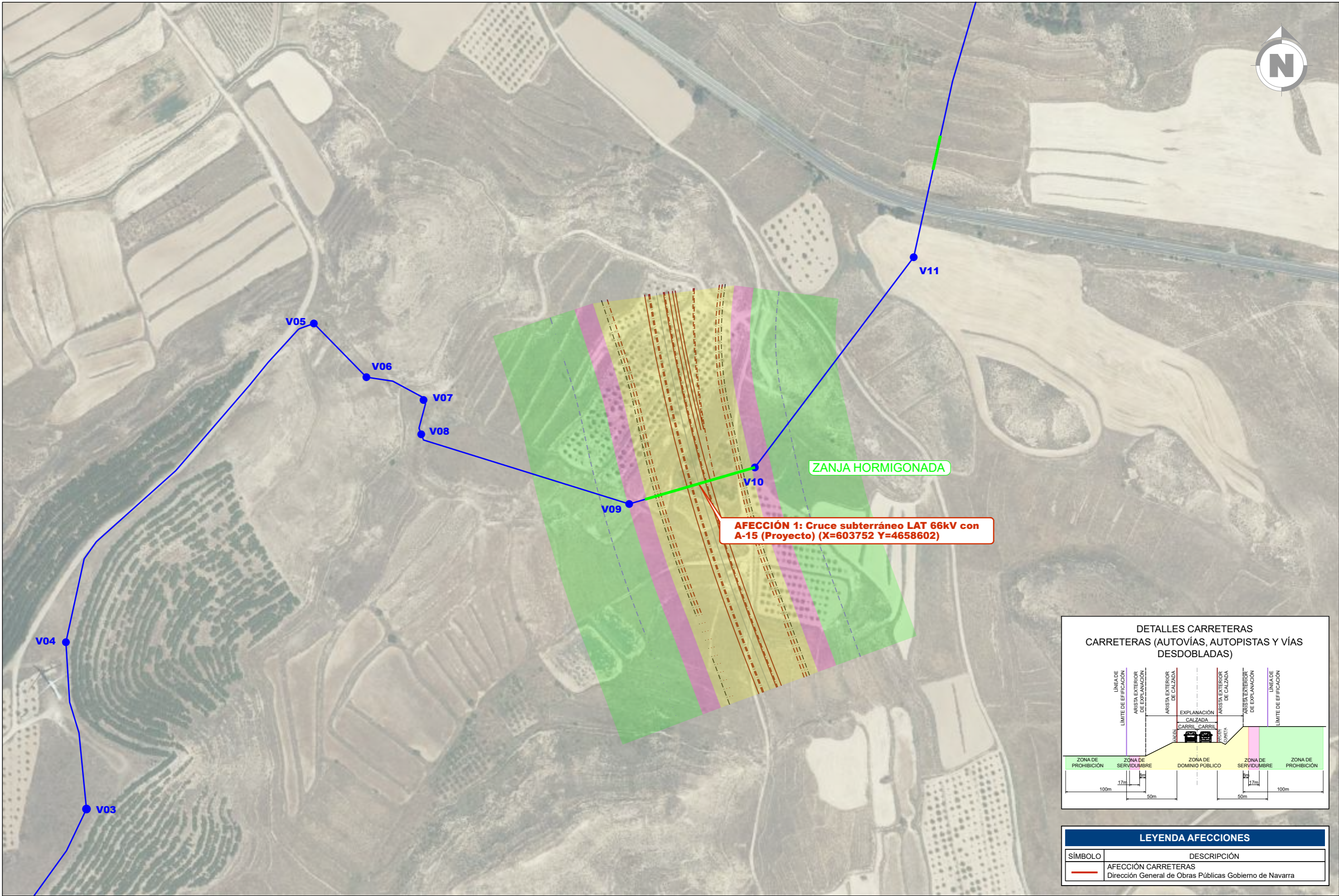
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PREE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO



CLIENTE: **inproin**  
 INGENIERIA Y PROYECTOS  
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)  
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 Colegiado n.º 1.937

PROYECTO: MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)		FORMATO: A3
TÍTULO: SERVICIOS AFECTADOS DIR.GRAL. CULTURA - INST. PRÍNCIPE DE VIANA(GOB. DE NAVARRA)		ESCALA: 1:3.000
PLANO Nº: 342226403-3313-420	Nº HOJAS: 01 de 06	REVISIÓN: A



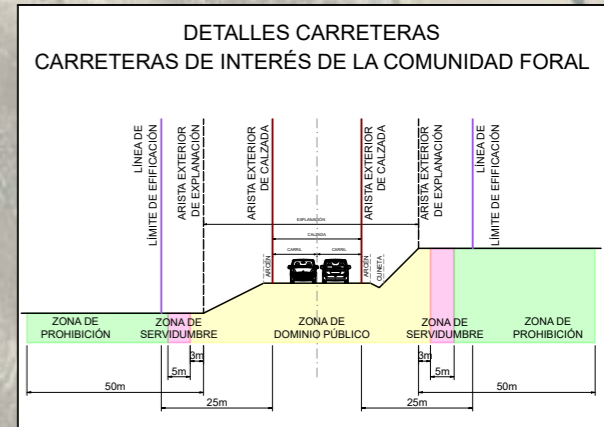
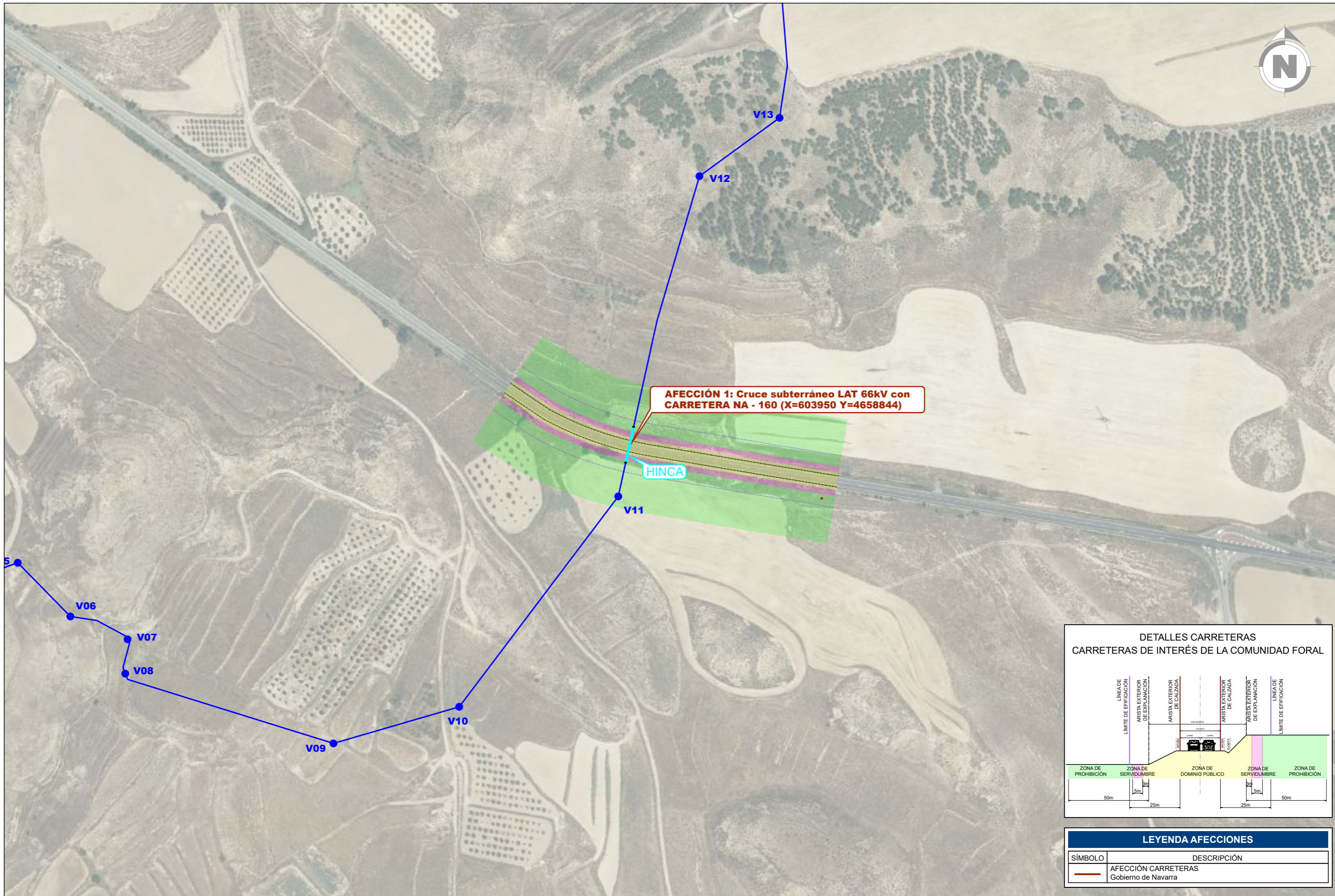


LEYENDA AFECCIONES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	AFECCIÓN CARRETERAS Dirección General de Obras Públicas Gobierno de Navarra

A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PREE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO		CLIENTE 	PROYECTO MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)	FORMATO A3
		TÍTULO SERVICIOS AFECTADOS DIR. GRAL. DE OBRAS PÚBLICAS.GOBIERNO DE NAVARRA	ESCALA 1:3.000	PLANOS Nº 342226403-3313-420
	(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	Nº HOJAS 02 de 06	REVISIÓN A	





LEYENDA AFECCIONES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	AFECCIÓN CARRETERAS Gobierno de Navarra

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

**INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PREE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO**



CLIENTE

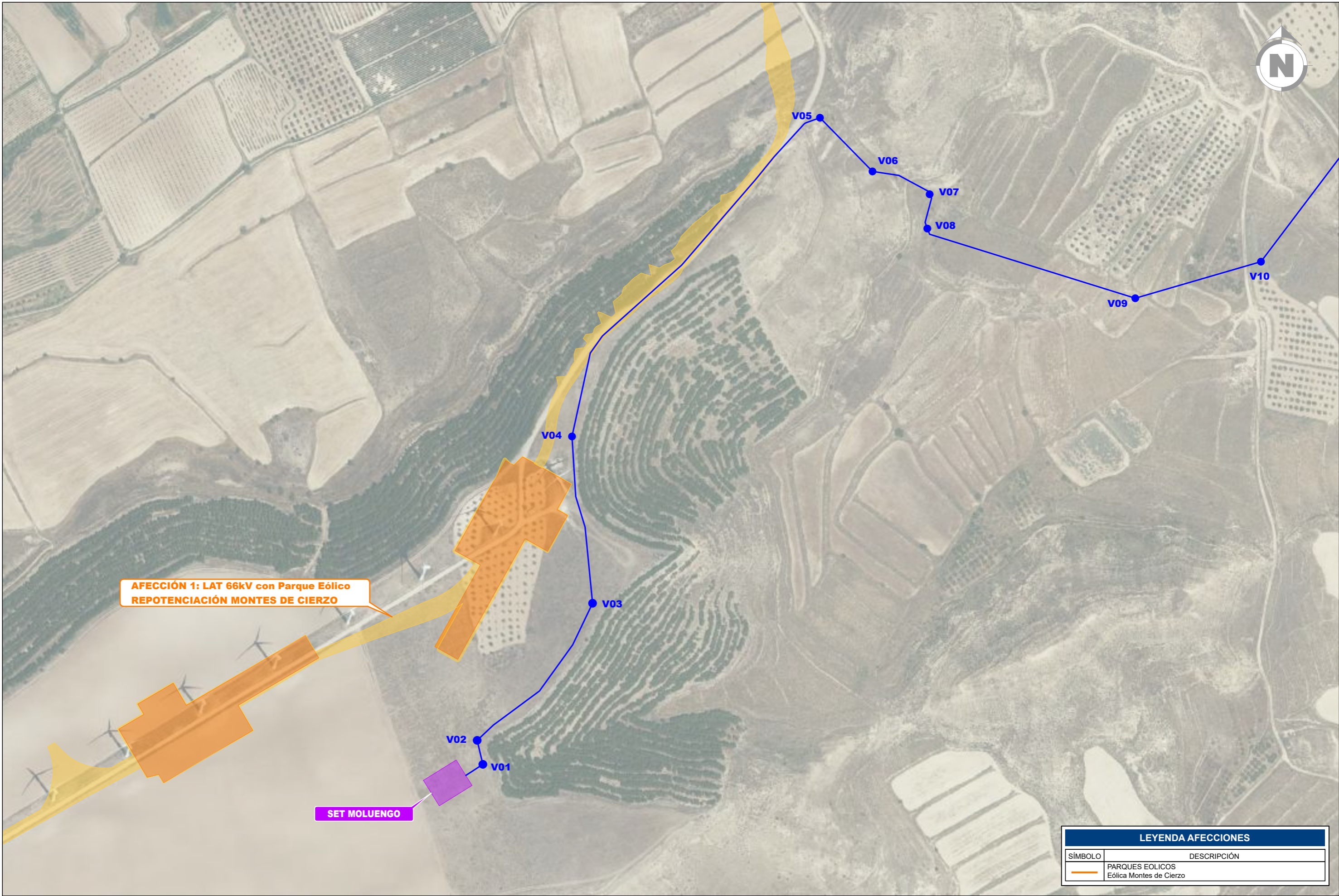
PROYECTO  
**MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)**

AUTOR  
**inproin**  
INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO  
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO <b>SERVICIOS AFECTADOS</b> DIR GRAL DE OBRAS PÚBLICAS GOBIERNO DE NAVARRA	FORMATO A3
PLANO Nº 342226403-3313-420	ESCALA 1:3.000
Nº HOJAS 03 de 06	REVISIÓN A





**AFECCIÓN 1: LAT 66kV con Parque Eólico REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO**

**SET MOLUENGO**

LEYENDA AFECCIONES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	PARQUES EOLICOS Eólica Montes de Cierzo

A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

**INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PREE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO**



CLIENTE	PROYECTO	FORMATO
	MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)	A3
AUTOR	TÍTULO	ESCALA
	SERVICIOS AFECTADOS EÓLICA MONTES DE CIERZO	1:3.000
<small>(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)</small> <small>JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA</small> <small>Colegiado n.º 1.937</small>	PLANO N°	N° HOJAS
	342226403-3313-420	04 de 06
		REVISIÓN
		A





**AFECCIÓN 2: LAT 66kV con Parque Eólico  
REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO II**

**SET PEDRO GOMEZ**

LEYENDA AFECCIONES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	PARQUES EOLICOS
	Eólica Montes de Cierzo

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

**INFRAESTRUCTURAS  
DE EVACUACIÓN PREE  
REPOTENCIACIÓN MONTES  
DE CIERZO**



CLIENTE

PROYECTO  
**MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)**

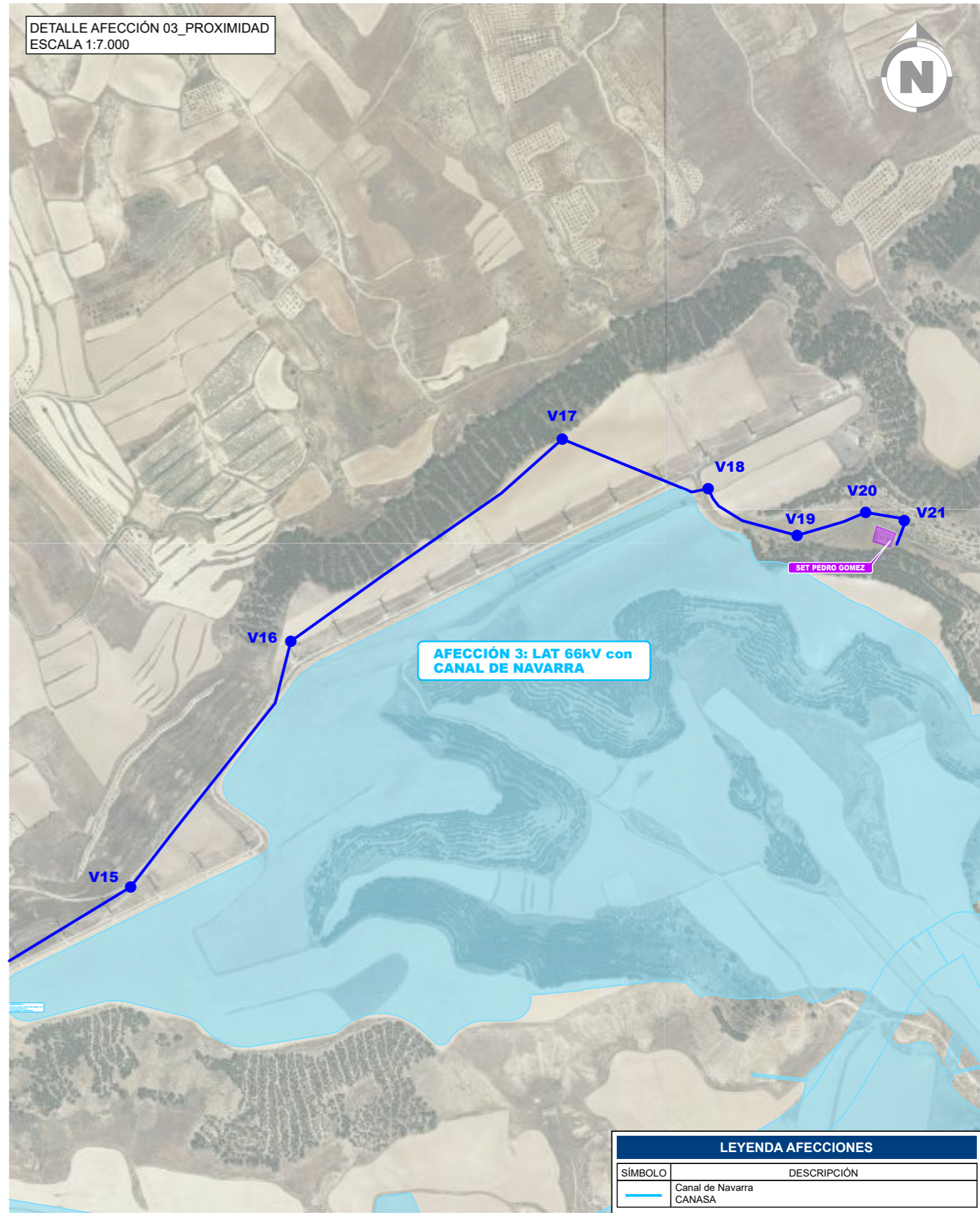
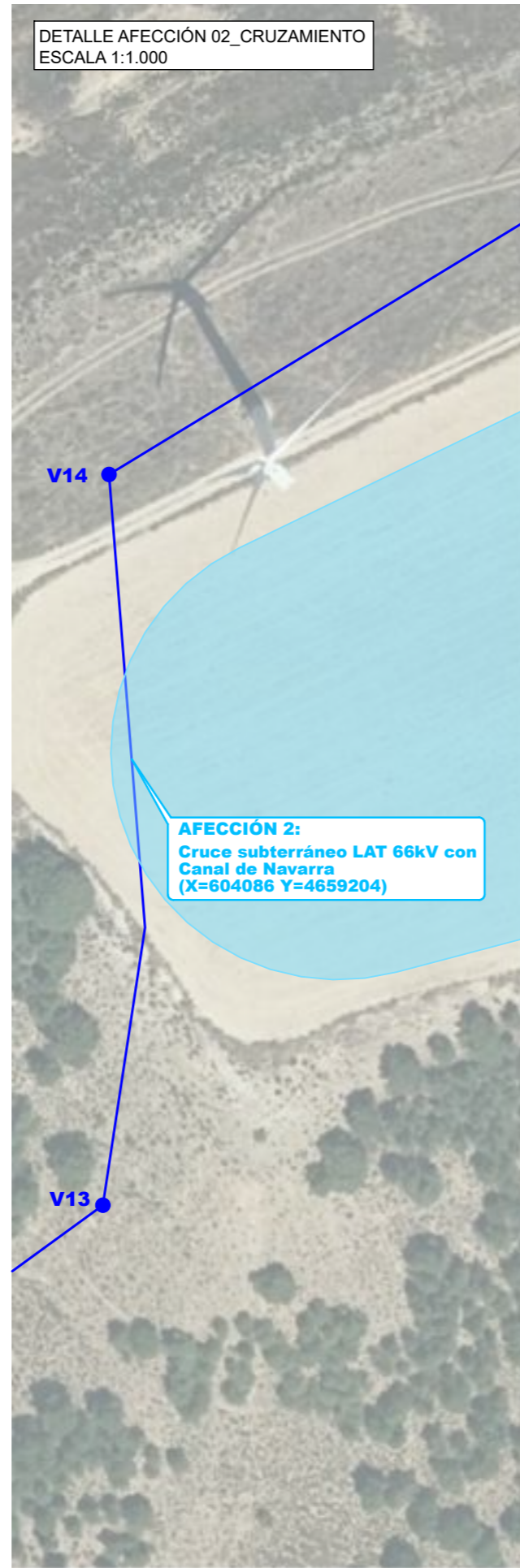
AUTOR

FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)  
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
Colegiado n.º 1.937

SERVICIOS AFECTADOS EÓLICA MONTES DE CIERZO		FORMATO
PLANO N°	342226403-3313-420	A3
N° HOJAS	05 de 06	ESCALA
		1:4.000
		REVISIÓN
		A





LEYENDA AFECCIONES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Canal de Navarra CANASA

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PREE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO



PROYECTO	MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)		FORMATO	A3
AUTOR		TÍTULO	SERVICIOS AFECTADOS CANASA	
PLANO Nº	342226403-3313-420	Nº HOJAS	06 de 06	REVISIÓN
				A









LSAT 66 kV SET MOLLUENGO - SET LA SERNA TTMM Cintruénigo y Tudela (NAVARRA) COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - TRAMO 1 (OBJETO DE PROYECTO)		
SET MOLLUENGO		
CE - A	603258	4658580
CE - B	603605	4658611
CE - C	603942	4658809
CE - D	604116	4659270
CE - E	604435	4659575
CE - F	604791	4659927
CE - G	605201	4658675

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ZANJA TIPO EN TIERRA SIN HORMIGONAR - 1 TERNA
	ZANJA TIPO EN TIERRA HORMIGONADA
	HINCA
	CÁMARA DE EMPALME DE 1 TERNA

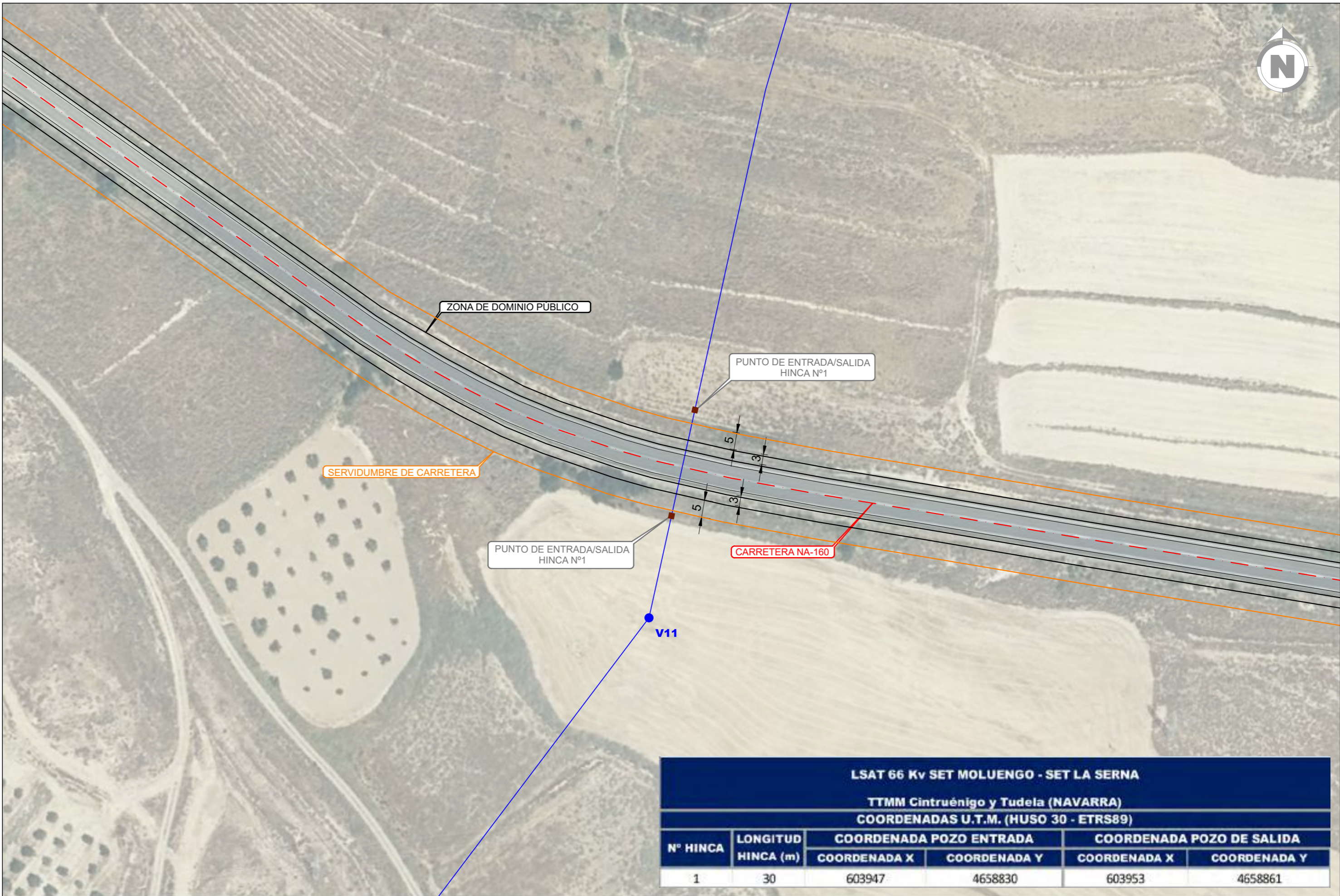
A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

<b>INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PREE</b> <b>REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO</b>	CLIENTE		PROYECTO	<b>MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)</b>	FORMATO	A2
	AUTOR		TÍTULO	PLANTA ZANJAS	ESCALA	1:6.000
			PLANO Nº	342226403-3313-421	Nº HOJAS	02 de 02
					REVISIÓN	A









LSAT 66 Kv SET MOLUENGO - SET LA SERNA					
TTMM Cintruénigo y Tudela (NAVARRA)					
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)					
Nº HINCA	LONGITUD HINCA (m)	COORDENADA POZO ENTRADA		COORDENADA POZO DE SALIDA	
		COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	30	603947	4658830	603953	4658861

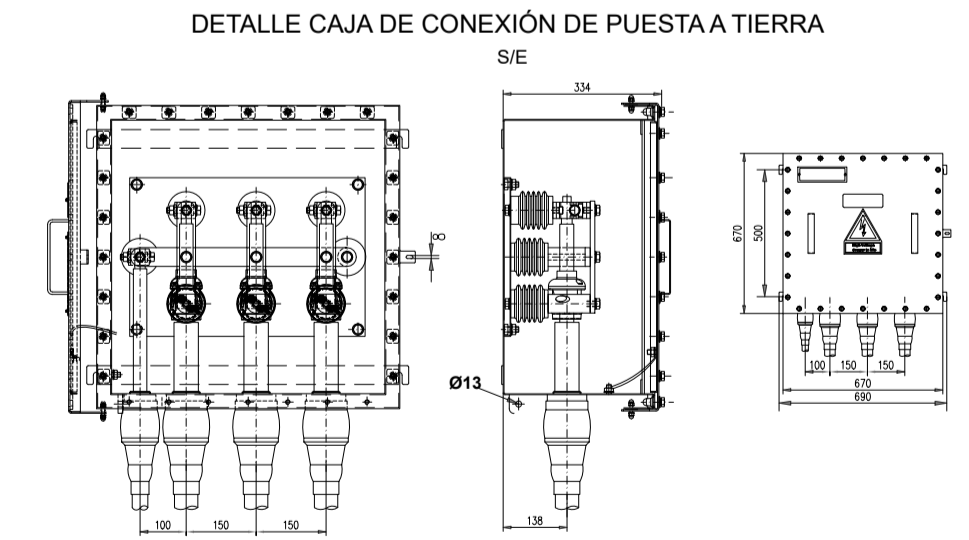
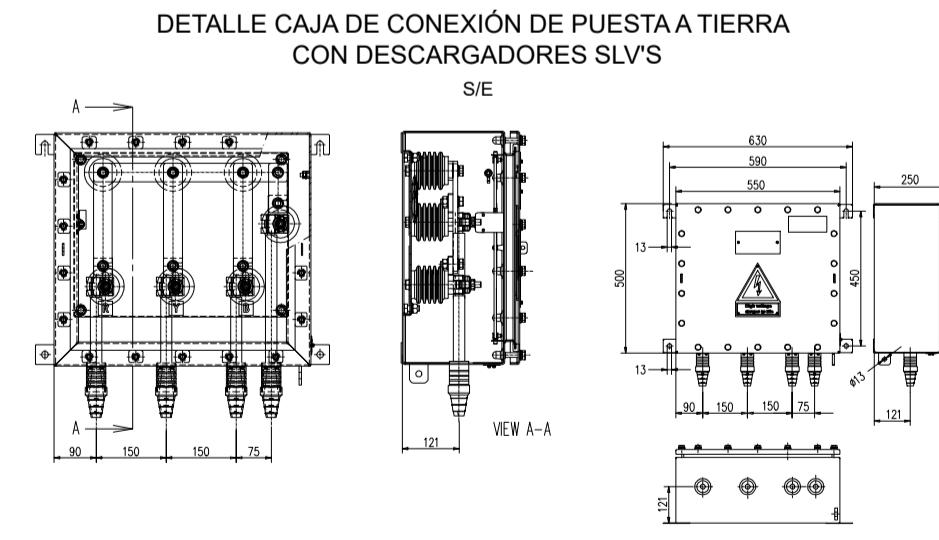
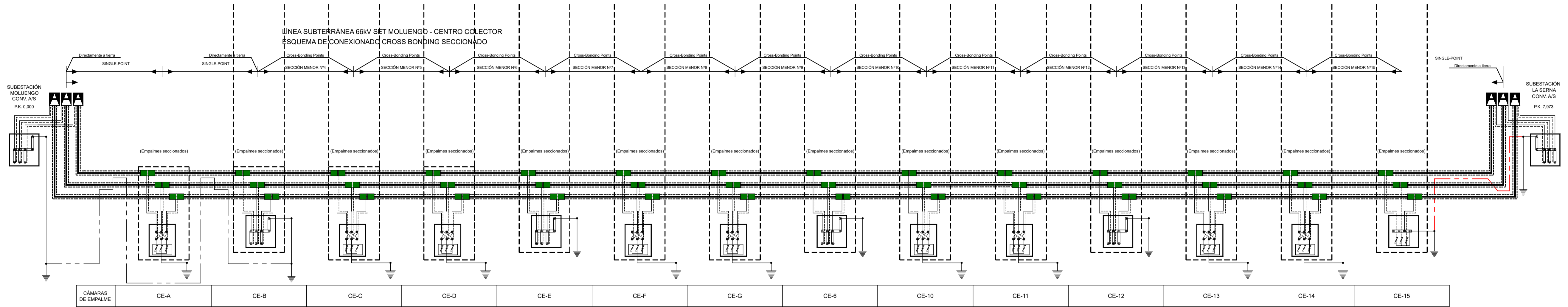
A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

CLIENTE <b>INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PIPEE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO</b>		PROYECTO <b>MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)</b>	FORMATO <b>A3</b>
		TÍTULO <b>PLANO DE HINCAS CARRETERA NA-160</b>	ESCALA <b>1:1.000</b>
	PLANO Nº <b>342226403-3313-423</b>	Nº HOJAS <b>01 de 02</b>	REVISIÓN <b>A</b>





ES OBJETO DE ESTE PROYECTO



LEYENDA	
	CABLE DE POTENCIA
	CABLE UNIPOLAR DE PUESTA A TIERRA
	CABLE DE CONEXIÓN DE PANTALIS
	EMPALME
	TERMINAL EXTERIOR
	TERMINAL TIPO GIS
	CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA
	CAJA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA
	CAJA TRIPOLAR "CROSS BONDING" DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA CON DESCARGADORES SLV'S
	CAJA TRIPOLAR DE CONEXIÓN DIRECTA A TIERRA CON DESCARGADORES

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN	PRIMERA EMISIÓN
A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.		

INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN Y REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO

INGENIEROS Y PROYECTOS

PROYECTO: MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)

AUTORES: JOSÉ LUIS OVELLERO MEDINA

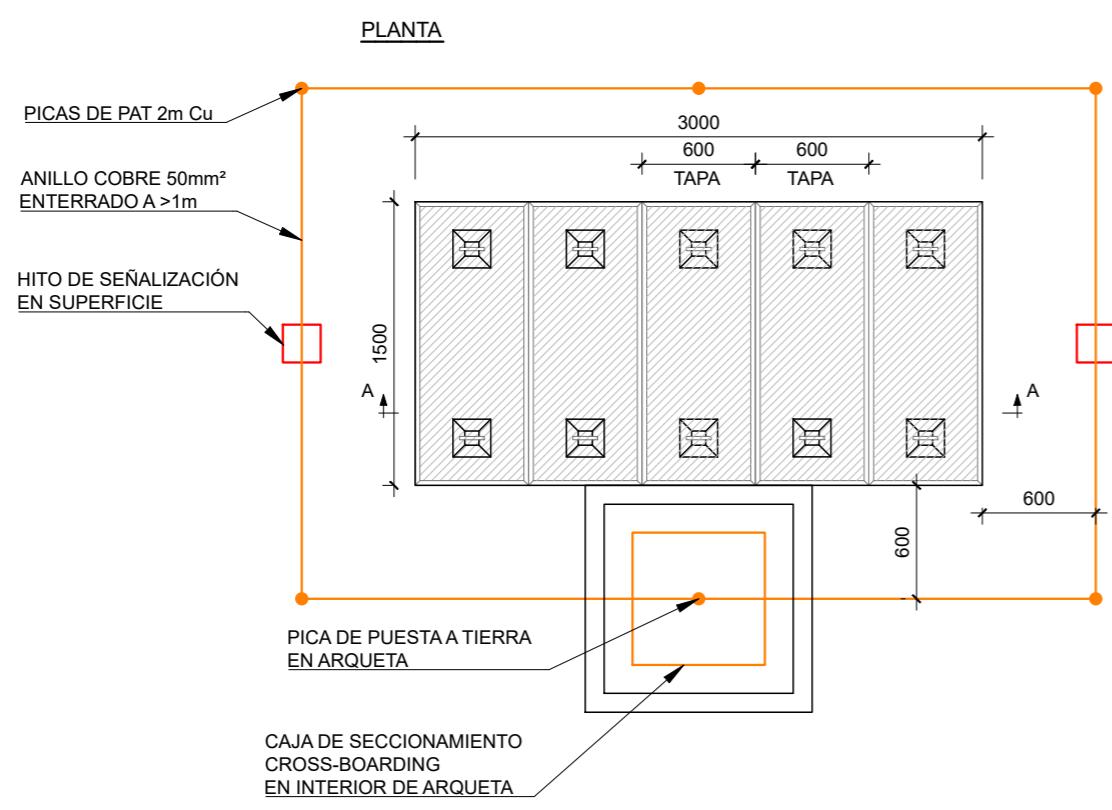
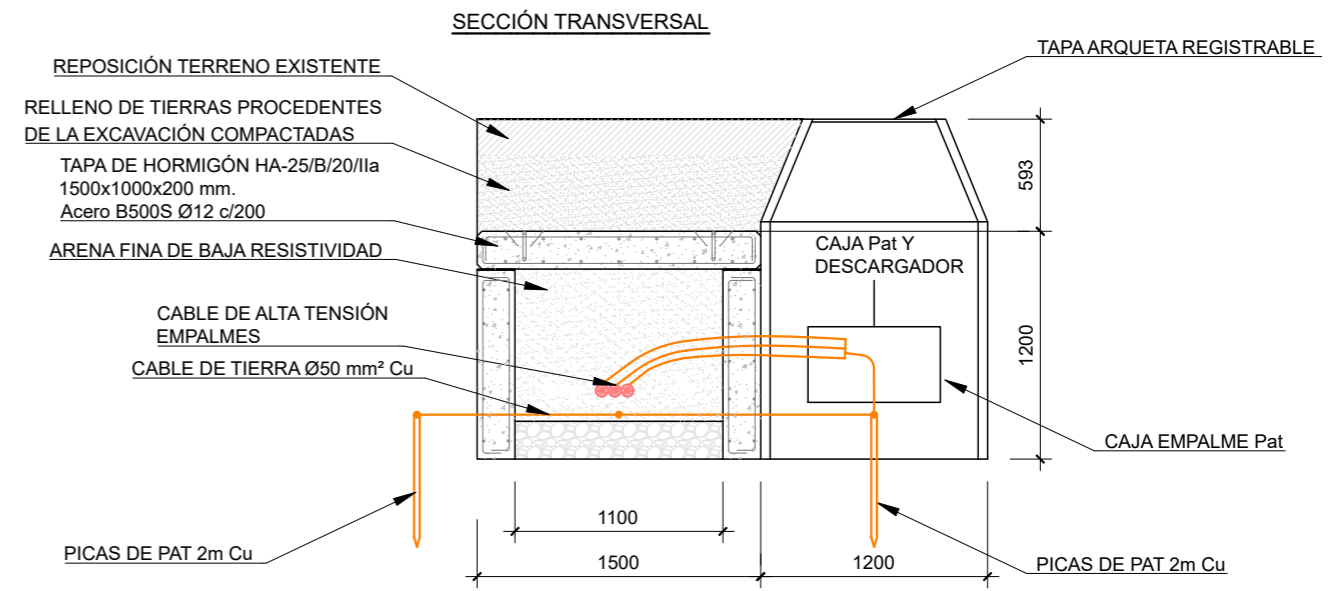
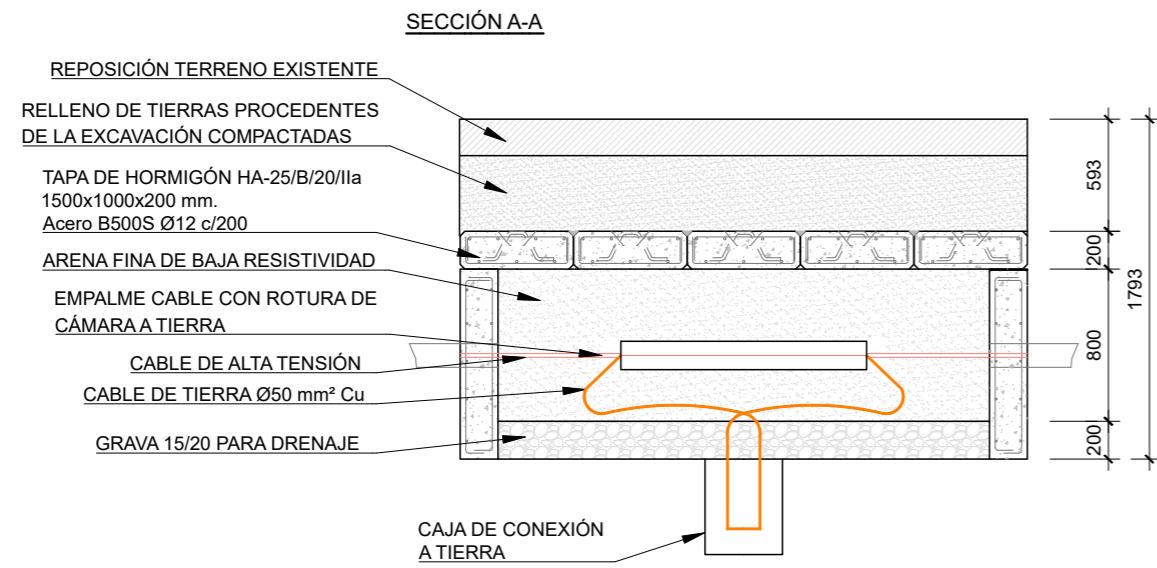
TÍTULO: ESQUEMA DE CONEXIONADO LSAT 66 kV

PLANO N°: 342226403-3313-424

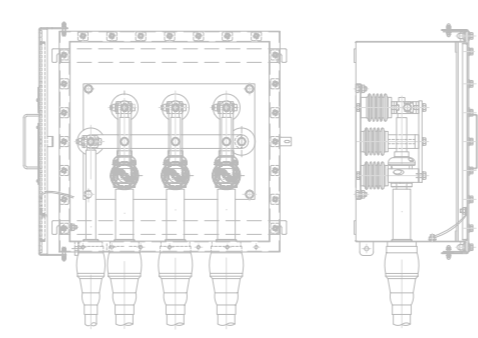
N° HOJAS: 01 de 01

REVISIÓN: A

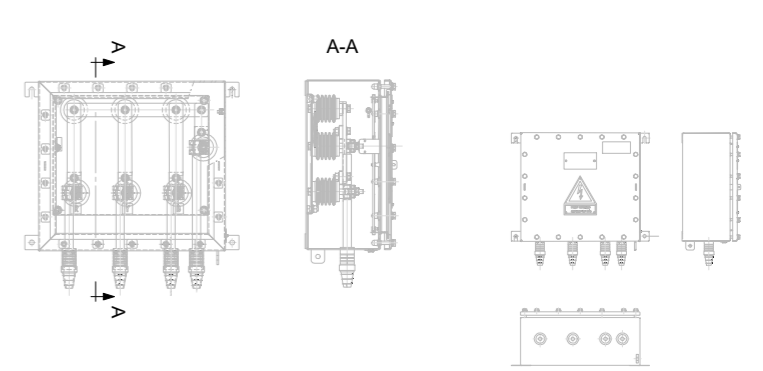




**DETALLE CAJA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA**  
S/Esc.



**DETALLE CAJA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA CROSS BONDING CON DESCARGADORES SLV's**  
S/Esc.

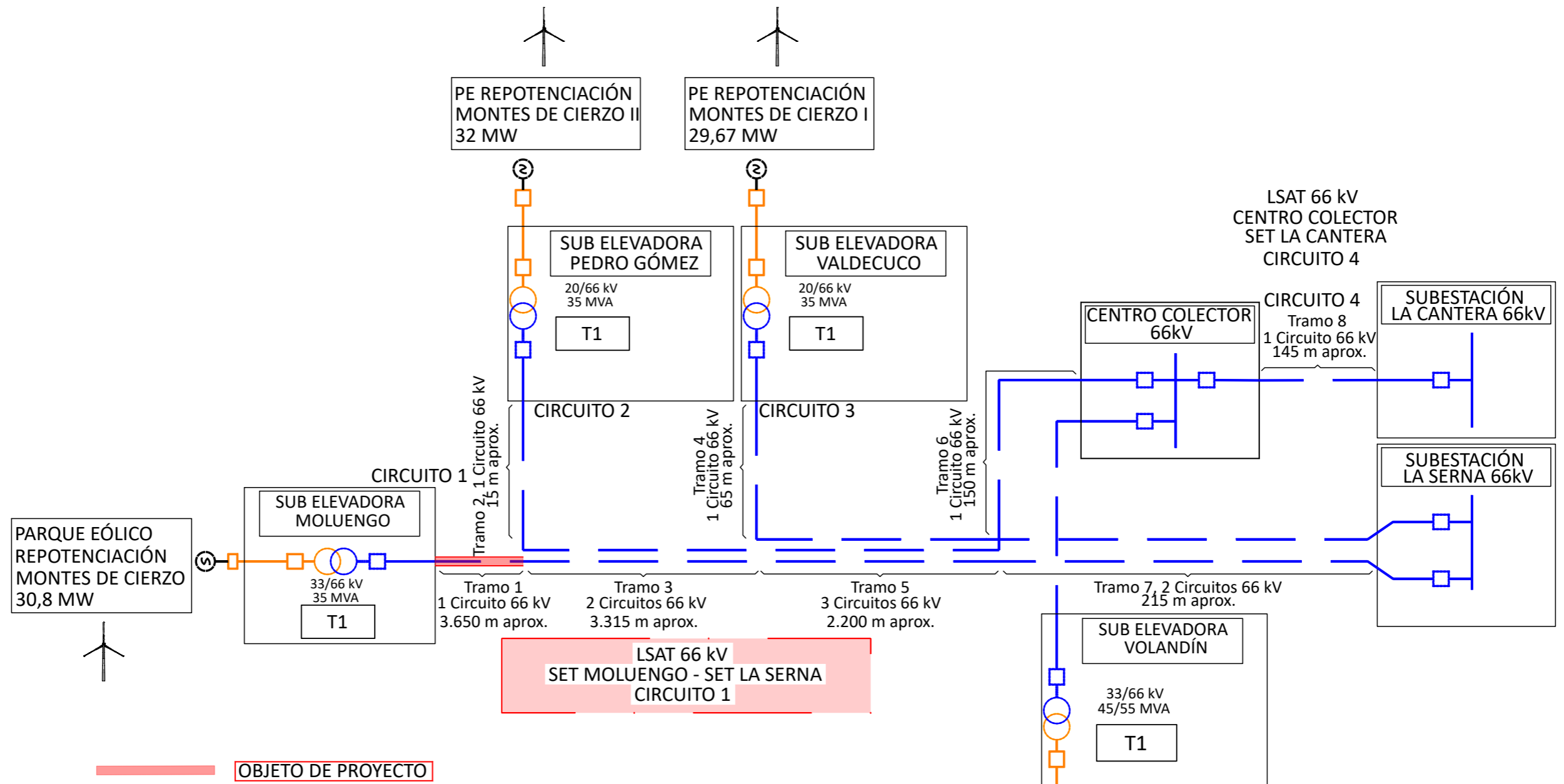


CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL			
MATERIALES	CALIDAD	CONTROL	RECUBR. (mm)
HORMIGÓN DE LIMPIEZA	HL-150/B/20	-	-
HORMIGÓN ESTRUCTURAL	HA-25/B/20/IIa	ESTADISTICO	40
ACERO PASIVO	B 500 S	NORMAL	-

**NOTAS.-**

- LA COMPACTACIÓN SE REALIZARÁ POR MEDIOS MANUALES O MECÁNICOS LIGEROS EN TONGADAS DE HASTA 30 cm HASTA ALCANZAR UN GRADO SUPERIOR AL 95% DEL P.M.
- EN CADA CASO SE ESTUDIARÁ EL TIPO DE MATERIAL DE RELLENO, SUSTITUYÉNDOLO POR MATERIAL DE APORTACIÓN CUANDO SEA NECESARIO.
- LAS JUNTAS DE TODOS LOS TUBOS SE SELLARÁN CON MASILLA ELÁSTICA O MORTERO SIN RETRACCIÓN.
- LOS SOLAPES Y ANCLAJES SE REALIZARÁN DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA EHE-08.
- TODAS LAS ACOTACIONES FIGURAN EN mm, SALVO DONDE EXPRESAMENTE SE SEÑALE OTRA UNIDAD
- LAS CAJAS DE Pat DE LAS PANTALLAS SE COLOCARÁ 1 POR CADA TERNA.

					<b>INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PPEE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO</b>	CLIENTE 	PROYECTO <b>MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)</b>		FORMATO <b>A3</b>
								TÍTULO <b>CAMARAS DE EMPALME 1 TERNA</b>	
A REVISIÓN	JUNIO 2023 FECHA	V.R.A. DIBUJADO	E.O.V. REVISADO	J.L.O. APROBADO	PRIMERA EMISIÓN DESCRIPCIÓN			PLANO N° <b>342226403-3313-425</b>	N° HOJAS <b>01 de 01</b>



**Simbología:**

SE colectora: Transformador de conexión:

Línea de conexión: Generador: Interruptor:

**Niveles tensión:**

66 kV    <45 kV    GENERACIÓN

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ALCANCE DE PROYECTO

					INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN PREE REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO	CLIENTE	PROYECTO MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA)		FORMATO A3
							AUTOR	TÍTULO ESQUEMA UNIFILAR GENERAL INFRAESTRUCTURAS 66 kV	ESCALA S/E
A	JUNIO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN		PLANO Nº 342226403-3313-440	Nº HOJAS 01 de 01	REVISIÓN A
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN	(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937			

## DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DE PARQUE EÓLICO  
REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
(NUDO LA SERNA)  
TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	ACTUACIONES PREVIAS.....	4.376,40	0,49
2	TRAZA SUBTERRANEA.....	866.500,20	97,40
3	GESTION DE RESIDUOS.....	1.253,92	0,14
4	CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS.....	3.500,00	0,39
5	SEGURIDAD Y SALUD.....	14.000,00	1,57
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>889.630,52</b>	
	13,00 % Gastos generales.....	115.651,97	
	6,00 % Beneficio industrial.....	53.377,83	
	SUMA DE G.G. y B.I.	169.029,80	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>1.058.660,32</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>1.058.660,32</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN CINCUENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS SESENTA EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

Junio 2023

José Luis Ovelleiro Medina.  
Ingeniero Industrial.  
Colegiado nº. 1.937

Al Servicio de la Empresa:  
Ingeniería y Proyectos Innovadores  
B-50996719



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DE PARQUE EÓLICO  
 REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
 (NUDO LA SERNA)  
 TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 ACTUACIONES PREVIAS</b>									
01.01	<b>m Replanteo</b> Conjunto de actuaciones por medios manuales y/o mecánicos necesarios para el replanteo general, fijación de los puntos y niveles de referencia.								
	TM Cintruénigo (Tramo 1)	1050					1.050,00		
	TM Tudela (Tramo 1)	2597					2.597,00		
							3.647,00	0,20	729,40
01.02	<b>m Acondicionamiento</b> Conjunto de actuaciones por medios mecánicos necesarias para el acondicionamiento de los accesos a los apoyos, así como de los lugares de acopio o interés para la realización de la línea. Se incluirá la apertura de calle de la línea y la tala y desbroce de las zonas arboladas								
	TM Cintruénigo (Tramo 1)	1050					1.050,00		
	TM Tudela (Tramo 1)	2597					2.597,00		
							3.647,00	1,00	3.647,00
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 ACTUACIONES PREVIAS .....</b>									<b>4.376,40</b>



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPITULO 02 TRAZA SUBTERRANEA</b>									
02.01	<b>ud Conexion SET</b> Conversión subterránea formada por 1 juegos de 12 botellas terminales de protección, 6 pararrayos autoválvulas de oxido zinc . Incluso tubería bandeja portacables, cajas de pat, conducto de bajada de cables (6 ternas) con anclajes a estructura de celosía SET, herrajes y accesorios, totalmente instalados. TRAMO 1 Cintruénigo TRAMO 1 Tudela	1				1,00			
							1,00	40.000,00	40.000,00
02.02	<b>m Zanja directamente enterrada SC</b> Excavación de zanjas en cualquier tipo de terreno para cableado de una terna, ejecutada según sección tipo constructiva del proyecto, baliza de señalización y placa de protección mecánica, así como la limpieza y mantenimiento del fondo de zanja y terraplenado posterior con materiales procedentes de la excavación, incluye restauración del terreno a su estado original al inicio de los trabajos fue-re este cual fue-re. Completamente terminada y finalizada con elementos de señalización. TM Cintruénigo (Tramo 1) TM Tudela (Tramo 1)	1	1.050,00			1.050,00			
		1	2.217,00			2.217,00			
							3.267,00	100,00	326.700,00
02.05	<b>Zanja hormigonada SC</b> Suplemento de ejecución de zanjas de tipo hormigonado para una terna en zonas puntuales, ejecutada según sección tipo constructiva del proyecto e indicaciones de servicios afectados, baliza de señalización y hormigón HM 20, tubos PVC con separadores de 200 mm de diámetro de doble pared incluido suministro, tubos de 90 mm para tendido de otros cables, así como la limpieza y mantenimiento del fondo de zanja y terraplenado posterior con materiales procedentes de la excavación, incluye restauración del terreno a su estado original al inicio de los trabajos fue-re este cual fue-re y extendido de capa de tierra vegetal acopiada, y hormigonado hasta proteger por completo los tubos. Completamente terminada y finalizada con elementos de señalización cada 20 m y parte proporcional de arquetas, incluido elementos de fijación y mordazas. Incluso tubos de reserva si fueran precisos. TRAMO 1 Cintruénigo TRAMO 1 Tudela	1	350,00			350,00			
							350,00	250,00	87.500,00
02.09	<b>m Cable RHZ1 36/66 kV 1x630 mm2 Al</b> Cable aislado para tramo subterráneo 72.5 kV, conductor en aluminio y aislamiento XLPE : RHZ1 1x1x630 mmAl +H120Cu. Instalación de dicho cable a lo largo de todo su recorrido incluido las pruebas necesarias de verificación de su conductividad y aislamiento. Se incluye los elementos necesarios para su instalación tanto para la bajante en la celosía de la SET como el tendido a lo largo de toda la canalización enterrada y/o bajo tubo y la caja de pantalla de pat y la caja de conexión con descargadores y cable de acompañamiento de tierras si fuera preciso. TRAMO 1 Cintruénigo TRAMO 1 Tudela	1,05	3,00	1.050,00		3.307,50			
		1,05	3,00	2.597,00		8.180,55			
							11.488,05	30,00	344.641,50
02.10	<b>m Fibra optica monomodo</b> Fibra óptica Optral, con protección antirroedores, de 48 fibras monomodo. Completamente instalada bajo tubo o enterrada. Incluso suministro e instalación de conectores TRAMO 1 Cintruénigo TRAMO 1 Tudela	1,05	1.050,00			1.102,50			
		1,05	2.597,00			2.726,85			
							3.829,35	2,00	7.658,70
02.11	<b>m Hinca bajo carretera, FFCC, Canal...</b> Realización de perforación hinca en cualquier tipo de terreno bajo autovia. Suminsitro e instalacion de un tubo de acero de 1000 mm de diametro y 10 mm de espesor incluidos y dos tubos de 90 para el cable de tierra y el de fibra. Se colocarán separadores entre los tubos. Incluidos pozos de ataque y arquetas de entrada y salida, incluso todos los medios necesarios para realizarlo. TRAMO 1 Cintruénigo TRAMO 1 Tudela	1	30,00			30,00			
							30,00	600,00	18.000,00



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DE PARQUE EÓLICO  
 REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
 (NUDO LA SERNA)  
 TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.12	ud Camaras de empalme SC								
	TRAMO 1 Cintruénigo	2				2,00			
	TRAMO 1 Tudela	5				5,00			
							7,00	6.000,00	42.000,00
<b>TOTAL CAPÍTULO 02 TRAZA SUBTERRANEA .....</b>									<b>866.500,20</b>



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DE PARQUE EÓLICO  
REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
(NUDO LA SERNA)  
TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 03 GESTION DE RESIDUOS</b>									
03.01	<b>Gestion de residuos</b>								
	TRAMO 1 Cintruénigo	0,5				0,50			
	TRAMO 1 Tudela	0,5				0,50			
							1,00	1.253,92	1.253,92
	<b>TOTAL CAPÍTULO 03 GESTION DE RESIDUOS .....</b>								<b>1.253,92</b>





MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DE PARQUE EÓLICO  
REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
(NUDO LA SERNA)  
TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	<b>CAPÍTULO 04 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS</b>								
04.01	ud Control de Calidad y Ensayos								
	TRAMO 1 Cintruénigo	0,1				0,10			
	TRAMO 1 Tudela	0,25				0,25			
							0,35	10.000,00	3.500,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 04 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS .....</b>								<b>3.500,00</b>



MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DE PARQUE EÓLICO  
 REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
 (NUDO LA SERNA)  
 TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 05 SEGURIDAD Y SALUD</b>									
05.01	u SyS								
	Materiales, accesorios y medidas preventivas en definadas en el Estudio de seguridad y salud.								
	TRAMO 1 Cintruénigo	0,5				0,50			
	TRAMO 2 Tudela	0,5				0,50			
							1,00	8.000,00	8.000,00
05.02	u Elementos y ayudas al tendido								
	Medios extraordinarios para hacer los cruzamientos , así como apoyo de medios necesarios para realizar la obra								
	TRAMO 1 Cintruénigo	0,5				0,50			
	TRAMO 2 Tudela	0,5				0,50			
							1,00	6.000,00	6.000,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 05 SEGURIDAD Y SALUD.....</b>								<b>14.000,00</b>
	<b>TOTAL .....</b>								<b>889.630,52</b>

**DOCUMENTO 04. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES  
TÉCNICAS PARTICULARES**



## ÍNDICE

1	CONDICIONES GENERALES.....	3
1.1	OBJETO .....	3
1.2	DISPOSICIONES GENERALES .....	3
1.3	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO .....	4
1.4	MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO .....	5
1.5	OBRAS AUXILIARES .....	6
2	CONDICIONES TÉCNICAS.....	6
2.1	NORMATIVA LEGAL APLICABLE .....	6
2.2	LINEA SUBTERRÁNEA DE CONEXIÓN 66 KV.....	8
2.3	RED DE TIERRA .....	12
3	CONDICIONES ECONÓMICAS Y PLAZOS .....	17
3.1	PLAZO DE REPLANTEO.....	17
3.2	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	17
3.3	RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	17
3.4	PLAZO DE GARANTÍA .....	18
3.5	RECEPCIÓN DEFINITIVA .....	18
3.6	GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN.....	18



## 1 CONDICIONES GENERALES

### 1.1 OBJETO

El presente Pliego de Condiciones determina los requisitos a los que debe ajustarse la ejecución de las instalaciones objeto de proyecto en Cintruénigo y Tudela (Comunidad Foral de Navarra) y cuyas características se definen en la Memoria y Planos del mismo.

### 1.2 DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que, en lo sucesivo, se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 “Contratación de obras. Condiciones generales”, siempre que no sea modificada por el presente Pliego de Condiciones.

#### 1.2.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

En la ejecución de este proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego, se aplicarán todas las Normas Legales Vigentes en la fecha de su aprobación que le sean de aplicación y que se encuentren recogidas en Disposiciones y Reglamentos, las Recomendaciones de UNESA y las disposiciones encuadradas en los Proyectos Tipo de Electrificación Rural y Urbana.

La Dirección de Obra podrá parar la misma si observara el incumplimiento de las Normas contenidas en este Pliego o de aquellas a las que no se hace referencia expresa y sean de aplicación, y procederá en consecuencia si estas faltas no quedan inmediatamente subsanadas.

En cualquier caso, no tendrá el Contratista derecho a indemnización alguna cuando la modificación que se introduzca obedezca al hecho de tener que cumplir lo mandado en cualquier Disposición Legal Vigente en la fecha de redacción de este proyecto, aun cuando en la misma no haya sido tenido en cuenta.

#### 1.2.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en los Reales Decretos que la desarrollan, además de los distintos reglamentos y normativas que sean de aplicación en materia de seguridad y salud.

De igual modo, deberá proveer cuanto sea preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios estén trabajando en circuitos o equipos de tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas para eliminar o reducir los riesgos profesionales según se indican en el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto y en el



Plan de Seguridad y Salud que se elaborará posteriormente, pudiendo el Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, suspender los trabajos si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, podrá exigir por escrito al Contratista el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, pueda producir accidentes que hagan peligrar su integridad física o la de sus compañeros.

Igualmente, el Director de Obra podrá requerir al Contratista, en cualquier momento, los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

En el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto se describen todos los riesgos a que están expuestos los trabajadores y las medidas correctoras para eliminar o minimizar éstos riesgos.

Tal y como se indica en el R.D. 1627/1997, antes del comienzo de los trabajos cada contratista deberá de presentar un Plan de Seguridad y Salud para los trabajos que va a realizar que contendrá, como mínimo, los riesgos indicados en el Estudio de Seguridad y Salud de éste proyecto.

Dichos Planes de Seguridad y Salud deberán de ser aprobados por el Director de Obra o por el Coordinador de Seguridad, en su caso, y cumplidos por los contratistas.

En el caso de que durante el transcurso de los trabajos aparezcan nuevos riesgos no contenidos en los Planes de Seguridad y Salud, el Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, deberá de incluirlos y proponer las medidas correctoras oportunas para corregirlos o minimizarlos.

### 1.2.3 SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista deberá tomar las precauciones máximas en las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y demás elementos del entorno de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

Se deberá de prohibir el acceso a la obra a personas ajenas a ésta e incluir en el Plan de Seguridad y Salud correspondiente los riesgos a terceros, tal como se indica en el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto.

El Contratista mantendrá una póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados frente a las responsabilidades por daños, civil, etc. en que uno u otros puedan incurrir como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

## 1.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades inherentes, quedando obligado al pago de los salarios y todas aquellas cargas que legalmente estén establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de las obras.

La organización de la obra, la determinación de la procedencia de los materiales a emplear y la responsabilidad de la seguridad contra accidentes correrán a cargo del Contratista, el cual deberá





informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra, de la procedencia de los materiales, así como observar cuantas órdenes de éste.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y de cuantos gastos vaya a realizar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% a los del mercado, el Contratista solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de urgencia manifiesta, en los que se dará cuenta posteriormente.

Las órdenes, consultas y cualquier tipo de comunicaciones que puedan influir en la buena marcha de las obras se harán por escrito.

#### **1.4 MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO**

No se considerarán como mejoras ni modificaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, y por escrito, por el Director de Obra y cuyo precio haya sido convenido antes de proceder a su ejecución.

La Dirección de Obra podrá introducir modificaciones originadas por nuevas necesidades o causas técnicas no detectadas anteriormente.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista y a los mismos precios que la principal.

Las variaciones del proyecto que supongan la inclusión de nuevas unidades de obra se valorarán conforme a los siguientes criterios, por orden de preferencia:

Precio de unidades iguales reflejadas en el presupuesto del proyecto.

a) Precio de unidades del cuadro general de precios del proyecto tipo existente.

Precio establecido como suma de componentes de otros precios recogidos en el presupuesto o en el cuadro general de precios.

b) Precios contradictorios fijados reglamentariamente.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista principal.



## 1.5 OBRAS AUXILIARES

Las obras auxiliares que para la ejecución de todas las proyectadas haya de realizar el Contratista serán siempre por su cuenta, pero su disposición y planos habrán de ser aprobados previamente por el Director de Obra.

En cualquier caso, las obras auxiliares se ejecutarán también de acuerdo con las condiciones que se estipulen en este Pliego.

## 2 CONDICIONES TÉCNICAS

### 2.1 NORMATIVA LEGAL APLICABLE

#### 2.1.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta documentación tiene por objeto establecer la normativa legal de ámbito nacional a la que deberá ajustarse el diseño, construcción y montaje de las instalaciones que forman parte de la línea de evacuación asociada en el nivel de tensión de 66 kV.

#### 2.1.2 DEFINICIONES

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Desarrollo

La normativa legal aplicable es la que a continuación se relaciona. De las normas se utilizará la última revisión editada.

#### 2.1.2.1 ELECTRICIDAD

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.

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico

Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones 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



Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

IEEE Std-1094. Recommended Practice for the Electrical Design and Operation of Windfarm Generating Stations.

IEEE Std-367. Guide for Determining the Maximum Electric Power Station Ground Potential Rise and Induced Voltage from Power Fault.

IEEE Std-142. Recommended Practice for Grounding Industrial and Commercial Power Systems.

IEEE Std-80. Guide for Safety in AC Substation Grounding.

### 2.1.2.2 TELECOMUNICACIONES

Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

### 2.1.2.3 OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS

Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.

Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.

- Normativa DB SE-A Acero.

Normativa DB SE Seguridad Estructural.

- Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.

Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967

Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.

Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.

Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.

- Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.

Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.

Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.

- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.





Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

#### 2.1.2.4 SEGURIDAD E HIGIENE

O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las obras”.

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.

## 2.2 LINEA SUBTERRÁNEA DE CONEXIÓN 66 kV

### 2.2.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta Especificación tiene por objeto fijar las características que deben reunir la línea subterránea de conexión de 66 kV objeto del proyecto al nudo de conexión a la red de transporte en la subestación La Serna, propiedad ésta última de Red Eléctrica de España.

### 2.2.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

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 sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Desarrollo

Red subterránea.

Cables.

Secciones y Materiales

Los conductores serán de aluminio, eligiéndose su sección conforme a los criterios de densidad e corriente, caída de tensión y cortocircuito. En aquellos casos en los que se considere adecuado se aplicará además un criterio económico, que se definirá en documento aparte.

Aislamiento

El material de aislamiento será polietileno reticulado químicamente (XLPE), para un nivel de aislamiento de y 33/66 kV según la tensión nominal de la red (66 kV).



## Pantalla

Las pantallas serán de conductores de cobre en forma de hilos con una sección de acuerdo a los criterios de niveles de cortocircuito establecidos en la instalación.

Los cables son de campo radial.

## Cubierta

La cubierta exterior del cable será de poliolefina y su color rojo para identificación en caso de proximidad con otros conductores.

Deberá llevar grabada, de forma indeleble, cada 30 cm, la identificación del conductor, nombre del fabricante y año de fabricación, tal y como se indica en las normas UNE 20.435 parte 2 y R.U. 3.305.

## Composición

Los cables serán unipolares y se fabricarán mediante triple extrusión.

### Puesta a tierra de las pantallas

Las pantallas de los cables serán conectadas a tierra en todos los puntos accesibles a una toma que cumpla las condiciones técnicas especificadas en los reglamentos en vigor.

Particularmente, las pantallas se conectarán a tierra, obligatoriamente, en cada extremo de la línea.

Deberá asegurarse la continuidad de las pantallas a todo lo largo de la línea.

## Accesorios

Se entienden como tal los empalmes, terminaciones y respectivos complementos, destinados a los cables con aislamiento seco de (XLPE).

Todos ellos responderán a las especificaciones que establecen las normas internacionales en vigor, de acuerdo con la tensión y condiciones de servicio a que vayan destinados.

## Terminaciones

Se deberá de utilizar para exterior botella terminal de cono premoldeado o terminal para exterior con aislador de porcelana.

Empalmes (en caso de ser necesarios).

Siempre que sea posible se evitará la realización de empalmes.

La realización de empalmes requiere la autorización expresa de la Dirección de Obra. El tipo de empalme deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

Se realizarán utilizando procedimiento previo de empalme que aseguren la continuidad de la parte conductora, capa semiconductora interior, capa aislante, capa semiconductora exterior, pantalla y cubierta.

La continuidad del conductor se conseguirá mediante un manguito metálico que realice la unión a presión, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.



### Condiciones de instalación.

Los cables se instalarán en zanjas construidas al efecto, cuyas dimensiones serán las indicadas en el plano "Sección Tipo de Zanja" de aplicación, salvo indicación en contrario.

Las dimensiones de la zanja y la separación y disposición de conductores en la misma serán las adecuadas para evitar el calentamiento y daños en el cable.

Tras la ejecución del prisma hormigonado mediante los tubos corrugados de doble pared embebidos en el mismo según plano de sección tipo de zanja, se procederá al tendido de los cables integrantes de la línea se dispondrán formando una terna (un cable de potencia en cada tubo) , para lo cual se dispondrá el número necesario de medios de fijación y elementos para el tendido.

Se seguirán las recomendaciones técnicas proporcionadas por el fabricante del cable para el tendido, en especial las correspondientes al radio mínimo de giro admisible, tracción máxima admisible y velocidad máxima de desplazamiento del cable. En cualquier caso, se respetarán los valores límites siguientes:

Radio mínimo de giro: 10 veces el diámetro del cable.

- Tracción máxima admisible: 3 kg por mm<sup>2</sup> de sección del cable.
- Distancia máxima entre rodillos de soporte: 5 a 8 m.

Deberán disponerse todos los rodillos y protectores necesarios para evitar que se produzcan daños o muescas en la cubierta de los cables, utilizando la media de tracción adecuada para ello. Se considera muy recomendable el uso de medios mecánicos de tracción controlada, debiendo situarse, en su defecto, el número suficiente de operarios que aseguren una velocidad constante de tracción y un reparto de los esfuerzos mecánicos a lo largo de toda la longitud del cable.

En caso de que la temperatura del cable en el momento del tendido sea inferior a 0° C, deberá procederse al calentamiento previo del mismo durante varias horas antes de proceder a su instalación.

Se vigilará especialmente la ausencia de piedras o elementos extraños en la arena o tierra de cubrición de los cables, así como que el cable se encuentra recubierto, a lo largo de toda su longitud, de un espesor de arena o tierra seleccionada superior al mínimo indicado en plano.

Los cruces bajo calzada se harán siempre bajo tubos de hormigón centrifugado de 160 mm de diámetro interior, instalándose, además, un tubo de reserva.

Los cables, a su entrada en el terreno se protegerán bajo tubo de PVC de 6 atmósferas de presión nominal.

Los tubos se sellarán con masilla dieléctrica e ignífuga y sus extremos se biselarán con objeto de eliminar filos cortantes.

Los cables, a la salida de los equipos a los que van conectados se marcarán con el código del equipo receptor y con el código de identificación del cable y cada uno de los conductores se marcará con el código del terminal a que está conectado.





### 2.2.2.1 PRUEBAS Y ENSAYOS.

#### Ensayos previos a la entrega.

El fabricante someterá a los cables a los siguientes ensayos:

Ensayos individuales.

Prueba de tensión a frecuencia industrial.

Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.

Ensayo de descargas parciales.

Ensayos de tipo no eléctricos.

Medida de la resistencia de aislamiento a temperatura ambiente.

El fabricante entregará un Acta de pruebas con los resultados de estos ensayos.

Ensayos en campo.

El Contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos para cada cable:

*Sobre bobina a su recepción.*

Medida de la resistencia de aislamiento en relación con tierra. A tales efectos el Contratista suministrará los cables de forma que sobre la bobina sean accesibles ambos extremos del cable, no admitiéndose que el cable suministrado en cada bobina vaya cortado en varios tramos, debiendo ser suministrado como un único tramo.

*Una vez tendido con todos sus accesorios montados.*

Prueba de continuidad.

Medida de la resistencia de aislamiento de cada uno de los conductores activos en relación con tierra y entre los conductores activos aislados.

Ensayo de tensión.

Todos los ensayos se realizarán de acuerdo con la UNE HD 632 y serán efectuados en presencia de un inspector designado al efecto por la Ingeniería; Las actas correspondientes estarán firmadas por las partes.

## 2.3 RED DE TIERRA

### Objeto Y Alcance

Esta especificación tiene por objeto definir las mediciones previas a realizar, el diseño, construcción, características de materiales, pruebas y protocolos de ensayo que debe reunir la red de tierras

La instalación de puesta a tierra se ejecutará con las máximas garantías de funcionamiento, facilidad de control y mantenimiento, siendo estas premisas el objeto de esta especificación.

### Documentación De Referencia

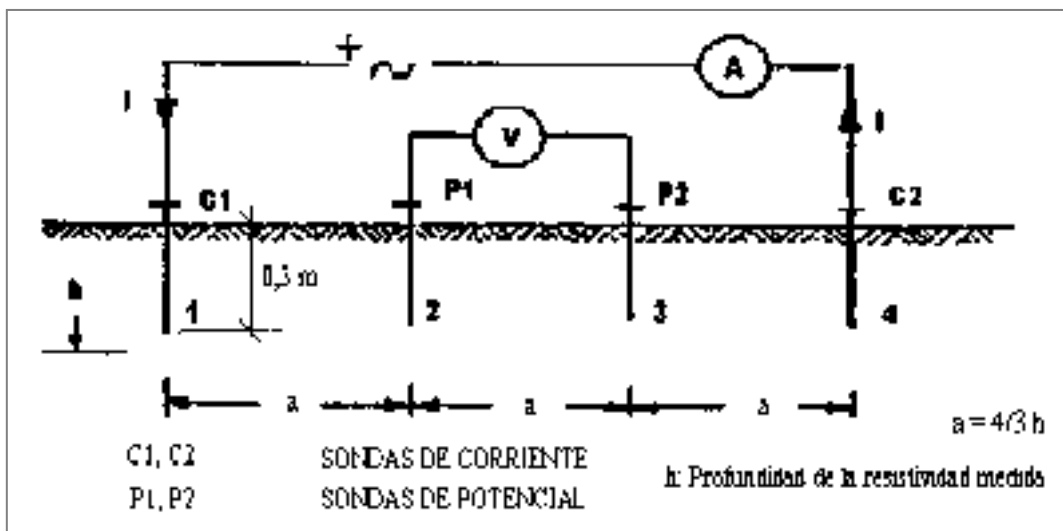
DR1 IEEE Std-80. Guide for Safety in AC Substation Grounding.

DR2 UNE 21-185:1995 sobre Protección de las estructuras contra el rayo y principios generales.

### Desarrollo

#### Medida de la Resistividad del Terreno

Se tomarán medidas de resistividad en la ubicación de la Subestación. Para obtener el valor de la resistividad del terreno se usará el método Wenner. Se realizarán medidas en dos direcciones perpendiculares, coincidiendo con las direcciones principales del Centro de Seccionamiento. Se dispondrán los electrodos alineados, separados una distancia  $a$ , e hincados a una profundidad de unos 0,3 m. La profundidad  $h$  a la que se mide la resistividad es  $h/a = 3/4$ , tal como muestra la figura.



La primera medida se tomará para una distancia  $a=1$  m. Progresivamente se tomarán medidas aumentando  $a$  de 2 en 2 m hasta llegar a una separación de 15 a 19 m.

Los resultados obtenidos se anotarán en el formulario Anexo I que se entregará a la Dirección de Obra. Estos resultados se utilizarán para realizar el diseño de la red de tierras.



## Diseño

### Líneas de Alta Tensión

Para la conexión de la red de tierras de la pantalla del cable a la red de tierras de la subestación se utilizarán pantalla de Cu en la cubierta de 1200mm<sup>2</sup> del cable de alta tensión RHZ1 33/66 kV

### Características de los Materiales

Las uniones cable-cable o cable-pica se realizarán utilizando soldaduras aluminotérmicas, empleando los accesorios y material de aporte especificado por el fabricante. Si no fuera posible ejecutar éstas con total garantía, se comunicará a la Dirección de Obra la solución alternativa (grapas u otros medios) para su aceptación o reparos.

Las conexiones cable-borna ó cable-pletina se realizarán utilizando terminales de cobre de alta conductividad, tipo YCA de Burndy o equivalente.

La tornillería será de acero inoxidable.

Se utilizarán arandelas de seguridad en todas las conexiones, para evitar su aflojamiento.

### Inspección y Ensayos

#### General

La ejecución correcta de la red de tierras de un Centro de Seccionamiento implica necesariamente numerosas inspecciones.

### Ejecución de Redes de Tierra.

El subcontratista es directamente responsable de realizar todas y cada una de las comprobaciones y medidas citadas, avisando con suficiente antelación para permitir la presencia de un técnico del cliente durante su realización.

Una vez cumplimentados los protocolos, serán archivados por el Departamento de Proyectos.

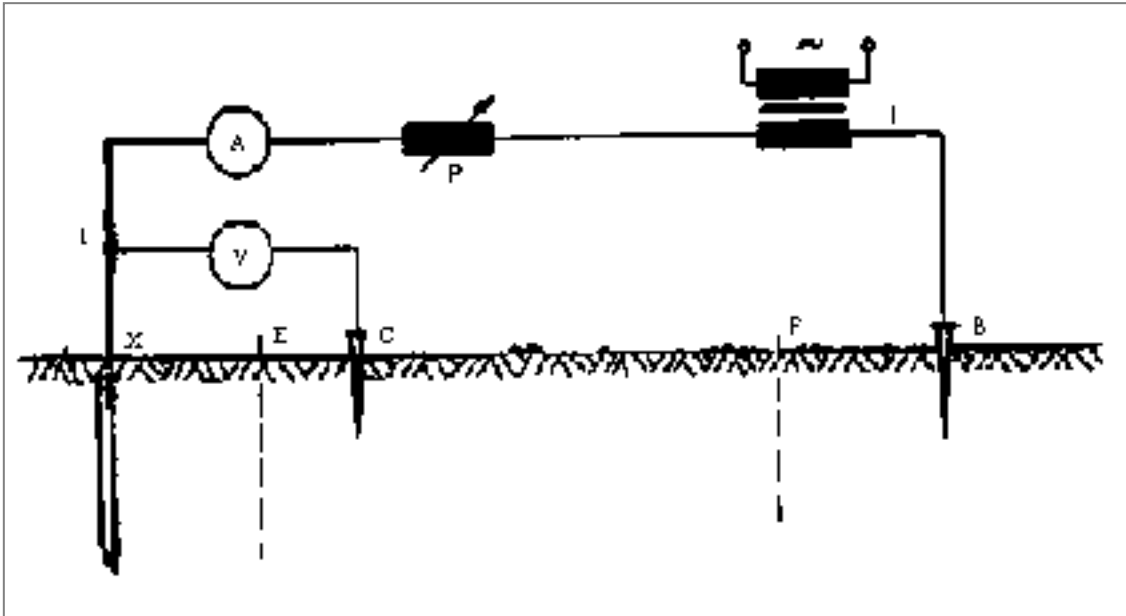
Las inspecciones y ensayos a realizar serán los siguientes.

Medida de Resistencias de Puesta a Tierra y Tensiones de Paso y Contacto



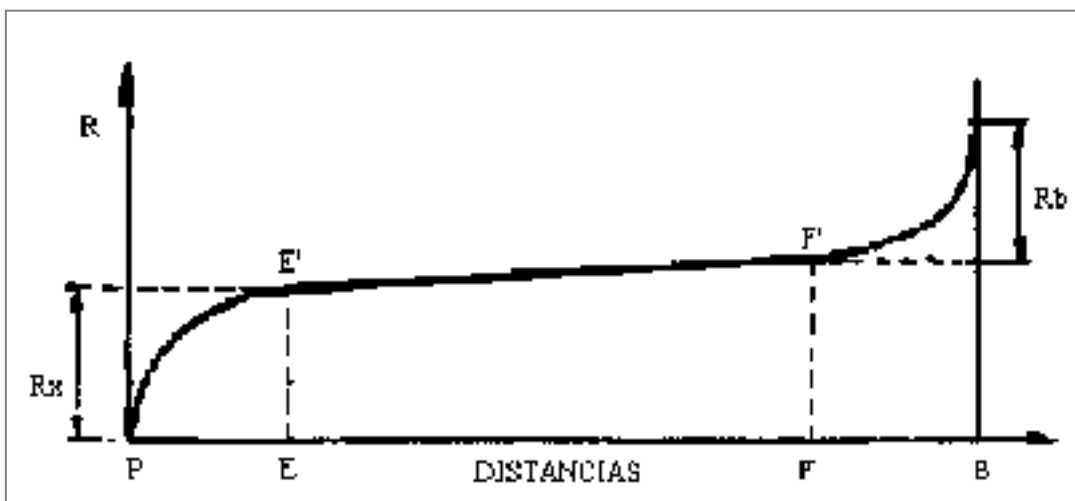
### Resistencia del Electrodo de Puesta a Tierra

La base de esta medida es hacer circular una corriente alterna entre la puesta a tierra cuya resistencia queremos medir y un electrodo auxiliar emplazado a una distancia de unos 12 a 20 m.



Se hace circular una corriente  $I$ , entre  $X$  y  $B$  y con un voltímetro  $V$  vamos midiendo la diferencia de potencial entre el electrodo a medir  $X$  y un electrodo auxiliar  $C$ , que se irá colocando entre  $X$  y el electrodo de corriente  $B$  a distancias crecientes.

La resistencia  $R$ , cociente entre la tensión  $V$  y la corriente  $I$  que hacemos pasar, en función de la distancia, nos dará la curva representada en la figura, en la cual se distingue una parte  $E'F'$  prácticamente plana, cuya ordenada nos dará el valor de la resistencia del electrodo de puesta a tierra.



Para realizar esta medición se usará un aparato de medida tipo Megger o similar.

### Tensiones de Paso y Contacto

Para determinar experimentalmente estas tensiones, El cliente facilitará al contratista el valor de la intensidad máxima de defecto en el punto de medida.

La intensidad inyectada para el ensayo no será inferior al 1% de dicha corriente y en ningún caso inferior a 5 A para los centros de transformación y 50 A para la subestación.

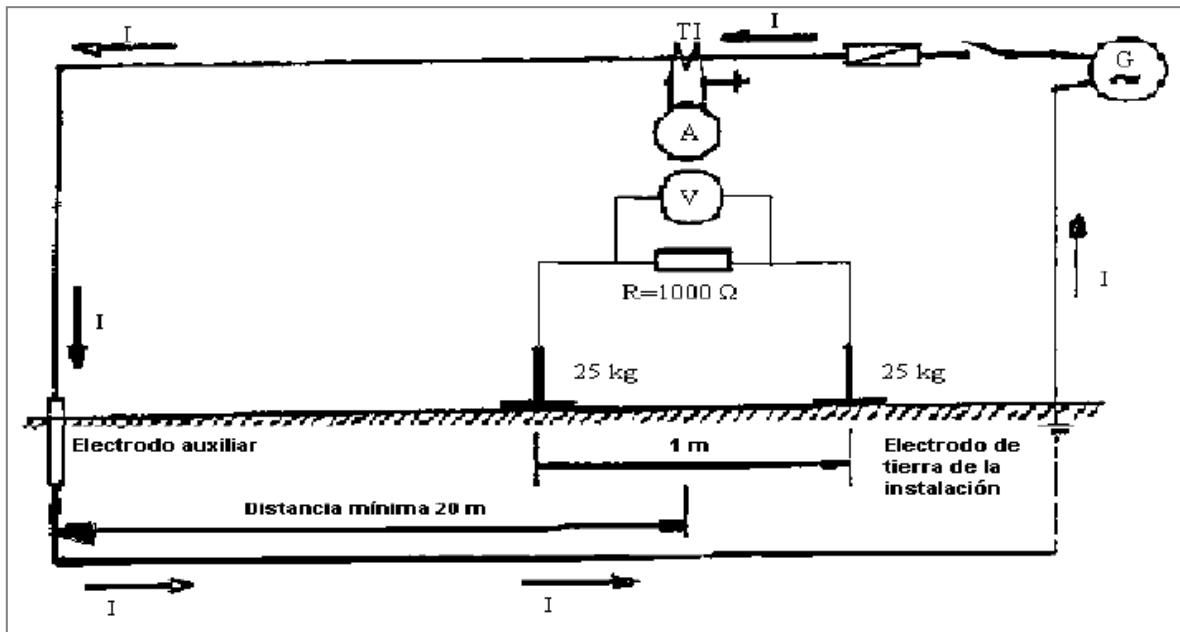
La realización del circuito de tierra requiere un electrodo auxiliar de tierra, alejado como mínimo 20 m de la puesta a tierra para que las curvas de tensión de los electrodos no se influyan mutuamente.

Los electrodos de tensión en estas mediciones estarán constituidos por dos cuerpos cilíndricos de 25 kg de peso y una superficie en la base de 200 cm<sup>2</sup>, perfectamente plana y niquelada para asegurar un buen contacto con el suelo.

Dispondrán de asas para su transporte y un borne para su conexión.

El aparato de medida suministrará una corriente alterna regulable de 5 a 60 A, como mínimo, con una frecuencia de 50 Hz.

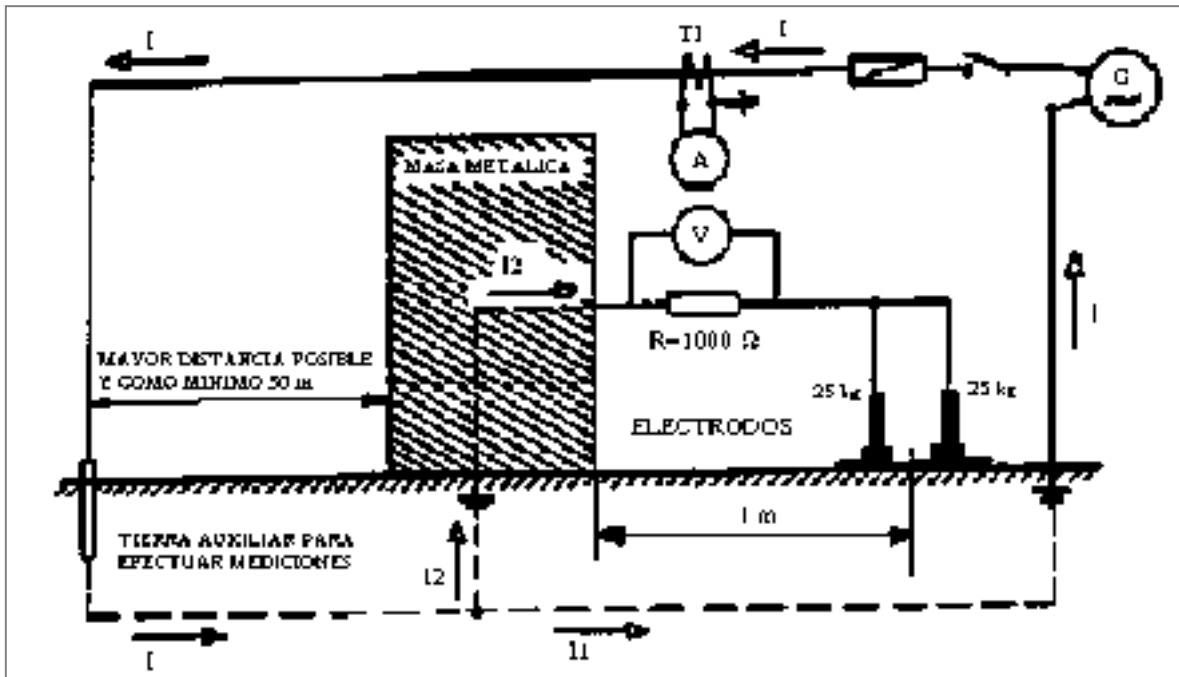
El voltímetro de medida tendrá una resistencia interna de 1.000  $\Omega$ . El esquema de conexiones a realizar para medir las tensiones de paso se muestra en la figura.



Los dos electrodos de contacto con el suelo se colocan uno junto al otro, separados 1 m y en la dirección del electrodo de tierra auxiliar, conectándose sus bornes a los bornes de medida del aparato.

Antes de efectuar la medición se impedirá mediante señalizaciones adecuadas, la permanencia o paso de personas o animales por la zona de influencia de los electrodos de tierra.

El esquema de conexiones para medir la tensión de contacto se muestra en la siguiente figura.



La tensión de contacto se medirá entre una masa metálica conectada a tierra y los dos electrodos de medida colocados juntos, con una separación de unos 20 cm, unidos entre sí y a una distancia de 1m de la masa metálica.

Las mediciones a efectuar en el sistema de puesta a tierra de una Planta Eólica, comprenderá las siguientes actuaciones:

Ensayos

Subestación

Se realizarán medidas de las siguientes magnitudes:

Resistencia de puesta a tierra resultante de la malla de la Subestación, desconectando las pantallas de los cables de media tensión del sistema colector.

Medida de las tensiones de paso y contacto en el interior y exterior de la Subestación, en todos los puntos susceptibles de aparecer tensiones peligrosas, desconectando las pantallas de los cables de Media Tensión del sistema colector.

Medida de las tensiones de paso y contacto en el interior y exterior de la Subestación, en todos los puntos susceptibles de aparecer tensiones peligrosas, conectando las pantallas de los cables de Media Tensión del sistema colector.





### **3 CONDICIONES ECONÓMICAS Y PLAZOS**

#### **3.1 PLAZO DE REPLANTEO**

El plazo de Replanteo quedará definido en el Contrato y empezará a contar a partir del primer día hábil a partir de la firma del mismo.

#### **3.2 PLAZO DE EJECUCIÓN**

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el Contrato, empezarán a contar a partir de la fecha de Replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir dichos plazos, que serán improrrogables.

No obstante, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa ajena por completo al Contratista no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de obra la prórroga estrictamente necesaria.

#### **3.3 RECEPCIÓN PROVISIONAL**

Una vez terminadas las obras, y en los 15 días siguientes a la petición del Contratista, se hará la Recepción Provisional de las mismas por la Propiedad, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del Representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si es este el caso.

Dicha Acta será firmada por ambas partes dándose la obra por recibida, comenzando entonces a contar el período de garantía.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, estableciéndose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

Las obras de reparación serán por cuenta del Contratista.

Si el Contratista no cumpliera esas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.



### 3.4 PLAZO DE GARANTÍA

El período de garantía será el señalado en el Contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Los gastos de conservación, manutención, limpieza y entretenimiento de las obras realizadas, durante el plazo de garantía, correrán a cargo del Contratista hasta la firma del Acta de Recepción Definitiva. Se exceptúan de dichos gastos los correspondientes al coste energético (alumbrado, etc.).

### 3.5 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o, en su defecto, a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, levantándose el Acta correspondiente.

### 3.6 GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN

Todos los gastos que puedan originarse, tanto por los trabajos de replanteo como por los de liquidación de las obras, serán por cuenta del Contratista.

#### MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

La medición y el abono de las diferentes unidades de obra se llevarán a cabo con arreglo a las unidades realmente ejecutadas, con sujeción a las características del proyecto y por aplicación de los precios establecidos en el mismo o, en su caso, de los precios contradictorios expresamente aceptados o asumidos por la Dirección de Obra.

Los excesos no justificados de unidades de obra en relación con las estipulaciones del proyecto no serán objeto de abono al Contratista.

Las Certificaciones parciales se realizarán con la frecuencia que determine la Dirección de Obra, con un mínimo de una mensual.

Las mediciones parciales podrán realizarse por el Contratista ante la Dirección de Obra.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo, por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

Junio de 2023

Fdo: José Luis Ovelleiro Medina.  
Ingeniero Industrial.  
Colegiado nº. 1.937  
Al Servicio de la Empresa:  
Ingeniería y Proyectos Innovadores  
B-50996719

DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



INDICE DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

I - MEMORIA

II - PLIEGO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

III – PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

IV – CROQUIS

# DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## I - MEMORIA

## ÍNDICE I - MEMORIA ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1	OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	6
2	DATOS GENERALES DE LA OBRA.....	6
2.1	PROMOTOR .....	6
2.2	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	6
2.3	ACTIVIDADES PRINCIPALES.....	6
2.4	SITUACIÓN Y CLIMATOLOGÍA.....	7
2.5	CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO DE TRABAJO.....	7
2.6	PLAZO DE EJECUCIÓN .....	7
2.7	PERSONAL PREVISTO.....	7
2.8	OFICIOS .....	7
2.9	MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES .....	8
2.10	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES .....	9
3	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS .....	9
3.1	INSTALACIONES .....	9
3.2	PROFESIONALES.....	11
3.2.1	CON CARÁCTER GENERAL.....	12
3.2.2	CON CARÁCTER ESPECÍFICO .....	13
3.2.3	RELATIVOS AL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	33
3.2.4	RELATIVOS A LA MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.....	46
3.2.5	RELATIVOS AL ENTORNO.....	101
3.3	A TERCEROS .....	110
4	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES.....	111
4.1	RIESGOS PREVISIBLES .....	111
4.2	MEDIDAS PREVENTIVAS.....	111
5	CONDICIONES AMBIENTALES.....	113
5.1	VENTILACIÓN .....	113
5.2	TEMPERATURA.....	113
5.3	FACTORES ATMOSFÉRICOS .....	113
6	MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	113
6.1	REVISIONES PERIÓDICAS.....	113
7	FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL.....	114
7.1	CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA ..	114
7.2	CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS.....	114
8	REUNIONES DE SEGURIDAD.....	114
9	MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS .....	115
9.1	CONTROL MÉDICO .....	115





9.2	MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS.....	115
9.3	MEDICINA ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE O ENFERMEDAD PROFESIONAL.....	115
10	VESTUARIOS Y ASEOS .....	115
11	RECURSOS PREVENTIVOS .....	116



## 1 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Estudio de Seguridad y Salud tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios, durante los trabajos de ejecución del proyecto de las líneas de alta tensión 66 kV objeto de proyecto.

Este estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción, el Real Decreto 2177/2007, Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo temporales en altura y el Real Decreto 171/2004, Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

## 2 DATOS GENERALES DE LA OBRA

Los datos generales de la obra Línea de Alta Tensión, son los que a continuación se indican:

### 2.1 PROMOTOR

El promotor del presente proyecto es:

Eólica Montes de Cierzo, S.L.U

C.I.F: B-31638349

Domicilio Social: Ctra. NA-6810 KM 2.5 Tudela, Navarra (31500)

Dirección (notificaciones): Calle Arturo Soria 343, planta 9, Madrid (28033)

Las figuras del coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución, la dirección facultativa y del contratista, se conocerán en el momento de adjudicación de la obra.

### 2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

La Línea eléctrica objeto del presente Estudio tiene su origen en la SET Moluengo desde donde y a través de varias alineaciones, se llegará con una longitud de aproximadamente 8 km a la SET La Serna.

### 2.3 ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Replanteo y estaquillado
- Implantación de obra y Señalización
- Acopio y Manipulación de materiales



- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra
- Obras de excavación
- Movimiento de tierras (terraplenes y rellenos)
- Encofrados
- Obras de hormigón
- Montaje de estructuras metálicas y prefabricados (apoyos)
- Maniobras de izado, situación en obra y montaje
- Tendido, regulado, engrapado, conexionado de conductores
- Colocación de accesorios (contrapesos, balizas y salvapájaros)
- Desmontaje de estructuras y equipos
- Desescombro y retirada
- Retirada de materiales y equipos existentes dentro e la obra
- Puesta en marcha de la instalación

Más adelante se analizarán los riesgos previsible inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

## 2.4 SITUACIÓN Y CLIMATOLOGÍA

La Línea, en proyecto, discurrirá en los términos municipales de Cintruénigo y Tudela en la Comunidad Foral de Navarra. La climatología de la zona es de tipo continental, con veranos calurosos e inviernos fríos y ventosos.

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO DE TRABAJO

La relación de cruzamientos está descrita en la Memoria de este proyecto.

## 2.6 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo total de ejecución de las obras se establece en CUATRO (4) meses.

## 2.7 PERSONAL PREVISTO

El personal necesario del conjunto de las obras nos da una previsión máxima de TREINTA (30) personas.

## 2.8 OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:



- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada
- Montadores de estructuras metálicas, de equipos auxiliares de equipos e instalaciones eléctricas
- Gruistas y maquinistas
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de Ejecución / Control de Calidad / Seguridad / Medio Ambiente
- Encargados
- Administrativos

## 2.9 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

### MAQUINARIA

- Maquinaria de transporte por carretera
- Máquinas excavadora
- Grúa autopropulsada
- Camión autocargante
- Camión hormigonera autopropulsado
- Camión basculante
- Dumpers autovolquetes
- Bobcat
- Máquina de excavación con martillo hidráulico
- Compactadores de tambor

### MAQUINAS HERRAMIENTAS

- Cabrestantes de izado y de tendido
- Máquinas de compresión
- Compresor
- Martillo neumático



- Grupos electrógenos
- Equipos de soldadura oxiacetilénica-oxicorte
- Equipos de soldadura eléctrica
- Radiales y esmeriladoras
- Taladradoras de mano
- Compactadores de pata de cabra

### **HERRAMIENTAS MANUALES**

- Herramientas de mano (cinceles y punzones, martillos, alicates, destornilladores, limas, llaves)
- Herramientas de izado (eslingas, poleas, cuerdas, cables, cadenas, aparejos, grilletes, trácteles, etc.)
- Juego alzapobinas, rodillos, etc.

### **MEDIOS AUXILIARES**

- Plataforma elevadora autopropulsada
- Escaleras manuales
- Cuadros eléctricos auxiliares
- Equipos de medida:
  - Comprobador de secuencia de fase
  - Medidor de aislamiento
  - Medidor de tierras
  - Pinzas amperimétricas
  - Discriminadores de tensión
  - Termómetros

## **2.10 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES**

Los riesgos previsibles y las medidas preventivas para la instalación eléctrica provisional de la obra se desarrollan en el capítulo 4.

## **3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS**

### **3.1 INSTALACIONES**

Analizamos a continuación los riesgos y medidas preventivas generales en función del tipo de instalación donde se desarrollan los trabajos de ejecución previstos en las obras. Estos riesgos y medidas preventivas será necesario concretarlas y desarrollarlas para cada trabajo.



## Riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Contactos eléctricos.
- Arco Eléctrico.

## Medidas preventivas

- Orden y Limpieza.
- Señalización de la zona de trabajo.
- Utilizar los pasos y vías existentes.
- Iluminación adecuada.
- Calzado adecuado.
- Extremar las precauciones con hielo, agua o nieve.
- Trabajar en una superficie lo más uniforme y lisa posible y lo suficientemente amplia.
- Para zanjas de alturas de 2 m. o más, se colocarán barandillas con rodapiés, listón intermedio y listón superior a una altura mínima de 90 cm.
- Para alturas menores de dos metros se colocarán vallas, se señalizarán los huecos o se tapanán de forma efectiva.
- Utilización de la Línea de Vida y el Arnés Anticaídas (el cinturón solo sirve para trabajos en altura estáticos).
- No se utilizará maquinaria diseñada solo para elevación de cargas para transportar o elevar personas.
- Escaleras.
- Andamios.
- Procedimientos de trabajos en altura.
- Medidas preventivas B.T.
- Medidas preventivas A.T.
- Zanja. NTP 278.
- Entibación o ataluzado de zanjas de profundidad mayor a 1,3 m o en terreno poco estable. Para zanjas de profundidad mayor a 1,3 m se mantendrá un trabajador fuera de la zanja.



- Mantener distancias de la mitad de la profundidad de la zanja entre zanja y acopios cercanos o vallado. Esta distancia será igual a la profundidad de la zanja si el terreno es arenoso.
- En la medida de lo posible se evitará que los operarios realicen trabajos en el interior de zanjas.
- Comprobación del estado de las entibaciones y del terreno antes de cada jornada y después de una lluvia copiosa.
- Señalización de la zona de acopio.
- Los trabajos con riesgo de incendio deberán procedimentarse.
- Deberá de haber un Plan de Emergencia y Evacuación en los centros que lo precisen.
- El personal estará formado en los procedimientos de trabajo así como en los Planes de Emergencia y Evacuación.
- Se evitará el contacto de las sustancias combustibles con fuentes de calor intempestivas: Fumar, recalentamientos de máquinas, instalaciones eléctricas inapropiadas, operaciones de fuego abierto descontroladas, superficies calientes, trabajos de soldadura, chispas de origen mecánico o debidas a electricidad estática.
- Se ventilarán los vapores inflamables.
- Se limitará la cantidad de sustancias combustibles en los lugares de trabajo.
- Los combustibles se almacenarán en locales y recipientes adecuados.
- En la medida de lo posible se evitará trabajar con sustancias de elevada inflamabilidad.
- Se deberá cumplir la reglamentación vigente para la protección contra incendios tanto en la instalación como en el mantenimiento.
- Las instalaciones eléctricas cumplirán las reglamentaciones vigentes en particular en lo relativo a cargas, protecciones, instalaciones antideflagrantes, etc.
- Se dotarán los lugares de trabajos de extintores portátiles adecuados.
- Se instalarán bocas de incendios equipadas donde se requieran.
- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse. Prever la necesidad de ventilación forzada. Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos. Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).

### 3.2 PROFESIONALES

Analizamos a continuación los riesgos previsible inherentes a las actividades de ejecución previstas en la obra. Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos analizaremos primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de los específicos de cada actividad.



### 3.2.1 CON CARÁCTER GENERAL

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen.

#### **Riesgos generales**

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos o componentes sobre personas
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Choques contra objetos inmóviles
- Choques contra objetos móviles
- Proyecciones de partículas a los ojos
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes por manejo de herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Atrapamientos por vuelco de máquinas, vehículos o equipos
- Quemaduras por contactos térmicos
- Exposición a descargas eléctricas
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Incendios
- Explosiones
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento
- Exposición a factores atmosféricos extremos

#### **Medidas preventivas**

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Las zonas de peligro deberán estar acotadas y señalizadas.





- La iluminación de los puestos de trabajo deberá ser la adecuada para el desarrollo correcto del trabajo.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montaran barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se almacenarán y manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- En actividades con riesgo de proyecciones a terceros, se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Se protegerá a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

### 3.2.2 CON CARÁCTER ESPECÍFICO

Entendemos como riesgos con carácter específico aquellos que pueden afectar a los trabajadores, en función de la actividad concreta que realicen.

## SEÑALIZACIÓN

### Normas generales de SEÑALIZACIÓN

Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída mismo o distinto nivel, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos para la salud, deberán estar claramente señalizadas según el R.D. 485/1997.

Se acotará y señalizará la zona de trabajo, a la cual se accederá siempre por accesos concretos. Se señalarán aquellas zonas en las que existan los siguientes riesgos:

Caída desde altura de objetos

- No se permanecerá en la vertical de aquellas zonas en las que exista riesgo de caída de objetos.



- En caso de tener que trabajar en altura 2 operarios a la vez muy especialmente se dispondrán de tal manera que no permanezcan uno en la vertical del otro.
- Zonas donde se realicen maniobras con cargas suspendidas hasta que se encuentren totalmente apoyadas.
- Caídas de personas sobre plataformas, forjados, etc. en las que además se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes.
- Caídas de personas dentro de huecos, etc. para lo que se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia.
- Aquellos huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., que se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas. Huecos con riesgo de caída a distinto nivel serán convenientemente protegidos con valla o similar lo suficientemente resistentes como para evitar ser sobrepasadas.

#### Productos inflamables

- En ningún caso serán almacenados productos incompatibles entre si.
- En las zonas de ubicación se dispondrá de al menos un extintor portátil de polvo polivalente.
- Es obligatoria la delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- En todo caso se tendrán en cuenta las medidas y normativas particulares del órgano competente en la ubicación en que se lleve a cabo la actividad, respecto a prevención de incendios forestales, control de posibles puntos de ignición, incremento de medios de extinción...

#### Vías y salidas de emergencia

Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados que los indicados en el apartado 3, siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente su significado.

Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medio ambientales.

Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba. La señalización relativa a los riesgos eléctricos viene dada en "Riesgos Eléctricos"



del apartado de Riesgos Específicos, debiendo señalarse de forma clara y permanente la existencia del riesgo eléctrico.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

### **Señalización en Entorno Urbano:**

La señalización, balizamiento y en su caso, defensas en las obras que afecten a la libre circulación por las vías públicas, se atenderán a las normas establecidas o instrucciones complementarias que ordene la administración competente.

En entorno urbano o que por el alto tránsito de vehículos así lo aconseje la situación los trabajadores irán provistos de prendas de color amarillo o naranja, con elementos retroreflectantes. Se acotará la zona de trabajo mediante cerramientos rígidos (vallas metálicas) en población. Las excavaciones no se quedarán nunca sin proteger o señalizar.

Cuando circulen vehículos, los cerramientos se colocarán dependiendo de las características del terreno a una distancia, como mínimo, de 1 m para firmes de hormigón.

Cuando por razones de la obra se ocupen los espacios destinados a la circulación peatonal (aceras, pasos, etc.) se habilitarán pasos alternativos debidamente señalizados y protegidos.

Se colocarán balizas luminosas de señalización por la noche. Se extremarán las precauciones en cruzamientos de carreteras, zonas transitadas y/o cruzamiento de servicios.

Al término de la jornada, en las zonas transitadas se señalarán y protegerán los posibles obstáculos que puedan ser causa de daños a terceros.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

### **Señalización en Entorno No Urbano**

Se acotará la zona de trabajo mediante cerramientos rígidos (vallas metálicas) o cintas de limitación. En este último caso, se colocará una cinta delimitadora a una altura mínima de 1 metro respecto del suelo, rodeando el perímetro de la excavación. Dicha cinta se fijará a piquetas, situadas a una distancia mínima de 2 metros entre ellas. La señalización habrá de ser claramente visible por la noche, disponiendo de bandas reflectantes verticales de 10 cm. de anchura.

Los recintos vallados o balizados llevarán siempre luces propias, colocadas a intervalos máximos de 30 metros y siempre en los ángulos salientes. Las excavaciones no se quedarán nunca sin



proteger o señalizar. En entorno no urbano, los trabajadores irán provistos de prendas de color amarillo o naranja, con elementos retroreflectantes siempre que realicen trabajos próximos a carreteras o caminos por donde pueda haber circulación de vehículos.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

### **Señalización en Carreteras (Norma de carreteras 8.3 – IC “Señalización De Obras”)**

Se seguirán siempre las indicaciones que proporcione el organismo propietario de la carretera.

Las señales deberán tener las dimensiones mínimas especificadas por la Norma de carreteras 8.3 – IC “Señalización de Obras”, y ser siempre reflectantes, de nivel 1 como mínimo si son obras fijas y de nivel 2 si es señalización móvil de obra (según norma UNE). Se recomienda utilizar siempre un nivel superior en lugares donde la iluminación ambiente dificulte su percepción y en lugares de elevada peligrosidad, asimismo las señales de STOP tendrán siempre, como mínimo, un nivel 2 de reflectancia.

El color amarillo que distingue a las señales de obra de las normales, solamente se debe emplear en las señales con fondo blanco.

En las obras en las que la señalización provisional esté implantada durante las horas nocturnas, las señales y los elementos de balizamiento no sólo serán reflectantes, sino que deberán ir acompañados de elementos luminosos. En general, las obras en el interior de túneles tendrán siempre la consideración de obras en horas nocturnas.

A juicio del Director de Obra y dependiendo de las circunstancias que concurran en la misma, se podrá señalar horizontalmente con marcas en color amarillo o naranja, las alteraciones que se produzcan sobre la situación normal de la vía.

Estas marcas viales podrán ser sustituidas por captafaros TB-10, aplicados sobre el pavimento.

El material de señalización y balizamiento se descargará y se colocará en el orden en que haya de encontrarlo el usuario. De esta forma el personal encargado de la colocación trabajará bajo la protección de la señalización precedente.

Si no se pudieran transportar todas las señales y balizas en un solo viaje, se irán disponiendo primeramente fuera de la calzada y de espaldas al tráfico.

Se recomienda anular la señalización permanente cuando no sea coherente con la de obra, tapando para ello las señales necesarias, mientras la señalización de obra esté en vigor.

La retirada de la señalización y balizamiento se realizará en orden inverso al de colocación y siempre que sea posible desde la zona vedada al tráfico o desde el arcén, pudiendo entonces el vehículo dedicado a ello, circular con la correspondiente luz prioritaria en sentido opuesto al de la calzada.

Una vez retirada la señalización de obra, se restablecerá la señalización permanente que corresponda. Si los operarios van en vehículos, su protección vendrá dada por el propio vehículo. Si los operarios van a pie sobre la calzada, deberán protegerse mediante un vehículo. En todas





las circunstancias, los operarios irán provistos de prendas de color amarillo o naranja, con elementos retroreflectantes.

Se recomienda que las máquinas y vehículos que se utilicen en señalización móvil sean de colores blanco, amarillo o naranja. Llevarán como mínimo, una luz ámbar giratoria o intermitente omnidireccional en su parte superior, dispuesta de forma tal que pueda ser perfectamente visible por el conductor al que se quiere indicar su presencia, con una potencia mínima de 55 vatios en el caso de luz giratoria y de 1,5 julios en el caso de luz intermitente.

La señales TP-18 (peligro, obras) y TP-31 llevarán siempre tres luces ámbar intermitentes de encendido simultáneo y dispuestas en triángulo en los vértices. Las dimensiones mínimas de las señales utilizadas en señalización móvil serán las clasificadas como “grandes” en la Tabla 4 de la Norma 8.3-I.C.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

## **TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO**

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá de efectuarse sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran (4.4.b R.D. 614/2.001).

En ningún caso se prevé la realización de trabajos en tensión. Caso de ser necesaria la realización de este tipo de trabajos, se elaborará un plan específico para ello.

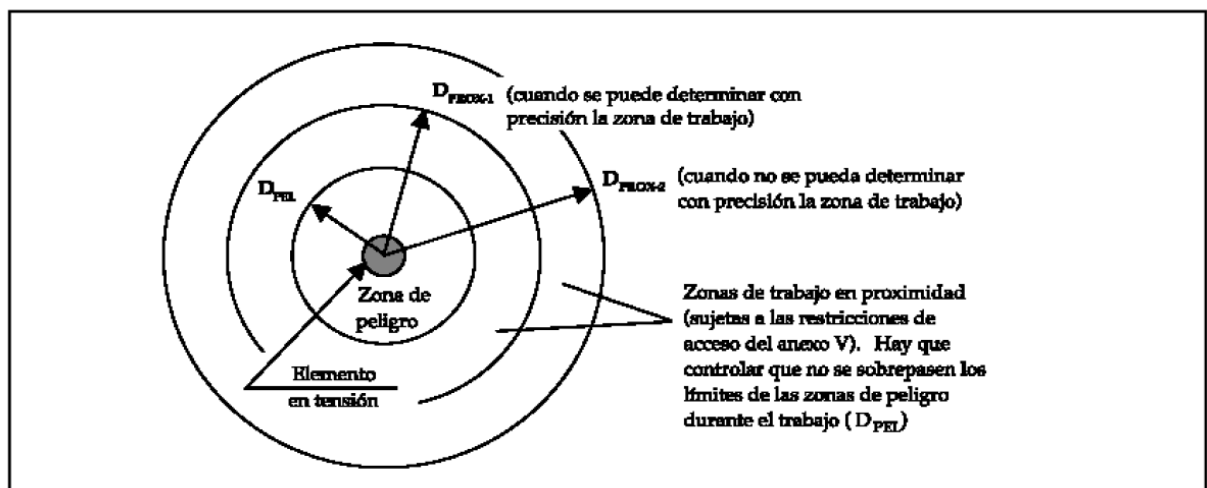
## Definiciones:

**Trabajos sin tensión:** trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

**Zona de peligro o zona de trabajos en tensión:** espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

**Zona de proximidad:** espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.

**Trabajo en proximidad:** trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.



En función del tipo de trabajo a realizar, los trabajadores deberán de contar con los requisitos de **formación** y capacitación siguiente:



CUADRO 1  
 CUADRO RESUMEN DE LA FORMACIÓN/CAPACITACIÓN MÍNIMA  
 DE LOS TRABAJADORES

	Trabajos sin tensión		Trabajos en tensión		Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones		Trabajos en proximidad	
	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización
BAJA TENSIÓN	A	T	C	A	A	A	A	T
ALTA TENSIÓN	C	T	C + AE (con vigilancia de un jefe de trabajo)	C (a distancia)	C o C auxiliado por A	A	C	A o T vigilado por A
T = CUALQUIER TRABAJADOR A = AUTORIZADO C = CUALIFICADO C + AE = CUALIFICADO Y AUTORIZADO POR ESCRITO					1.-Los trabajos con riesgos eléctricos en AT no podrán ser realizados por trabajadores de una Empresa de Trabajo Temporal (RD 616/1999). 2.-La realización de las distintas actividades contempladas se harán según lo establecido en las disposiciones del presente Real Decreto.			

**Trabajador autorizado:** trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en el R.D. 614/2001.

**Trabajador cualificado:** trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

**Jefe de trabajo:** persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

### Trabajos sin tensión (ANEXO II. R.D. 614/2001)

#### Disposiciones generales

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

#### A.1 Supresión de la tensión.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

- Desconectar.
- Prevenir cualquier posible realimentación.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito.
- Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la



instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

### **Desconectar.**

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

### **Prevenir cualquier posible realimentación.**

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

### **Verificar la ausencia de tensión.**

La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

### **Poner a tierra y en cortocircuito.**

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:

- En las instalaciones de alta tensión.
- En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda. Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de





potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos teledemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el teledemando estará claramente indicada.

### **Proteger y señalizar**

Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo, según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo 4 de este Real Decreto.

#### **A.2 Reposición de la tensión.**

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

1. La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
2. La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.
3. El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
4. El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

#### **Disposiciones particulares**

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las indicadas en la parte A de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.



## B.1 Reposición de fusibles.

En el caso particular de la reposición de fusibles en las instalaciones indicadas en el primer párrafo del apartado 4 de la parte A.1 de este anexo:

- No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.
- Cuando los fusibles estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los fusibles y el transformador.

## B.2 Trabajos en líneas aéreas y conductores de alta tensión.

En los trabajos en líneas aéreas desnudas y conductores desnudos de alta tensión se deben colocar las puestas a tierra y en cortocircuito a ambos lados de la zona de trabajo, y en cada uno de los conductores que entran en esta zona; al menos uno de los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito debe ser visible desde la zona de trabajo. Estas reglas tienen las siguientes excepciones:

- Para trabajos específicos en los que no hay corte de conductores durante el trabajo, es admisible la instalación de un solo equipo de puesta a tierra y en cortocircuito en la zona de trabajo.
- Cuando no es posible ver, desde los límites de la zona de trabajo, los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se debe colocar, además, un equipo de puesta a tierra local, o un dispositivo adicional de señalización, o cualquier otra identificación equivalente.

Cuando el trabajo se realiza en un solo conductor de una línea aérea de alta tensión, no se requerirá el cortocircuito en la zona de trabajo, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- En los puntos de la desconexión, todos los conductores están puestos a tierra y en cortocircuito de acuerdo con lo indicado anteriormente.
- El conductor sobre el que se realiza el trabajo y todos los elementos conductores exceptuadas las otras fases- en el interior de la zona de trabajo, están unidos eléctricamente entre ellos y puestos a tierra por un equipo o dispositivo apropiado.
- El conductor de puesta a tierra, la zona de trabajo y el trabajador están fuera de la zona de peligro determinada por los restantes conductores de la misma instalación eléctrica.

En los trabajos en líneas aéreas aisladas, cables u otros conductores aislados, de alta tensión la puesta a tierra y en cortocircuito se colocará en los elementos desnudos de los puntos de apertura de la instalación o tan cerca como sea posible a aquellos puntos, a cada lado de la zona de trabajo.

## **Trabajos en proximidad de elementos en tensión (ANEXO V. R.D. 614/2001)**

Disposiciones generales:

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.



### *A.1 Preparación del trabajo.*

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo anterior y las restantes disposiciones del presente anexo.

De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

- El número de elementos en tensión.
- Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, en las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

### *A.2 Realización del trabajo.*

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo. La vigilancia no será exigible cuando los trabajos se realicen fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.

### *Disposiciones particulares*

#### *B.1 Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico.*

El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.

Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.



La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados.

El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores autorizados sólo podrá realizarse, en el caso de que el empresario para el que estos trabajan y el titular de la instalación no sean una misma persona, con el conocimiento y permiso de este último.

*B.2 Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.*

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas (como ocurre a menudo, por ejemplo, en la edificación, las obras públicas o determinados trabajos agrícolas o forestales) deberá actuarse de la siguiente forma:

- Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de este Real Decreto, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

- Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.

Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

### **Trabajos en tensión (ANEXO III. R.D. 614/2001)**

No está previsto la realización de trabajos en tensión, en el caso de tener que realizarlos la empresa responsable elaborará el correspondiente procedimiento.

Disposiciones generales:

1. Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.





Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc)
- Las pértigas aislantes
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

- Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de **alta tensión** en gama media de tensiones.
- Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en **baja tensión**, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión. Este es el método más utilizado en los trabajos realizados en redes aéreas de baja tensión que se detalla a continuación.

## TRABAJOS EN ALTURA

### Medidas generales

Destacaremos, entre otras, las siguientes medidas:

Para evitar la caída de objetos:

- 1.- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos. Sin embargo, si existiera la necesidad ineludible de trabajos simultáneos sobre la misma vertical, se instalarán protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- 2.- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- 3.- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.
- 4.- Equipos de Protección Individual y Colectiva: Equipos de protección general.

Para evitar la caída de personas:

- 1.- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.



La altura de 2,00 m. a la que se hace mención se medirá desde la superficie en la que esté situado el trabajador hasta la del nivel inferior en la que quedaría retenido el mismo si no se dispusiera de un medio de protección. La altura mínima de las barandillas se fija, al igual que en otras normativas, en 90 cm. No obstante, se debe considerar que tanto por los ensayos realizados en España, como en otros países europeos, y debido al incremento de la talla media de las personas, la altura mínima de recogida que se hace constar en distintas Normas Europeas, por ejemplo, la Norma UNE 76502:1990 "Andamios de servicio y de trabajo, con elementos prefabricados. Materiales, medidas, cargas de proyecto y requisitos de seguridad", es de 100 cm. Por otra parte, en la Norma UNE-EN 1495:1998 "Plataformas Elevadoras o Plataformas Elevadoras sobre Mástil", la citada altura se fija en 110 cm. Se entiende como "otros sistemas de protección colectiva de seguridad equivalente" aquellos destinados a impedir la caída a distinto nivel como pueden ser: cerramiento de huecos con tapas, entablados continuos, mallazos, etc. La cita del texto "reborde de protección" se refiere al rodapié.

2.- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse arnés de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente. Se entiende por "trabajos en altura" aquellos que se ejecutan en un lugar por encima del nivel de referencia, entendiéndose como tal la superficie sobre la que se puede caer. Tal y como se indica en el apartado anterior, a partir de 2,00 m. se requiere la protección contra las caídas de altura; ello no significa que cuando se trabaje en alturas inferiores no deban utilizarse los medios y equipos adecuados para cada caso.

Para la realización de trabajos en altura se pueden plantear tres opciones:

- Utilizar equipos de trabajo específicamente diseñados o proyectados para la naturaleza de la tarea a la que se destinan (plataformas elevadoras, andamios, escaleras, etc.). Cada uno de estos equipos deberá cumplir los requisitos establecidos en la normativa que le corresponda. Además de los artículos de la Ordenanza Laboral de la Construcción citados en el apartado anterior (cuando sean de aplicación), la citada normativa incluye: RD 1435/1992, de 27 de noviembre (BOE nº 297, de 11 de diciembre), 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 máquinas, modificado por el RD 56/1995, de 20 de enero (BOE nº 33, de 8 de febrero); RD 1215/1997 "Equipos de trabajo", modificado por el RD 2177/2004 "Equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura"; del RD 486/1997 "Lugares de trabajo"; etc. Asimismo se tendrá en cuenta la Directiva 2001/45/CE - pendiente de transposición al Derecho español -, de 27 de junio de 2001, por la que se modifica la Directiva 89/655/CEE, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Instalar las protecciones colectivas citadas en este apartado (barandillas, plataformas o redes de seguridad) en función de cada uno de los puestos de trabajo. Existen dos tipos diferentes de protecciones colectivas: las que impiden la caída (barandillas, entablados, redes de seguridad tipo U, etc.) y las que simplemente la limitan (redes de seguridad tipos S, T, V, etc.). Resulta más adecuado utilizar las citadas en primer lugar, dado que el nivel de seguridad que proporcionan es mayor.
- Si no es técnicamente posible aplicar ninguna de las dos opciones A o B anteriores se recurrirá a la utilización de protección individual. Esta solución final se llevará a cabo con carácter excepcional previa justificación técnica. Hay que resaltar que en ocasiones, aun a pesar de instalarse medios de protección colectiva, éstos no eliminan totalmente el riesgo, siendo necesario emplear equipos de protección individual como complemento. Estos equipos podrán ser sistemas de sujeción o anticaídas.



No obstante lo anterior, y siempre que sea posible, se dará preferencia a la protección colectiva frente a la individual, tal y como se especifica en el principio de acción preventiva del artículo 15.1.h) de la LPRL: "anteponer la protección colectiva a la individual".

En todos los casos es requisito imprescindible que el acceso al lugar donde deba realizarse el trabajo en altura sea seguro.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Arnés anticaídas.

### **Escaleras de mano (R.D. 1215/1997 y R.D. 2177/2004):**

1. Las escaleras de mano se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada. Los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse sólidamente sobre un soporte de dimensiones adecuadas y estable, resistente e inmóvil, de forma que los travesaños queden en posición horizontal. Las escaleras suspendidas se fijarán de forma segura y, excepto las de cuerda, de manera que no puedan desplazarse y se eviten los movimientos de balanceo.

2. Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización ya sea mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros, ya sea mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente. Las escaleras de mano para fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir al menos un metro del plano de trabajo al que se accede. Las escaleras compuestas de varios elementos adaptables o extensibles deberán utilizarse de forma que la inmovilización recíproca de los distintos elementos esté asegurada. Las escaleras con ruedas deberán haberse inmovilizado antes de acceder a ellas. Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.

3. El ascenso, el descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a éstas. Las escaleras de mano deberán utilizarse de forma que los trabajadores puedan tener en todo momento un punto de apoyo y de sujeción seguros. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas. El transporte a mano de una carga por una escalera de mano se hará de modo que ello no impida una sujeción segura. 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 no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.

4. No se emplearán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de cinco metros de longitud, sobre cuya resistencia no se tengan garantías. No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.

5. Las escaleras de mano se revisarán periódicamente. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

6. Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm., como máximo.

7. Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pié, por ejemplo zapatas.



8. No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

9. Escaleras de madera:

- La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.
- Los largueros serán de una sola pieza.
- Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.
- Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

10. Escaleras metálicas:

- Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.
- Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni bolladuras.

11. Escaleras de tijera:

- Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
- Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Arnés anticaídas.

### **Cuerdas (R.D.2177/2004)**

La utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas cumplirá las siguientes condiciones:

1. El sistema constará como mínimo de dos cuerdas con sujeción independiente, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (cuerda de trabajo) y la otra como medio de emergencia (cuerda de seguridad). Las cuerdas deberán ser revisadas inmediatamente antes de su utilización.
2. Se facilitará a los trabajadores unos arneses adecuados, que deberán utilizar y conectar a la cuerda de seguridad.
3. La cuerda de trabajo estará equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso y dispondrá de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento. La cuerda de seguridad estará equipada con un dispositivo móvil contra caídas que siga los desplazamientos del trabajador.
4. Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador deberán estar sujetos al arnés o al asiento del trabajador o sujetos por otros medios adecuados.



5. El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente, de manera que, en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.

6. De acuerdo con las disposiciones del artículo 5 del R.D. 1215/1997, se impartirá a los trabajadores afectados una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, destinada, en particular, a:

- Las técnicas para la progresión mediante cuerdas y sobre estructuras.
- Los sistemas de sujeción.
- Los sistemas anticaídas.
- Las normas sobre el cuidado, mantenimiento y verificación del equipo de trabajo y de seguridad.
- Las técnicas de salvamento de personas accidentadas en suspensión.
- Las medidas de seguridad ante condiciones meteorológicas que puedan afectar a la seguridad.
- Las técnicas seguras de manipulación de cargas en altura.

En circunstancias excepcionales en las que, habida cuenta de la evaluación del riesgo, la utilización de una segunda cuerda haga más peligroso el trabajo, podrá admitirse la utilización de una sola cuerda, siempre que se justifiquen las razones técnicas que lo motiven y se tomen las medidas adecuadas para garantizar la seguridad.»

#### **Plataforma elevadora.**

Véase “Plataforma elevadora autopropulsada” en el apartado de Maquinaria y Medios Auxiliares. Equipos de Protección Individual y Colectiva: Equipos de protección general.

#### **Línea de vida.**

Las llamadas “Líneas de Vida” proporcionan al usuario un punto de anclaje móvil para el arnés anticaídas en todo el recorrido por los lugares con peligro de caída desde altura, adaptándose a todo tipo de recorridos.

Está compuesta por:

- Una línea (cuerda, cable, carril, etc.) que partiendo de un lugar seguro recorre toda la zona de peligro a la que se ha de acceder.
- Unas piezas intermedias de sujeción (de la cuerda, cable, carril, etc.) que unen la línea a la estructura.
- Un carro (al cual se engancha el arnés anticaídas) que discurre libremente por la línea, teniendo un único punto de entrada-salida (en el lugar seguro) y desplazándose por encima de las piezas intermedias de sujeción sin que haya que soltarlo en ningún tramo del recorrido.
- Este sistema permite al usuario enganchar su arnés anticaídas a la línea en lugar seguro y recorrer toda la zona de peligro sin tener que soltar nunca su arnés anticaídas, ya que el carro al cual lo lleve enganchado pasa por todas las piezas intermedias de sujeción de la línea.

El método de trabajo consistirá en:

- Verificar el buen estado de los equipos y materiales a utilizar (cuerda, cable, carril, arnés anticaídas, etc.).
- Verificar el estado del elemento donde se realizará el trabajo en altura.
- Instalar la 'línea de vida' que garantice la seguridad en el ascenso, descenso.
- Acceder al elemento en altura (enganchando el arnés anticaídas a la línea de vida).



- Realizar el trabajo.
- Descender del elemento en altura y desmontar la 'línea de vida'.
- Recoger los equipos y materiales.

Líneas de Vida.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Casco con barbuquejo.
- Arnés anticaídas completo.
- Línea de Vida.

## MANIPULACIÓN DE CARGAS

Manipulación manual de cargas (R.D. 487/1997)

Se evitará en lo posible la manipulación manual de cargas, utilizando medios mecánicos como transpaletas manuales y carretillas automotoras.

Como norma general, nunca se levantarán manualmente cargas superiores a 25 Kg. Si es preciso realizar labores de manipulación manual de cargas voluminosas, pesadas o irregulares, se pedirá ayuda de uno o varios compañeros si es posible.

En los casos en que se transporte entre 2 o más operarios, sólo uno será el responsable de la maniobra. En labores de carga manual, manipular las cargas sobre superficies estables, de forma que no sea fácil perder el equilibrio.

Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos, los materiales o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin. Cargar los materiales de forma simétrica (levantar enderezando las piernas con la espalda recta y los brazos pegados al cuerpo). Acondicionar la carga de forma que se impidan los movimientos del contenido.

En el transporte, se tratará de aproximar la carga (su centro de gravedad) lo más posible al cuerpo, andando en pasos cortos y manteniendo el cuerpo erguido. La carga se transportará de forma que no impida ver y que estorbe lo menos posible el andar natural. Se evitará, en la medida de lo posible, el movimiento de rotación del tronco en la manipulación manual de cargas. Es conveniente que la anchura de la carga no supere la anchura de los hombros (860 cm. aproximadamente).

La profundidad de la carga no debería superar los 50 cm., aunque es recomendable que no supere los 35 cm.

Se prohíbe el transporte y la manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.

Se evitará manejar cargas subiendo cuestas, escalones o escaleras.

Se deberá evitar las corrientes de aire frío en los locales interiores y las ráfagas de viento en el exterior



El calzado constituirá un soporte adecuado para los pies, será estable, con la suela no deslizante, y proporcionará una protección adecuada del pie contra la caída de objetos.

En el manejo de cargas se seguirán los siguientes pasos:

- Planificar el levantamiento.
- Colocar los pies en frente de la carga, ligeramente paralelos; asir la misma con las palmas de las manos y la base de los dedos, no con la punta de los mismos.
- Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos.
- Se situará la carga cerca del cuerpo.
- Se mantendrá la espalda recta.
- No se doblará la espalda al levantar o bajar una carga.
- Se usarán los músculos más fuertes, los de las piernas flexionándolas, nunca los de los brazos o la espalda.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general: ropa de trabajo, guantes de protección mecánica y calzado de seguridad
- Para trabajos continuados es obligatorio el uso de “cinturón antilumbago”.

### **Manipulación mecánica de cargas**

Las medidas preventivas para trabajos con Camión Grúa autocargante o Grúa autopropulsada están descritas en el apartado específico para estos trabajos.

Las medidas preventivas para trabajos con Grúa autopropulsada están descritas en el apartado específico para estos trabajos.

Las medidas preventivas para trabajos con Herramientas de izado están descritas en el apartado específico para estos trabajos.

Como norma general se seguirán las siguientes medidas preventivas:

- Adecuar las cargas correctamente.
- Controlar las maniobras por una persona cualificada.
- Realizar un correcto mantenimiento de los equipos necesarios para realizar las cargas y descargas de los materiales.
- Se prohibirá la permanencia de personas bajo cargas suspendidas.
- Si existieran líneas eléctricas cercanas a las zonas de acopio las maniobras deberán estar guiadas por un trabajador cualificado según el RD 614/2001 De 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgos eléctrico”
- Los materiales se almacenarán de forma racional, de manera que no se produzcan derrumbamientos ni deslizamientos.
- Evitar realizar trabajos en la misma vertical.
- Utilizar cuerda de servicio.
- Los aparatos elevadores, grúas, etc., deberán ser utilizadas solo por personal especializado, un operario cualificado para su trabajo, con el carné correspondiente.
- Se prohíbe retirar las protecciones de los aparatos elevadores, grúas, camión grúa, etc.
- Colocación de topes.
- Utilizar elementos estrobos y eslingas adecuados al peso que se debe manipular.
- Comprobación del buen estado de las eslingas, cadenas, ganchos, etc.
- Adecuar la maquinaria a utilizar al peso y dimensiones de la carga.



- No se utilizará una maquina para elevar cargas si no está diseñada para ello.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

-Equipo de protección general: ropa de trabajo, guantes de protección mecánica, calzado de seguridad y casco con barbuquejo

## MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS (R.D. 379/2001)

El posible efecto nocivo de los contaminantes químicos sobre la salud, debido a su presencia en los ambientes laborales, debe ser considerado en el marco de la acción tóxica que en general pueden ejercer las sustancias químicas.

Se entiende por acción tóxica o toxicidad a la capacidad relativa de un compuesto para ocasionar daños mediante efectos biológicos adversos, una vez ha alcanzado un punto susceptible del cuerpo. Esta posible acción tóxica significa que la exposición a los contaminantes comporta un riesgo, el cual se puede definir como la probabilidad de que produzcan los efectos adversos señalados, bajo las circunstancias concretas de la exposición. La toxicidad es uno de los factores que determinan el riesgo, pero éste responde además a otros factores como la intensidad y la duración de la exposición, la volatilidad del compuesto y el tamaño de las partículas. El concepto de toxicidad se refiere a los efectos biológicos adversos que pueden aparecer tras la interacción de la sustancia con el cuerpo; mientras que el concepto de riesgo incluye además la probabilidad de que se produzca una interacción efectiva.

Clasificación:

**Gases:** Penetran fácilmente en el cuerpo por inhalación y suelen absorberse con facilidad. No es frecuente su absorción por piel o por ingestión.

**Líquidos:** El mayor riesgo se produce por inhalación de sus vapores, que se comportan como gases, y de sus aerosoles. El contacto con la piel puede producir efectos importantes, en especial en zonas delicadas como los ojos.

**Sólidos:** Pueden ser inhalados en forma de polvo o aerosol, pero su penetración profunda en el aparato respiratorio sólo se produce cuando las partículas tienen un tamaño inferior a 5 micras. Es particularmente importante la característica de su posible solubilización en fluidos biológicos (sangre, etc), ya que condiciona el tipo de efecto tóxico.

Ámbito de aplicación:

- Se aplica a las instalaciones de almacenamiento, carga y descarga y trasiego de los líquidos inflamables y combustibles comprendidos en la clasificación establecida en el artículo 4, «Clasificación de productos», con las siguientes excepciones:
- Los almacenamientos con capacidad inferior a 50 l de productos de clase B, 250 l de clase C o 1.000 l de clase D.
- Los almacenamientos integrados dentro de las unidades de proceso, cuya capacidad estará limitada a la necesaria para la continuidad del proceso.
- Las instalaciones en las que se cargan/descargan contenedores cisterna, camiones cisterna o vagones cisterna de líquidos inflamables o combustibles deberán cumplir esta ITC aunque la carga/descarga sea a/de instalaciones de proceso.
- Los almacenamientos regulados por el Reglamento de Instalaciones petrolíferas.



- Los almacenamientos de GLP (gases licuados de petróleo) o GNL (gases naturales licuados) que formen parte de una estación de servicio, de un parque de suministro, de una instalación distribuidora o de una instalación de combustión.
- Los almacenamientos de líquidos en condiciones criogénicas (fuertemente refrigerados).
- Los almacenamientos de sulfuro de carbono.
- Los almacenamientos de peróxidos orgánicos.
- Los almacenamientos de productos cuyo punto de inflamación sea superior a 150 °C.
- Los almacenamientos de productos para los que existan reglamentaciones de seguridad industrial específicas.

#### Medidas preventivas:

Se tendrá en cuenta para el almacenaje, trasiego y operaciones de mantenimiento, lo dispuesto en las instrucciones complementarias ITC MIE-APQ 1 “Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles” e ITC MIE-APQ 7 “Almacenamiento de líquidos tóxicos”.

#### Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Ropa de trabajo
- Guantes de protección frente a agentes químicos
- Calzado de seguridad
- Gafas o pantalla para protección facial
- Mascarilla

### ZANJAS

Véase la NTP: 278 Zanjas. Prevención del desprendimiento de tierras.

#### Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Pantalla facial o gafas de protección cuando sea necesario (en la proyección de partículas).
- Cerramiento con vallas de la zanja.

### ESPACIOS CONFINADOS

No se prevén trabajos confinados, si se realizaran, se elaborará el correspondiente procedimiento previo a su comienzo, que ampliará el plan de seguridad y salud.

### 3.2.3 RELATIVOS AL PROCESO CONSTRUCTIVO

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 3.1.1., más los específicos de su actividad. A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.



## Replanteo y estaquillado

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales y específicos.

Equipos de Protección Individual:

- Ropa de trabajo con protección frente al frío,
- Calzado de protección.

## Acopio y manipulación de materiales

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales. A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:
- Manejo manual de materiales.
- Acopio de materiales, según sus características.
- Manejo / acopio de materiales tóxico / peligrosos.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

## Transporte de materiales y equipos dentro de la obra

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsible los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables. A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:
- Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidas para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.
- Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.



- Se señalarán con placas normalizadas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.
- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

#### Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

#### Excavaciones

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Antes de comenzar los trabajos deberán de tomarse medidas para localizar y eliminar los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.
- Se intentará no trabajar en el interior de las excavaciones, y si se tiene que trabajar en su interior, se entibarán o ataluzarán todas las excavaciones de profundidad igual o superior a 1,3 m (para un terreno estándar) y todas las que se observen en terreno inestable a cualquier profundidad, de manera que se garantice la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo algún trabajo en el interior.
- Se señalarán las excavaciones, como mínimo a 1 m de su borde. No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.
- Las excavaciones en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno, de 90 cm. de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m del borde de la excavación.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasen en 1 m el borde de estas.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta del conductor. Las máquinas excavadoras y camiones sólo serán manejados por personal capacitado, con el



correspondiente permiso de conducir el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.

- Estará totalmente prohibida la presencia de operarios trabajando en planos inclinados de terreno, en lugares con fuertes pendientes o debajo de macizos horizontales.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

### **Movimiento de tierras (terraplenes y rellenos)**

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caídas de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Atropello y colisiones.
- Polvo ambiental.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la caja.
- Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.
- Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 Km/h.
- En caso necesario se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.
- Se seguirán las indicaciones descritas en la NTP 278: Zanjas. Prevención del desprendimiento de tierras. (Ver anexos).

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.





## Trabajos de encofrado y desencofrado

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado. A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:
  - El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
  - No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
  - Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
  - El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
  - Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

## Trabajos con hormigón

La exposición y manipulación del hormigón, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocuación por ambientes húmedos.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

Vertidos mediante canaleta:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.



- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

Vertido mediante cubo con grúa:

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, arnés de seguridad con sistema de anclaje adecuado.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

Hormigonado de pilares y vigas:

- Durante el vertido del hormigón se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles o colocarán más puntales según los casos. En caso de fallo, lo más recomendable, es parar el vertido y no reanudarlo antes de que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Los vibradores eléctricos protegidos con disyuntor y toma a tierra a través del cuadro general.
- El vertido del hormigón y el vibrado, se realizará desde la torreta de hormigonado en caso de pilares y desde andamios construidos para construcción de las vigas.
- Las torretas que se empleen para esta función serán de base cuadrada o rectangular, dispondrán de barandilla y rodapié y entre ambos un listón o barra. Podrán llevar ruedas, pero dotadas de sistema de frenado, y llevarán una escalera sólidamente fijada para acceso. El acceso a la plataforma se cerrará mediante una cadena durante la permanencia sobre la misma.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Gafas de protección.
- Chaleco de alta visibilidad.
- Arnés anticaídas
- Rodilleras
- Botas de goma

### **Montaje de estructuras metálicas y prefabricados**

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.



- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Cortes y golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Vuelco o desplome de piezas prefabricadas.
- Atrapamiento y/o aplastamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos y herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Se señalizarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de cargas / equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se tapanán o protegerán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno o, según los casos, se señalicen adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán al nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos. Si en algún momento tiene que trabajarse en altura se seguirán las medidas de prevención reflejadas para trabajos en altura.
- La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos / estructuras permanecerán arriostadas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la legislación vigente.
- En el caso de desplazamiento de operarios sobre la estructura, se instalarán líneas de vida para anclaje de los arneses anticaída provistos de absorción de energía., y también en aquellos casos en los que el trabajo no se pueda realizar con una plataforma elevadora o no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla.

De cualquier forma dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un plan de seguridad específico al efecto.

#### *Colocación de refuerzos y recrecidos:*

- Durante la ejecución de taladros u otras operaciones, las herramientas estarán amarradas al apoyo por medio de eslingas, al igual que las barras. Estas siempre estarán sujetas al menos por una de sus partes hasta que quede colocada definitivamente.



#### Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Gafas de protección.
- Línea de vida
- Absorbedor de energía
- Arnés anticaídas

#### **Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales**

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Contactos eléctricos.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Vuelco o caída del medio de elevación.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.). Caída o vuelco de los medios de elevación.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo sólo en el momento del acoplamiento.

#### Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Arnés anticaídas, línea de vida y absorbedor de energía.





## **Tendido, tensado, regulado y engrapado de conductores aéreos**

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de tendido o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Cortes y golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Atrapamiento y/o aplastamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos durante el tendido y regulado de conductores.
- Caída de objetos y herramientas sueltas.
- Contactos eléctricos.
- Golpes de equipos, en su izado, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.).
- Golpes por objetos o herramientas desprendidas.
- Exposición a contactos eléctricos debido o bien a la proximidad de elementos en alta tensión lo que puede ocasionar daños por contacto directo.
- Riesgos eléctricos producidos por la inducción del circuito en tensión.
- Descargas atmosféricas.

### **Medios de Protección colectivos.**

- Equipos de puesta a tierra.
- Pértigas para equipos de puesta a tierra.
- Verificador de ausencia de tensión.
- Pértiga para verificador de ausencia de tensión.
- Líneas de vida.
- Elementos para sistema anticaídas.
- Señales de tráfico de prohibición, peligro, obligación, etc.

### **Equipos de Protección Individual.**

- Equipo general de protección
- Ropa para tiempo frío y lluvioso
- Gafas de seguridad antiproyecciones o pantalla facial
- Casco de seguridad con barbuquejo (1 por persona)

- Guantes de cuero (según necesidades)
- Guantes aislantes (según necesidades)
- Dispositivo deslizante anticaídas (1 por persona)
- Arnés anticaídas (1 por persona)

#### *Colocación de poleas y cadenas de aisladores*

-Siempre que sea posible, las cadenas de aisladores se montarán en el suelo. Cuando esto sea posible las poleas se unirán a las cadenas para proceder a colocarlas en las crucetas de los apoyos. Se comprobará, antes de iniciar el ascenso, que están puestos todos los pasadores necesarios y que estos han sido abiertos.

-El personal que realice esta operación debe ser un personal cualificado con experiencia y con aptitudes para realizar trabajos en altura.

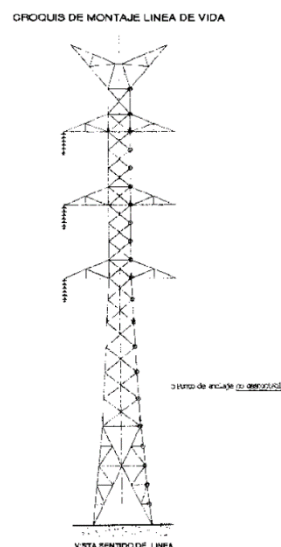
#### *Tendido de conductor:*

Antes de iniciar los trabajos se realizará un estudio del cantón a tender por parte del jefe de obra y del jefe de trabajos para ver el procedimiento de tendido particularizado en cada caso en función de la orografía del terreno y condiciones climáticas puntuales, teniendo en cuenta vientos dominantes en la zona, longitudes de vano, posibilidad de emplazamiento de maquinas etc.

#### *Trabajos en altura en torres:*

Para la realización de trabajos (incluidos ascensos, descensos y desplazamientos) por encima de los 2 m de altura, es obligatorio el uso de la Línea de Seguridad. Para trabajos en altura (a más de 2 metros del suelo), se utilizará:

- Sistema anticaídas ( ver croquis):



-En todos los trabajos en altura, incluyendo ascensos, descensos y desplazamientos, el trabajador estará permanente sujeto. Los operarios subirán a los apoyos por el centro de una cara de línea, si bien previamente se habrá señalizado en la base las patas de la cara por las que se subirá. La cuerda de vida se tratará de colocar lo más centrada posible en esa cara.



-Para el ascenso y descenso de materiales, herramientas, máquinas portátiles, etc. Se realizará mediante cuerdas de servicio y se introducirán en bolsas portaherramientas o se sujetarán sólidamente a las cuerdas. Además se guiarán con cuerdas desde abajo para evitar su balanceo. La cuerda de servicio se colocará por dentro de las celosías del apoyo, por donde se subirán los materiales, o por la cara del circuito que tengamos en descargo

-Se procurará que todas las cuerdas utilizadas estén secas y fuertemente amarradas para evitar que puedan soltarse y tocar los conductores en tensión.

-La línea de vida no se retirará hasta que no estén finalizados todos los trabajos en la torre.

### *Comunicación*

-La comunicación entre los distintos lugares de operaciones se realizará mediante la utilización de radioteléfonos portátiles. Se ha de comprobar previamente el buen funcionamiento a la utilización en la obra.

### *Emplazamiento de las maquinarias de freno y tendido*

-Se buscarán los lugares más idóneos, aquellos que reúnan las siguientes condiciones:

- Han de disponer de buenas salidas para los cables, conductores y pilotos.
- Deben posibilitar que no cargue mucho el apoyo de la línea. (La distancia horizontal entre la maquinaria y el apoyo, ha de ser más de 2 veces la altura del apoyo).
- En casos especiales se atirantarán las crucetas en sentido vertical aunque es recomendable cambiar a otro emplazamiento en caso de cargar mucho el apoyo.
- En la ubicación del freno se ha de tener en cuenta el espacio para las bobinas del conductor, debiendo situar las bobinas para que el cable entre en el freno sin forzar.
- La máquina de freno deberá estar arriostrada.
- Los anclajes para las máquinas de tendido se colocarán en la dirección que marca el enganche de éstas.
- Han de estar previstos los anclajes para los cables una vez hayan sido tendidos.

### *Tendido de conductores*

-Para cada sección de tendido, previamente se realizará un recorrido por el mismo, con el fin de detectar todos los posibles problemas que puedan surgir, y delimitar la situación tanto de la máquina de tiro como la de freno.

-Entre el cable piloto y el conductor a tender, deberá colocarse un dispositivo giratorio para que no se transmita torsión del cable piloto al conductor.

-Para todas las operaciones de retenida de conductores, se utilizarán tractels, pul-lift, ranas adecuadas a cada tipo de conductor.

-Se distribuirá personal por toda la serie o cantón a tender, de tal forma que puedan controlar el posterior avance del cable conductor por los apoyos, detectando cualquier anomalía lo antes posible para que no se produzcan roturas o accidentes. Se dispondrá de un sistema de comunicación con el emplazamiento del cabrestante.

-El freno se irá graduando regularmente hasta que el conductor llegue a un punto ideal de altura.

-Una vez levantado el piloto y habiendo cargado previamente el freno con el cable conductor, se procederá a arriar el freno al mismo tiempo que el cabrestante de tiro se pone en marcha.



-No se deben introducir manos, barras, etc. en las panes móviles de las máquinas en funcionamiento (engranajes, bobinas, tambor de freno, etc.), por el riesgo de atrapamientos o golpes.

-Se mandarán parar las máquinas para subsanar cualquier anomalía que pueda surgir.

-En caso de descarrilamiento de los cables, la maniobra la efectuarán como mínimo dos personas. Durante este trabajo, el que baje a la polea desde la cruceta a colocar bien el cable, no se apoyará en él, pues un leve movimiento del cable le puede producirle atrapamientos.

-Durante la maniobra de volver a encarrilar, tanto el personal del freno como el del cabrestante estarán pendientes y comunicados con el personal que esté efectuando la operación.

#### *Realización de empalmes a compresión*

-La operación de realizar empalmes requiere que previamente se haya bajado el cable hasta el suelo, nunca se empleará como anclaje de los cables árboles u otros objetos naturales.

-La maniobra de aflojar el cable se realizará lentamente, comprobando que en todo momento este bien retenida la fase.

-Los empalmes de los cables se efectuarán siempre en las zonas más favorables. Los empalmes se realizarán con una prensa hidráulica, la cual asegura una presión en el empalme totalmente homogéneo y suficiente según las especificaciones técnicas del suministrador.

-En el caso de que los empalmes queden cerca de un apoyo y se haga muy difícil la ejecución de éstos por el método convencional se puede adoptar el sistema de bajar cables en uno o dos apoyos y entonces hacer las maniobras normales descritas anteriormente.

-Para bajar cables se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Se bajarán los cables por crucetas enteras, es decir, primero un lado de cruceta y después el otro, y así sucesivamente.
- Como la maniobra de bajar cables es larga, se recorren de 15 a 30 mts, según la altura de apoyos, ésta se efectuará con cabrestantes.
- Nunca el reenvío irá desde la punta de la cruceta a tierra, es peligroso, se pondrá una polea de reenvío en el cuerpo de la torre a la altura del piso de la cruceta en que estamos trabajando.

-Para subir cables se actuará de igual modo.

#### *Tensado, Regulado y Engrapado de conductores*

El regulado se efectuará mediante tracción por aparejos y la máquina cabrestante, colocando los conductores en su estado definitivo, mediante una medición de flechas.

-Como medida preventiva se procederá al atirantado de la crucetas en sentido vertical.

-El personal que esté en lo alto de los apoyos, se situará en el centro de éstos mientras se esté regulando.

-Cuando se proceda a marcar los cables el operario lo hará amarrado a la cruceta, tanto si lo realiza desde ella como si tiene que salir al cable.





-El personal de tierra estará pendiente del trabajo que se realiza arriba cuidando de no ponerse debajo de la zona de trabajo. Los equipos de tierra no colocarán máquinas para trabajar en la vertical de los operarios de arriba.

Como se habrán regulado los cables pasado el amarre, en la punta de cruceta él tense estará compensado. Solamente hará falta retener los cables a un lado y otro del apoyo, cortar cables, bajarlos, hacer grapas, enganchar cadenas, subir otra vez y al fin aflojar la retenida. Al cortar los cables se retendrán bien con el fin de que no se escapen o caigan. Si es posible se cortarán en el suelo. Los operarios que salgan a la cadena a preparar la maniobra se atarán a la cruceta.

El engrapado en torres de suspensión se realizará colocándose el operario en una escalera suspendida, para evitar que tenga que posicionarse en el propio cable.

La colocación de antivibradores y separadores se realizará seguidamente de la operación de engrapado, ya que las escaleras deben ser utilizadas para la realización de esta operación. Los operarios estarán además atados a la cruceta cuando bajen a los cables.

### **Colocación de salvapájaros y balizado**

Equipos de trabajo a utilizar en el proceso de colocación de salvapájaros:

- Maquinaria de colocación automática:

Construida para la colocación automática de las balizas diseñadas.

Estas máquinas, normalmente, usan como fuerza motriz energía eléctrica de baterías Ni-Cd, a la tensión nominal de 24 V.CC. que a su vez alimenta el control automático y mando a distancia.

El izado hasta el cable se efectúa con una pluma manual giratoria que se coloca en el apoyo.

-Otros equipos de trabajo:

### **Escaleras de amarre para la colocación de la máquina de colocación:**

Escaleras de mínimo peso, la cual colocada entre el cable y la cúpula de la torre permite desplazarse por la misma para de esta manera salvando la distancia del antivibrador nos permita colocar la máquina y cargar la misma con las balizas según longitud del vano.

**Equipo de protección individual para trabajos en altura:** Todo el personal que realiza trabajos en altura dispone de todos los equipo necesarios según normativa vigente, y en el momento de realizar los trabajos se siguen los procedimiento de la empresa los cuales obligan a usar:

- Arnés antiácida
- Cuerda de posicionamiento
- Doble gancho de posicionamiento con absorbedor
- Línea de vida
- Anticaída para línea de vida.

Procedimiento a seguir en el proceso de trabajo:

1.- Se efectuará el izado de la máquina mediante la cuerda de servicio y polea.

2.- Un vez colocada la escalera y dos trabajadores sobre ella se colocará la máquina sobre el cable en el cual se deben instalar las balizas.



3.- La máquina programada y en funcionamiento se dirige por sí sola al apoyo anterior.

4.- Una vez haya llegado al punto marcado, que en este caso será el apoyo anterior la máquina vuelva balizando el cable de fibra a lo largo de todo el vano.

5.- Una vez balizado el vano correspondiente y a través de los trabajadores ubicados en la escalera de amarre cogerán la máquina para retirarla, y mediante la cuerda de servicio bajarla a suelo.

Equipos de Protección Individual.

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

### 3.2.4 RELATIVOS A LA MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

*MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS:*

**MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL:**

#### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.

#### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.



- Gafas de seguridad (cuando la máquina no disponga de cabina o se realicen tareas de mantenimiento y haya riesgo de salpicadura) .
- Guantes de cuero para evitar quemaduras y salpicaduras en las manos.
- Protección auditiva cuando se prevean niveles de ruido superiores a 80-85 dB.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

### **Medidas preventivas**

#### Factor humano:

- Sólo se permitirá el manejo a aquellas personas que conozcan su funcionamiento y tengan una categoría profesional adecuada.
- El maquinista tendrá buen conocimiento de las zonas de circulación y trabajo (zanjas, cables, limitaciones de altura, etc.).
- Utilizar las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sólo en aquellos para los que han sido diseñadas.
- El maquinista se encontrará en perfecto estado de salud antes de subir a la máquina.
- Estará prohibido circular con cualquier tipo de maquinaria que no disponga de matriculación, por carreteras abiertas al tráfico rodado. Cuando la circulación afecta a viales públicos, las máquinas llevarán en zona visible una luz giratoria, siendo aconsejable llevar encendidas las luces de posición en todo momento.
- La máquina se revisará antes de iniciar los trabajos, para que esté en condiciones de realizar su tarea.
- Se respetarán las cargas admisibles para las que está diseñada la máquina.
- No se realizarán maniobras bruscas ni se frenará de repente.
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas a personal sin la debida preparación y conocimientos de los riesgos a los que puede estar expuesto.
- Cuando abastezca de combustible no lo haga cerca de un punto caliente ni fume.
- No guarde material combustible ni trapos grasientos en la maquina, puede ser el origen de un incendio.
- Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrolitos emiten gases inflamables y se puede producir una explosión.
- Para acceder a la máquina se tomarán las siguientes precauciones:
- Utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, se evitará lesiones por caída.



- Suba y baje de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos; lo hará de forma segura.

- No salte nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para su persona.

#### **Previo** al comienzo de la jornada:

- Realizar los controles y verificaciones previstas en el libro de instrucciones de la máquina.
- Comprobar visualmente el estado de la máquina. Limpiar cristales y espejos para así tener una mejor visión, comprobar que funcionan los dispositivos luminosos.
- Verificar el panel de mandos y el buen funcionamiento de los diversos órganos de las máquinas, así como frenos, dirección, etc.
- Comprobar antes de arrancar que los mandos están en posición neutra. Tocar el claxon.
- Asegurarse del perfecto estado de las señales ópticas y acústicas.

#### Durante el desarrollo de la jornada:

- No subir o bajar del vehículo en marcha.
- No abandonar la máquina cargada, con el motor en marcha ni con la cuchara subida.
- Queda terminantemente prohibido el transportar pasajeros, bien en la cabina o en cualquier otra parte de la máquina.
- Si se detecta cualquier anomalía en la máquina, se parará y se dará parte a su superior. No se reanudará los trabajos hasta que se halla subsanado la avería.
- Cuando abandone la máquina, se parará el motor y se accionará el mecanismo de frenado, incluso se dispondrá de calzos si fuera necesario.
- Se respetarán los límites de velocidad, la señalización en la obra y de carreteras así como las prioridades y prohibiciones fijadas en el Plan de Seguridad.

#### Al final de la jornada:

- Estacionar la máquina en las zonas previstas para ello (en ningún caso a menos de 3 metros del borde de zanjas y vaciados).
- Apoyar el cazo o la cuchara en el suelo.
- Accionar el freno de estacionamiento, dejar en punto muerto los diversos mandos, cortar la llave de la batería y sacar la llave de contacto. Desconectar todos los mecanismos de transmisión y bloquear las partes móviles.
- Cerrar la cabina bajo llave.

#### Factor mecánico:

- Se usará la máquina más adecuada el trabajo a realizar.





- Sólo se usarán máquinas cuyo funcionamiento sea correcto, comprobadas por personal competente.
- Los resguardos y protecciones de partes móviles estarán colocados correctamente. Si se procediera a quitar alguno, se parará la máquina.
- La cabina estará dotada de extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.
- El maquinista deberá ajustar su asiento para que de este modo pueda alcanzar los controles sin dificultad.
- Para evitar el peligro de vuelco ningún vehículo podrá ir sobrecargado, especialmente aquellos que han de circular por caminos sinuosos.
- También se evitará el exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición.
- Los dispositivos de frenado han de encontrarse en perfectas condiciones, para lo cual se realizarán revisiones frecuentes.

#### Factor trabajo:

- Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas.

Tendrán además la suficiente iluminación para los trabajos a realizar.

- Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en donde los trabajos puedan producir polvaredas.
- Delimitar los accesos y recorridos de los vehículos, siendo estos independientes (siempre que se pueda) de los delimitados para el personal a pie.
- Cuando sea obligatorio el tráfico por zonas de trabajo, estas se delimitarán convenientemente y se indicarán los distintos peligros con sus señales indicativas de riesgo correspondientes.
- La distancia del personal a una máquina que esté trabajando en el mismo tajo vendrá determinada por la suma de la distancia de la zona de influencia de la máquina más 5 metros.
- Existirá una separación entre máquinas que estén trabajando en el mismo tajo de al menos 30 metros.
- Las maniobras de marcha atrás se realizarán con visibilidad adecuada. En caso contrario se contará con la ayuda de otra persona que domine la zona. En ambos casos funcionará en la máquina el dispositivo acústico de marcha atrás.
- Los movimientos de máquinas durante la ejecución de trabajos que puedan producir accidentes serán regulados por personal auxiliar.
- Cualquier máquina o vehículo que vaya cargado tendrán preferencia de paso en pista.
- Se establecerá una limitación de velocidad adecuada para cada máquina.
- Para trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas consultar las normas dispuestas para ello.



#### Factor terreno:

- En todo trabajo a realizar con maquinaria de movimiento de tierras se inspeccionarán los tajos a fin de observar posibles desmoronamientos que puedan afectar a las máquinas.
- Para evitar romper en una excavación una conducción enterrada (agua, gas, electricidad, saneamientos, etc.) es imprescindible localizar y señalar de acuerdo con los planos de la zona. Si a pesar de ello se rompe la misma, se interrumpirán los trabajos, se acordonará la zona (si se precisa) y se dará aviso inmediato.
- Si topa con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno u objeto en contacto con este.
- Cuando el suelo esté en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado hacia la pendiente.
- Las pendientes se bajarán siempre con la misma velocidad a la que se sube.
- Se respetarán las distancias al borde del talud, nunca inferiores a 3 metros, debiendo estar señalizado.

### **MAQUINARIA DE TRANSPORTE POR CARRETERA. CAMIONES**

#### **Riesgos**

- Atropellos a terceros
- Vuelcos
- Quemaduras con zonas calientes del motor, etc.
- Proyección de partículas y sustancias nocivas
- Incendios y explosiones
- Caídas al ascender o descender del vehículo

#### **Equipos de protección individual**

- Utilizar guantes protectores durante la sustitución o abastecimiento del aceite lubricante.
- Utilizar calzado de seguridad.
- Usar gafas y guantes de seguridad cuando se manipule aceites, líquidos refrigerantes, ácidos o cualquier sustancia perjudicial para la salud
- Utilice el equipo de protección personal requerido para la zona donde esté, si así se requiere (chaleco reflectante, casco, etc).

#### **Medidas preventivas**

- Cerciorarse, a la hora de realizar una maniobra, que no hay nadie alrededor del vehículo y mirar atentamente por los espejos.



- Tener los elementos del vehículo en buen estado, especialmente los espejos y cristales limpios.
- Suba y baje del vehículo por los lugares indicados para ello
- Respete las normas de tráfico y la señalización de obra.
- La lubricación, conservación y reparación de este vehículo puede ser peligrosa si no se hace de acuerdo con las especificaciones del fabricante. No realizar estas operaciones con el motor caliente y limpiar sus derrames.
- Exija que su vehículo sea cargado correctamente, las cargas deben ser estables y estar lo mas centradas posible.
- Verificar los niveles de aceite hidráulico, de la transmisión, sistema de frenos, dirección y volquete y comprobar que no haya ninguna fuga.

### **MAQUINAS EXCAVADORAS:**

#### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.

#### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Protección auditiva.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.



- chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

### **Medidas preventivas**

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.
- Cuando los productos de la excavación se carguen directamente sobre el camión no se pasará la cuchara por encima del mismo.
- Como norma general se circulará marcha adelante y con la cuchara bajada. No se circulará en punto muerto.
- No se empleará el brazo como grúa.
- No se abandonará la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.
- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo tocando casi el suelo.
- Cuidado con las pendientes de trabajo, no se superará el 20% para terrenos húmedos ni el 30% para terrenos secos pero deslizantes.

### **GRÚA AUTOPROPULSADA**

#### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas y por enganche o estribado deficiente de la carga).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas (golpe por la carga durante la maniobra o por rotura del cable).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).
- Contactos térmicos (por contacto con partes metálicas calientes).
- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).





- Exposición a agente físico: ruido.

### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

### **Medidas preventivas**

#### Formación y condiciones del operador

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor (se estará en posesión de las acreditaciones exigidas por la legislación vigente).
- No operar la grúa si el operario no está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

#### Comprobaciones previas (precauciones)

- La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina.
- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%, se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

#### Emplazamiento

- Antes de la colocación de la grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:
  - Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
  - Cuando la grúa se encuentre con los gatos estabilizadores en posición de trabajo, los neumáticos del camión no deben estar en contacto con el suelo
  - Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

#### Estabilidad

- En la proximidad a taludes, zanjas, etc. no se permitirá ubicar la grúa sin permiso del Responsable de la Obra que indicará las distancias de seguridad a la misma y tomará medidas



de refuerzo y entibación que fuesen precisas. En general no se permitirá la colocación a menos de 2 m del borde del talud.

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos y asegúrese que el terreno está suficientemente bien compactado.
- Estabilizadores (apoyos telescópicos). Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aún cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.

### **Posicionamiento correcto**

- Los estabilizadores se apoyarán sobre tablonés o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
  - Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
  - Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
  - No desplazar la carga por encima del personal.
  - Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

### **Peso de la carga**

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

### **Medios de protección**

- El gancho de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

### **Choque contra objetos**

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

### **Precauciones durante el izado**

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.



- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa, para lo cual previamente se habrá señalizada y acotada esta zona.
- No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

#### Condiciones sobre la carga izada

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operario se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

#### Señalista

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el código de señales definido por la norma UNE-003, los cuales deberán conocer perfectamente.
- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

#### Señalización

- Si fuese necesario ocupar transitoriamente la acera se canalizará el tránsito de los peatones por el exterior de la misma, con protección de vallas metálicas de separación de áreas.

- Se acotarán a nivel de terreno las zonas que se vean afectadas por los trabajos, para evitar el paso o permanencia del tránsito de peatones o de otros operarios en la zona, ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas.

#### Distancias de seguridad

En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que las indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica:

Tensión nominal instalación (kV)

Distancia mínima

Tensión nominal instalación (kV)	Distancia mínima Dprox-2 (m)
< 66	3
66 < Vn < 220	5
Vn > 220	7

Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al Responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

#### **Contacto** eléctrico con línea eléctrica aérea

En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

- Permanecerá en la cabina y maniobrá haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo.

Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.



## **CAMION AUTOCARGANTE**

### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Golpes por caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas, por enganche o estribado deficiente de la carga o por desestabilización del camión sobre sus calzos).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).
- Contactos térmicos.
- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).
- Exposición a agente físico: ruido.

### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

### **Medidas preventivas**

#### **Formación y condiciones del operador**

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor (se estará en posesión de las acreditaciones exigidas por la legislación vigente).
- No operar el camión si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.



### Comprobaciones previas (precauciones)

- La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los sistemas hidráulicos de la pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

### Emplazamiento

- Antes de la colocación de la grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta que deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
- Cuando la grúa se encuentre con los gatos estabilizadores en posición de trabajo, los neumáticos del camión no deben estar en contacto con el suelo
- Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

### Estabilidad

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos o en proximidad a taludes y excavaciones. La distancia mínima al borde de una excavación será de 2 m.
- Estabilizadores (apoyos telescópicos). Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma siempre, deberán apoyarse en terreno firme. Los estabilizadores se apoyarán sobre tablonos o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
  - Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
  - Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
  - No desplazar la carga por encima del personal.
  - Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

### Peso de la carga

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.



### Medios de protección

- El gancho de la grúa estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

### Choque contra objetos

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

### Precauciones durante el izado

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar o dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

### Condiciones sobre la carga izada

- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operador se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale. Emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el código de señales definido por la norma UNE-003.

### Señalista

- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

## Señalización

- Si fuese necesario ocupar transitoriamente la acera se canalizará el tránsito de los peatones por el exterior de la misma, con protección de vallas metálicas de separación de áreas.
- Se acotarán a nivel de terreno las zonas que se vean afectadas por los trabajos, para evitar el paso o permanencia del tránsito de peatones o de otros operarios en la zona, ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas.

## Distancias de seguridad

En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que las indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica:

Tensión nominal instalación (kV)

Distancia mínima

Tensión nominal instalación (kV)	Distancia mínima Dprox-2 (m)
< 66	3
66 < Vn < 220	5
Vn > 220	7

Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al Responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

## Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

- Permanecerá en la cabina y maniobrá haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.





- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo.

**Procurará** caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

## **CAMIÓN HORMIGONERA**

### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con elementos móviles (por manejo canaleta).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos (durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agente físico: ruido.

### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos y contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).



## Medidas preventivas

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- El ascenso y descenso al camión hormigonera se realizará frontalmente al mismo, haciendo uso de los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, evitando el ascenso a través de las llantas y el descenso mediante saltos.

### Vuelco de la máquina

Se evitará que las zonas de acceso o circulación de los camiones se haga por rampas que superen una pendiente de 20% (como norma general), en prevención de atoramientos o vuelco de los camiones hormigoneras.

### Operación de vertido

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.
- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidas por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Durante las operaciones de vertido se calzarán todas las ruedas, con el fin de evitar deslizamientos o movimientos por fallo de los frenos.

### Atrapamientos

- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de propagación.
- Una vez que acabe el hormigonado se recogerá la canaleta hasta la posición de lavado del camión hormigonera para evitar movimientos incontrolados.

### Mantenimiento

- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares previamente indicados, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas a otros tajos.
- El mantenimiento y las intervenciones en el motor se realizarán por personal formado para dichos trabajos previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendio por líquidos inflamables o atrapamientos por manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.

### Riesgo eléctrico

Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.



## **CAMIÓN BASCULANTE**

### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

### **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

### **Medidas preventivas**

Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.

#### **Formación**

El personal encargado del manejo de esta máquina será especialista y estará en posesión del preceptivo carnet de conducir.

#### **Carga de la caja**

Las cajas de camiones se irán cargando de forma uniforme y compensando las cargas para no sobrecargar por zonas.

Una vez llegado al como de la caja, si se trata de materiales sueltos, se procederá a su tapado mediante lona o red para evitar su caída o derrame durante su transporte. Durante las



operaciones de carga permanecerá dentro de la cabina (si tiene visera de protección) o alejado del área de trabajo de la máquina cargadora.

#### Actuaciones seguras

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial así como la señalización de la obra.
- Si se agarrota el freno evite colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suavemente posible o bien introduzca en terreno blando.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

#### Vuelco de la maquinaria

- En la aproximación al borde de la zona de vertido, tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose que dispone de un tope limitador sobre el suelo siempre que se estime oportuno.
- Cuando se descargue material en las proximidades de una zanja se aproximará a una distancia máxima de 1 metro garantizando ésta mediante topes.

#### Contacto eléctrico

Para prevenir el contacto de la caja de camión en el momento de bascular, se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

#### Mantenimiento

- Cualquier operación de revisión con el basculante levantado se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

#### **DUMPER AUTOVOLQUETE:**

##### **Riesgos**

- Caída de personas al mismo y distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.





- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.

### **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón antivibratorio.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

### **Medidas preventivas**

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- No se permitirá el acceso ni la conducción del dúmper o autovolquete sin la debida autorización.
- No se sobrecargará la caja ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. El dúmper elegido debe ser el apropiado al volumen de tierras a mover.
- En ningún caso se llenará el cubilete hasta un nivel en que la carga dificulte la visibilidad del conductor.
- Asegúrese siempre de tener una perfecta visibilidad frontal, evitará accidentes. Los dúmper se deben conducir mirando al frente, evite que la carga le haga conducir con el cuerpo inclinado mirando por los laterales de la máquina.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación del dúmper al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
- Asimismo estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- Antes de emprender la marcha el basculante deberá estar bajado.
- Al circular cuesta abajo debe estar metida una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto.



- La velocidad máxima de circulación en obra será de 20 km/h (deberá existir por ello la pertinente señal en obra).
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.
- El conductor deberá utilizar cinturón antivibratorio.

### **CARGADORES Y EXCAVADORAS COMPACTOS (BOB-CAT):**

#### **Riesgos**

- Caída de personas al mismo y distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.

#### **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

#### **Medidas preventivas**

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- No se permitirá el acceso ni la conducción de la máquina "bob-cat" sin la debida autorización.



- No se sobrecargará la pala ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. La máquina y sus accesorios elegidos deben ser apropiados a la operación a realizar.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación de la máquina al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad. Asimismo estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.

## **MÁQUINA DE EXCAVACIÓN CON MARTILLO HIDRÁULICO**

### **Riesgos**

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos y golpes por máquinas o accesorios de máquinas
- Sobreesfuerzos.
- Contacto con sustancias nocivas
- Golpe o explosión por rotura de las conducciones que llevan el fluido (aceite, aire comprimido)

### **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra sustancias nocivas.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).



### **Medidas preventivas**

- No lleve ropas sueltas, brazaletes, cadenas, cabellos largos no recogidos....
- Haga todas las operaciones de limpieza y mantenimiento con la herramienta desconectada de su fuente de alimentación.
- Compruebe que la instalación neumática o hidráulica de la máquina es la adecuada
- Esta herramienta únicamente debe ser utilizada por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada.
- Las rejillas y chapas de protección que evitan el contacto con piezas móviles deben permanecer en su sitio, bien ajustadas.
- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Excavadoras".

### **COMPACTADORES DE TAMBOR LISO**

#### **Riesgos**

- Caída de personas al mismo nivel.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Atrapamientos, golpes y cortaduras por accesorios de máquinas y elementos móviles.
- Vibraciones.
- Quemaduras por contacto con fluidos a alta temperatura.
- Contacto con sustancias nocivas
- Incendios por fallo eléctrico y/o combustión de líquidos inflamables
- Explosiones por rotura de las conducciones que llevan el fluido (aceite, aire comprimido)

#### **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad frente a contacto de líquidos nocivos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad o con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

### **Medidas preventivas**

- No lleve ropas sueltas, brazaletes, cadenas, cabellos largos no recogidos....
- Haga todas las operaciones de limpieza y mantenimiento con la herramienta desconectada de su fuente de alimentación.





- Compruebe que la instalación neumática o hidráulica de la máquina es la adecuada
- Esta herramienta únicamente debe ser utilizada por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada.
- Las rejillas y chapas de protección que evitan el contacto con piezas móviles deben permanecer en su sitio, bien ajustadas.
- Seguir las normas establecidas por el fabricante para el funcionamiento y mantenimiento de la máquina

## MÁQUINAS HERRAMIENTAS

### MÁQUINAS HERRAMIENTAS EN GENERAL:

#### Riesgos

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Riesgo eléctrico.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Explosiones por trasiego de instrumentos.

#### Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

#### Medidas preventivas

- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.



- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar operaciones o manipulaciones en la máquina accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc., se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante "montacorreas" (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etc., para el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente, estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de una malla metálica, que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería, que no respondan a todas las órdenes recibidas como se desea, pero si a algunas, se paralizarán inmediatamente quedando señalizadas mediante una señal de peligro con la leyenda: "NO CONECTAR, EQUIPO (O MÁQUINA) AVERIADO", retirando la manguera de alimentación, y si los lleva quitando los fusibles o contadores.
- Los letreros con leyendas de "MÁQUINA AVERIADA", "MÁQUINA FUERA DE SERVICIO", etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Toda maquinaria a emplear en esta obra dispondrá de los medios de protección (en todos los sentidos) originales de fábrica. Aquella máquina que por su antigüedad o por cualquier otra razón no disponga de los medios de protección exigibles según Normativa, Plan de Seguridad y Salud o del Responsable de Proyecto (Dirección Facultativa), será rechazado.
- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de obra.
- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes, inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidos mediante carcasas antideflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- El transporte aéreo mediante grúa de las máquinas-herramienta (mesa de sierra, tronadora, dobladora, etc.) se realizará ubicándola flejada en el interior de una batea emplintada resistente, para evitar el riesgo de caída de la carga.
- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.



- Siempre que no sea posible lo indicado en el punto anterior, las máquinas-herramienta con producción de polvo se utilizarán a sotavento, para evitar el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.
- Las máquinas herramientas de alta sonoridad (ruidosas) se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 metros (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico (compresores, grupos electrógenos, etc.).
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos.
- Se prohíbe el uso de máquinas herramientas el personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas herramientas, se instalarán de forma aérea. Se señalarán mediante cuerdas de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riesgos de tropiezo o corte del circuito de presión.

## **CABRESTANTES DE IZADO Y DE TENDIDO**

### **Riesgos**

- Vuelco.
- Atrapamiento de extremidades con partes móviles.
- Quemaduras.

### **Protecciones personales:**

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de protección.

### **Protecciones colectivas:**

- Toma de tierra.

### **Medidas preventivas**

- Situar el cabrestante correctamente buscando una buena salida de los cables y respetando la distancia horizontal entre la máquina y el apoyo, que debe ser mayor a dos veces la altura de este.
- Nivelar correctamente la máquina y bajar las patas traseras y delanteras hasta la suspensión de la misma. El anclaje de la máquina se realizará con estrobos sujetos a los ojales posteriores de esta.



- La máquina se conectará a un electrodo de puesta a tierra.
- No se repostará combustible con la máquina en funcionamiento.
- Mientras la máquina está en marcha, queda prohibido tocar las partes móviles de esta, y se evitará acercarse a ella con ropas anchas o sueltas.
- No arrancar la máquina en lugares cerrados o poco ventilados.
- No tocar el escape de la máquina ni las partes cercanas al mismo.

## **MÁQUINA DE COMPRESIÓN**

### **Riesgos:**

- Atrapamiento de extremidades
- Proyección de objetos.
- Golpes.

### **Protecciones personales:**

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de trabajo.

### **Medidas preventivas**

- No superar nunca los valores especificados de presión o fuerza del equipo.
- La presión hidráulica no se aplicará a través de mangueras retorcidas.
- La bomba no se arrancará a no ser que la válvula esté en posición neutra.
- Se proporcionará apoyo firme a la bomba y cabeza de la prensa.
- No se repostará combustible con la máquina en funcionamiento.
- No arrancar la máquina en lugares cerrados o poco ventilados.
- No tocar el escape de la máquina ni las partes cercanas al mismo.
- No tocar la cabeza de la prensa mientras esté operando.
- Asegurar que se ha cerrado convenientemente la cabeza antes de comenzar la compresión.
- No transportar el equipo sosteniéndolo por las mangueras.



## COMPRESOR

### Riesgos

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Choque contra objetos móviles (caída de máquina por terraplén).
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (emanación de gases tóxicos por escape del motor).
- Contactos térmicos.
- Incendio o explosiones.

### Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos (para realizar las maniobras de arranque y parada).
- Guantes de goma o PVC.

### Medidas preventivas

- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se mantendrá a una distancia mayor de 2 metros del borde de coronación de cortes y taludes (para evitar el desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga).
- El compresor se situará en terreno horizontal, con sus ruedas calzadas y con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Con el fin de evitar atrapamientos por órganos móviles, quemaduras e incluso disminuir los niveles de ruido, las carcasas deberán permanecer siempre cerradas.
- Es preferible el uso de compresores con bajo nivel de sonoridad, advirtiendo en caso contrario el alto nivel sonoro en la zona alrededor del compresor.
- Se procurará que los trabajadores permanezcan alejados a unos 15 metros de distancia del compresor, evitando así los riesgos producidos por el ruido.



- Las mangueras se protegerán de las agresiones, distribuyéndose evitando zona de pasos de vehículos. Si se distribuyen verticalmente se sostendrán sobre soportes tipo catenarias o cables.
- Se procederá periódicamente a la revisión de elementos del compresor tales como mangueras, carcasas, bridas de conexión y empalme, etc. para evitar un desgaste o deterioro excesivo, procediendo a la sustitución en caso necesario.

## **MARTILLO NEUMÁTICO**

### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzo.
- Exposición a temperatura ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión o proyecciones de aire comprimidos al efectuar conexiones.

### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas para proyección de partículas.
- Cinturón lumbar antivibraciones.
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).



## Medidas preventivas

- Previamente al comienzo de los trabajos se deberá tener conocimiento del trazado de conducciones enterradas (gas, electricidad, agua, etc.) y solicitar el corte de suministro de la compañía en caso necesario.
- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se revisará con periódicamente el estado de las mangueras de presión y compresores, así como los empalmes efectuados en dichas mangueras.
- Las mangueras se distribuirán por zonas donde no haya tránsito de vehículos, protegiéndose de posibles agresiones mecánicas.
- En aquellas situaciones donde exista riesgo de caída de altura, se procurará una protección colectiva (barandilla, etc.) y en el caso de que no sea posible se recurrirá al uso de arnés de seguridad (anticaídas o sujeción) y se dispondrá de los puntos fuertes adecuados para el amarre de los mismos.
- Manejar el martillo agarrado a la cintura-pecho. En ocasiones puede emplearse un caballete de apoyo para trabajos en horizontal.
- No se hará palanca con el martillo en marcha.

## GRUPOS ELECTRÓGENOS

### Riesgos

- Choque contra objetos inmóviles.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendio.
- Ruido.
- Sobreesfuerzo.

### Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos



- Guantes
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

### **Medidas preventivas**

- Los equipos estarán situados en lugares ventilados, alejados de los puestos de trabajo (dado el ruido) y, en cualquier caso, alejados de bocas de pozos, túneles y similares.
- Se asentará sobre superficies planas y niveladas y si dispone de ruedas estas se calzarán.
- Todos los órganos de transmisión (poleas, correas,...) estarán cubiertos con resguardos fijos o móviles.
- Los bordes de conexión estarán protegidos ante posibles contactos directos.
- Se dispondrá de extintor de polvo químico o CO2 cerca del equipo.
- El grupo electrógeno deberá contar con un cuadro eléctrico que disponga de protección diferencial y magnetotérmica frente a las corrientes de defecto y contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Los cuadros eléctricos a los que alimenta el generador contarán con diferenciales y magnetotérmicos en caja normalizada, puesta a tierra de las masas metálicas, señal indicativa de riesgo eléctrico e imposibilidad de acceso de partes en tensión.
- Las conexiones se realizarán correctamente, mediante las preceptivas clavijas.
- La conexión a tierra se realizará mediante picas de cobre. La resistencia del terreno será la adecuada para la sensibilidad de los diferenciales, recomendándose de forma genérica que no sea superior a los 20 .
- Cada vez que se utilice o cambie de situación y diariamente se comprobará que existe una correcta puesta a tierra de las masas.

### **EQUIPO DE SOLDADURA OXIACETILÉNICA Y OXICORTE**

#### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos (en manipulación de botellas).
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
- Proyecciones de fragmentos o partículas.





- Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
- Incendio y/o explosión (durante los procesos de encendido y apagado, por uso incorrecto del soplete, por montaje incorrecto o encontrarse en mal estado, por retorno de llama, por fugas o sobrecalentamientos incontrolados de las botellas de gases).
- Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

### **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

### **Medidas preventivas**

#### Normas generales

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recintos que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías, etc., o para ventilar una estancia, pues el exceso de oxígeno incrementa el riesgo de incendio.
- Los grifos y manorreductores de las botellas de oxígeno deben estar siempre limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo. Las grasas pueden inflamarse espontáneamente por acción del oxígeno.
- Si una botella de acetileno se calienta por cualquier motivo, puede explosionar; cuando se detecta esta circunstancia se debe cerrar el grifo y enfriarla con agua, si es preciso durante horas.



- Si se incendia el grifo de una botella de acetileno, se tratará de cerrarlo y si no se consigue, se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo.
- Después de un retroceso de llama o de un incendio del grifo de una botella de acetileno, debe comprobarse que la botella no se calienta sola.

#### Uso de equipos de protección

- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.
- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.
- Las proyecciones de partículas de metal fundido, pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

#### Normas de utilización de botellas

- Las botellas deben estar perfectamente identificadas en todo momento, en caso contrario deben utilizarse y devolverse al proveedor.
- Todos los equipos, canalizaciones y accesorios deben ser los adecuados a la presión y gas a utilizar.
- Las botellas de acetileno llenas se deben mantener en posición vertical, al menos 12 horas antes de ser utilizadas. En caso de tener que tumbarlas, se debe mantener el grifo con el orificio de salida hacia arriba, pero en ningún caso a menos de 50 cm del suelo.
- Los grifos de las botellas de oxígeno y acetileno deben situarse de forma que sus bocas de salida apunten en sentidos opuestas.
- Las botellas en servicio deben estar libres de objetos que las cubran total o parcialmente.
- Las botellas deben estar a una distancia entre 5 y 10 m de la zona de trabajo.
- Antes de empezar una botella comprobar que el manómetro marca “cero” con el grifo cerrado.
- Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzar la botella, se debe devolver al suministrador marcando convenientemente la deficiencia detectada.
- Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando con la mayor brevedad.
- Colocar el manorreductor con el grifo de expansión totalmente abierto, después de colocarlo se debe comprobar que no existen fugas utilizando agua jabonosa, pero nunca con llama. Si se detectan fugas se debe proceder a su reparación inmediatamente.
- Abrir el grifo de la botella lentamente, en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.
- Las botellas no deben comunicarse completamente pues podría entrar aire. Se debe conservar siempre una ligera sobre presión en su interior.



- Cerrar los grifos de las botellas después de cada sesión de trabajo. Después de cerrar el grifo de la botella se debe descargar siempre el manorreductor, las mangueras y el soplete.
- La llave de cierre debe estar sujeta a cada botella en servicio, para cerrarla en caso de incendio. Un buen sistema es atarla al manorreductor.
- Las averías en los grifos de las botellas deben ser solucionadas por el suministrador, evitando en todo caso él desmontarlos.
- No sustituir las juntas de fibra por otras de goma o cuero.
- Si como consecuencia de estar sometidas a bajas temperaturas se huela el manorreductor de alguna botella utilizar paños de agua caliente para deshelas.

### Mangueras

- Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.
- Las mangueras deben conectarse a las botellas correctamente sabiendo que las de oxígeno son rojas y las de acetileno negras, teniendo estas últimas un diámetro mayor que las primeras.
- Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos o caigan sobre ellas chispas procurando que no formen bucles.
- 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.
- Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe comprobar que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando, por ejemplo, agua jabonosa. Nunca se utilizará una llama para efectuar la comprobación.
- No se deberá trabajar con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las piernas.
- Las mangueras no deben dejarse enrolladas sobre las ojivas de las botellas.
- Después de un retorno accidental de llama, se deben desmontar las mangueras y comprobar que no han sufridos daños. En caso afirmativo se deben sustituir por unas nuevas desechando las deterioradas.

### Soplete

- El soplete debe manejarse con cuidado y en ningún caso se golpeará con él.
- En la operación de encendido debería seguirse la siguiente secuencia de actuación:
- Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.
- Abrir la válvula del soplete correspondiente al acetileno de  $\frac{3}{4}$  de vuelta.
- Encender la mezcla con un encendedor o llama piloto.
- Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.
- Acabar de abrir el oxígeno según necesidades.



- Verificar el manorreductor.
- En la operación de apagado debería cerrarse primero la válvula de acetileno y después la del oxígeno.
- No colgar nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- No depositar los sopletes conectados a las botellas en recipientes cerrados.
- La reparación de los sopletes la deben realizar técnicos especializados.
- Limpiar periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de llama. Para limpiar las toberas se puede utilizar una aguja de latón.
- Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y proceder a su reparación. Hay que tener en cuenta que fugas de oxígeno en locales cerrados pueden ser muy peligrosas.

#### Retorno de llama

- En caso de retorno de llama se deben seguir los siguientes pasos:
- Cerrar la llave de paso del oxígeno interrumpiendo la alimentación a la llama interna.
- Cerrar la llave de paso del acetileno y después las llaves de alimentación de ambas botellas.
- En ningún caso se deben doblar las mangueras para interrumpir el paso del gas.
- Efectuar las comprobaciones pertinentes para averiguar las causas y proceder a solucionarlas.

#### Exposición a radiaciones

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto del personal.
- Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura oxiacetilénica pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuadas al tipo de radiaciones emitidas.
- Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
- Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.
- Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.

#### Exposición a humos y gases

- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.





- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.

- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

#### Mantenimiento

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.

### **EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA**

#### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
- Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

#### **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)



- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

### **Uso de equipos de protección**

#### Exposición a partículas incandescentes

- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.

#### Exposición a radiaciones

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto del personal.
- Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuadas al tipo de radiaciones emitidas.
- Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
- Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.
- Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.

#### Exposición a humos y gases

- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.
- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.
- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

#### Mantenimiento

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.



## Medidas preventivas

### Riesgo eléctrico

- Obligatoriamente esta máquina estará protegida contra los contactos eléctricos indirectos por un dispositivo diferencial y puesta a tierra, además para el circuito secundario se dispondrá de limitador de tensión en vacío.
- Se revisarán periódicamente los revestimientos de las mangueras eléctricas de alimentación de la máquina, aislamiento de los bornes de conexión, aislamiento de la pinza y sus cables.

### Incendios y explosiones

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.

## RADIALES Y ESMERILADORAS

### Riesgos

- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (rotura del disco).
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.

### Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones o pantallas faciales.
- Guantes de cuero.
- Mandiles de trabajo (según trabajos).



## Medidas preventivas

- Sólo se permitirá su uso a personas autorizadas, con conocimientos sobre sus riesgos, medidas preventivas y con habilidades para su manejo con seguridad.
- Sólo se utilizarán radiales con el interruptor del tipo “hombre muerto”.
- La presión que se ejerza con el disco no será excesiva ni lo apretará lateralmente contra las piezas ya que la sobrepresión puede originar la rotura del disco o calentamiento excesivo de la herramienta.

## Revisiones previas

- Diariamente, antes de utilizar la radial se debe inspeccionar el estado de la herramienta, cables, enchufe, carcasa, protección, disco; a fin de verificar deterioro en aislamiento, ajuste de las piezas, roturas, grietas o defectos superficiales en disco, etc. Repare o notifique los daños observados.
- El resguardo del disco debe estar puesto y firmemente ajustado, de modo que proteja en todo momento al operario que la utiliza de la proyección de fragmentos en caso de rotura accidental del disco.
- Verifique que el disco no se emplee a una velocidad mayor que la recomendada por el fabricante, ni que se ha colocado un disco de mayor diámetro, ya que pueden saltar trozos de disco al aumentar considerablemente la velocidad periférica del disco.
- Verifique la perfecta colocación de tuercas o platos fija-discos en la máquina, que es importante para el funcionamiento correcto y seguro del disco, así como el perfecto equilibrado del disco.

## Cambio del disco

- Se seleccionará el disco correspondiente con el material a cortar o desbarbar.
- Antes de cambiar un disco, inspeccione minuciosamente el disco a instalar para detectar posibles daños, y practique una prueba de sonido, con un ligero golpe seco utilizando un instrumento no metálico. Si el disco está estable y sin daños, dará un tono metálico limpio (“ring”), de lo contrario, si el sonido es corto, seco o quebrado, el disco no deberá utilizarse.
- No utilizar un disco con fecha de fabricación superior al año y medio, aunque su aspecto exterior sea bueno; este factor y la humedad pueden ser motivo de rotura del disco en condiciones de trabajo normales.
- Todos los discos nuevos deben girar a la velocidad de trabajo y con el protector puesto al menos durante un minuto antes de aplicarle trabajo y sin que haya nadie en línea con la abertura del protector.
- Utilizar gafas de seguridad y poner pantallas que protejan a compañeros de las proyecciones durante el uso de la radial.

## Desconexión

- Desconecte la herramienta (desenchufándola) al inspeccionarla, cambiar el disco o realizar algún ajuste.
- Para depositar la máquina será necesario que el disco se encuentre completamente parado.



## TALADRADORAS DE MANO

### Riesgos

- Atrapamientos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Proyecciones por rotura de broca.
- Contacto eléctrico.

### Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

### Medidas preventivas

- Se seleccionará la broca adecuada para el material a perforar, así como el diámetro correspondiente al orificio deseado.
- Se evitará tratar de agrandar los orificios realizando movimientos circulares ya que la broca se puede partir.
- El taladro deberá sujetarse firmemente pero no se deberá presionar en exceso ya que se puede llegar a partir la broca.
- Para taladrar piezas pequeñas se deberán sujetar previamente y de forma firme las mismas empleando, si fuese necesario, mordazas.
- Para cambiar las obras se empleará la llave que acompaña al equipo, debiéndose desconectar previamente de la red.
- En los momentos en los que no se usa deberá colocarse en lugar seguro y asegurándose de la total detención del giro de la broca.

### Riesgo eléctrico

- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- El cable de alimentación estará en buen estado.

### Uso de Equipo de Protección Individual

- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.



## **COMPACTADORES DE PATA DE CABRA**

### **Riesgos**

- Golpes y atrapamientos por vuelco de la máquina
- Ruidos y vibraciones
- Atrapamientos por o entre objetos
- Partículas proyectadas
- Contactos térmicos y eléctricos
- Inhalación, ingestión y contactos con sustancias tóxicas
- Explosiones e incendios

### **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

### **Medidas preventivas**

- Asegurarse de que no existen objetos depositados y que no haya nadie en el radio de acción de la máquina.
- No abrir la tapa de los distintos circuitos con el motor en funcionamiento ni caliente
- No situar la máquina cerca de bordes de zanjas y excavaciones
- Evitar usar teléfonos o fuentes de ignición al repostar o realizar tareas de mantenimiento

## **HERRAMIENTAS MANUALES**

### **HERRAMIENTAS MANUALES EN GENERAL**

#### **Riesgos**

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos musculoesqueléticos.



## Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

## Medidas preventivas generales

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
- Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.

### Características generales que se deben cumplir

- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización. La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.
- Efectuar un mantenimiento de las herramientas manuales realizándose una revisión periódica, por parte de personal especializado, del buen estado, desgaste, daños, etc.
- Además, este personal se encargará del tratamiento térmico, afilado y reparación de las herramientas que lo precisen. Retirar de uso las que no estén correctamente. Instrucciones generales para su manejo
- Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
- Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico, diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice, con esquinas y bordes redondeados.
- Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración.



- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

### **Medidas preventivas específicas**

#### Cinceles y punzones

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
- Se transportarán guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

#### Martillos

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza.
- No se intentarán componer los mangos rajados.
- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna.
- No se aflojarán tuercas con el martillo.
- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.
- No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
- Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.
- En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliéster.

#### Alicates

- Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.
- No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
- Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar.
- Se evitará su uso como martillo.





## Destornilladores

- Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos.
- Las caras estarán siempre bien amoladas.
- Hoja y cabeza estarán bien sujetas.
- No se girará el vástago con alicates.
- El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo.
- No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.
- Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.

## Limas

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

## Llaves

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillar, remachar o como palanca.
- Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.
- No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
- Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca.
- Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

## HERRAMIENTAS DE IZADO

### Riesgos

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.



- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Riesgo eléctrico.
- Atrapamientos.
- Vuelco de recipiente que contiene la carga.

### **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.
- Cinturón antilumbago.
- Arnés anticaídas para trabajos en altura.

### **Medidas preventivas**

- Las piezas serán de buena construcción, material sólido y de resistencia adecuada.
- No debería tirarse de las cadenas, cables o cuerdas que estén aprisionadas debajo de una carga, ni se harán rodar cargas sobre ellas.
- No se dejarán a la intemperie más que el tiempo necesario de trabajo para evitar su deterioro y pérdida de características mecánicas.
- Debería indicarse en lugar visible la carga máxima útil admisible.
- Las cargas deberían ser levantadas, bajadas y trasladadas lentamente.
- Resulta práctico hacer una señal en la cuerda o cable que indique el punto máximo de descenso de la carga.
- Los tornillos empleados en la fabricación de estos aparatos deberían tener rosca de largo suficiente para permitir apretarlos en caso de necesidad.
- Aquellos que se empleen para fijar los mecanismos estarán provistos de contratuerca eficaz o arandela elástica. Los frenos instalados deberían ser capaces de resistir vez y media la carga máxima a manipular.
- Debería existir un código de señales que fuera conocido por todos los operarios que intervengan en trabajos relacionados con el izado y arrastre de cargas.
- Todos los ganchos estarán provistos de pestillo de seguridad eficaz que se revisará periódicamente.

- Todos los engranajes, ejes y mecanismos en general de los distintos aparatos deberán mantenerse lubricados y limpios.
- Todas las piezas sometidas a desgaste deberían ser observadas periódicamente.
- Los aparatos deben ser conservados en perfecto estado y orden de trabajo.
- Los aparatos deberían ser inspeccionados en su posición de trabajo al menos una vez por semana por el operario u otra persona competente.
- Los cables, cadenas, cuerdas, ganchos, etc., deberían examinarse cada día que se utilicen por el operario o personal designado. Se recomienda una inspección completa cada tres meses con expedición de certificado.
- Los brazos del trabajador se extenderán alternativamente lo más posible cuando tiren del elemento de tracción.
- El elemento de tracción no se enrollará en la mano, sino que se asirá fuertemente.
- Los pies asentarán sobre base sólida, separados o uno adelantado al otro, según el caso.
- La espalda se mantendrá siempre recta.
- Se prohibirá terminantemente situarse bajo la carga suspendida.

### Eslingas

- Deberá ser adecuada a la carga y a los esfuerzos que ha de soportar.
- En ningún caso deberá superarse la carga de trabajo de la eslinga, debiéndose conocer, por tanto, el peso de las cargas a elevar. Para cuando se desconozca, el peso de una carga se podrá calcular multiplicando su volumen por la densidad del material de que está compuesta. A efectos prácticos conviene recordar las siguientes densidades relativas:
  - Madera: 0,8.
  - Piedra y hormigón: 2,5.
  - Acero, hierro, fundición: 8.
- En caso de duda, el peso de la carga se deberá estimar por exceso.
- En caso de elevación de cargas con eslingas en las que trabajen los ramales inclinados, se deberá verificar la carga efectiva que van a soportar.
- Al considerar el ángulo de los ramales para determinar la carga máxima admitida por las eslingas, debe tomarse el ángulo mayor.
- Es recomendable que el ángulo entre ramales no sobrepase los 90° y en ningún caso deberá sobrepasar los 120°, debiéndose evitar para ello las eslingas cortas.
- Cuando se utilice una eslinga de tres o cuatro ramales, el ángulo mayor que es preciso tener en cuenta es el formado por los ramales opuestos en diagonal.
- La carga de maniobra de una eslinga de cuatro ramales debe ser calculada partiendo del supuesto de que el peso total de la carga es sustentado por:
  - Tres ramales, si la carga es flexible.



- Dos ramales, si la carga es rígida.

- En la carga a elevar, los enganches o puntos de fijación de la eslinga no permitirán el deslizamiento de ésta, debiéndose emplear, de ser necesario, distanciadores, etc.

Al mismo tiempo los citados puntos deberán encontrarse convenientemente dispuestos en relación al centro de gravedad.

- En la elevación de piezas de gran longitud es conveniente el empleo de pórticos.
- Los cables de las eslingas no deberán trabajar formando ángulos agudos, debiéndose equipar con guardacabos adecuados.
- Las eslingas no se apoyarán nunca sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.
- Los ramales de dos eslingas distintas no deberán cruzarse, es decir, no montarán unos sobre otros, sobre el gancho de elevación, ya que uno de los cables estaría comprimido por el otro pudiendo, incluso, llegar a romperse.
- Antes de la elevación completa de la carga, se deberá tensar suavemente la eslinga y elevar aquélla no más de 10 cm. para verificar su amarre y equilibrio. Mientras se tensan las eslingas no se deberán tocar la carga ni las propias eslingas.
- Cuando haya de moverse una eslinga, aflojarla lo suficiente para desplazarla sin que roce contra la carga.
- Nunca se tratará de desplazar una eslinga situándose bajo la carga.
- Nunca deberá permitirse que el cable gire respecto a su eje.
- En caso de empalmarse eslingas, deberá tenerse en cuenta que la carga a elevar viene limitada por la menos resistente.
- La eslinga no deberá estar expuesta a radiaciones térmicas importantes ni alcanzar una temperatura superior a los 60 °C. Si la eslinga esta constituida exclusivamente por cable de acero, la temperatura que no debería alcanzarse sería de 80°.
- Las eslingas se almacenarán en lugar seco, bien ventilado y libre de atmósferas corrosivas o polvorientas.
- No estarán en contacto directo con el suelo, suspendiéndolas de soportes de madera con perfil redondeado o depositándolas sobre estacas o paletas.
- No exponer las eslingas al rigor del sol o al efecto de temperaturas elevadas.
- A fin de evitar roturas imprevistas, es necesario inspeccionar periódicamente el estado de todos los elementos que constituyen la eslinga.
- La frecuencia de las inspecciones estará en relación con el empleo de las eslingas y la severidad de las condiciones de servicio. Como norma general se inspeccionarán diariamente por el personal que las utilicen y trimestralmente como máximo por personal especializado.
- Las eslingas se deben engrasar con una frecuencia que dependerá de las condiciones de trabajo, pudiéndose determinar a través de las inspecciones.





- Para el engrase deberán seguirse las instrucciones del fabricante, poniendo especial cuidado para que el alma del cable recupere la grasa perdida. Como norma general, para que la lubricación sea eficaz, se tendrá en cuenta:
  - Limpiar previamente el cable mediante cepillo o con aire comprimido, siendo aconsejable la utilización de un disolvente para eliminar los restos de grasa vieja.
  - Utilizar el lubricante adecuado.
  - Engrasar el cable a fondo.
  - Aunque una eslinga trabaje en condiciones óptimas, llega un momento en que sus componentes se han debilitado, siendo necesario retirarla del servicio y sustituirla por otra nueva.
  - El agotamiento de un cable se puede determinar de acuerdo con el número de alambres rotos que según la O.G.S.H.T. es de más del 10% de los mismos contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- También se considerará un cable agotado:
  - Por rotura de un cordón.
  - Cuando la pérdida de sección de un cordón del cable, debido a rotura de sus alambres visibles en un paso de cableado, alcance el 40% de la sección total del cordón.
    - Cuando la disminución de diámetro del cable en un punto cualquiera del mismo alcance el 10% en los cables de cordones o el 3% los cables cerrados.
    - Cuando la pérdida de sección efectiva, por rotura de alambres visibles, en dos pasos de cableado alcance el 20% de la sección total.
    - Además de los criterios señalados para la sustitución de un cable, también deberá retirarse si presenta algún otro defecto considerado como grave, como por ejemplo aplastamiento, formación de nudos, cocas, etc.
- Asimismo, una eslinga se desechará cuando presente deficiencias graves en los accesorios y terminales, tales como:
  - Puntos de picadura u oxidación avanzada.
  - Deformaciones permanentes (doblados, aplastamientos, alargamientos, etc.).
  - Zonas aplanadas debido al desgaste.
  - Grietas.
  - Deslizamiento del cable respecto a los terminales.
  - Tuercas aflojadas.

## Poleas

- Las poleas de engranajes deberían tener sus partes diseñadas con un factor de seguridad, bajo la carga máxima nominal, no menor de 8 para acero fundido y 5 para acero forjado.
- Las poleas de cadena deberían disponer de engranaje de tornillo sin fin irreversible u otro dispositivo que soporte automáticamente las cargas cuando el izado se detenga. Las gargantas tendrán los bordes redondeados, superficie lisa y dimensiones tales que el cable o cuerda corra libremente sin rozar con el motón u otras partes de suspensión. Las poleas de cadena dispondrán de gargantas con cavidades que acomoden los eslabones. La anchura mínima de la garganta será la del diámetro del elemento de tracción, para limitar la fatiga y aumentar su duración.



Las partes exteriores de las poleas deberían estar protegidas con resguardos cerrados adecuados que eviten colocar el elemento de tracción fuera de lugar y que las manos sean atrapadas.

- Debería evitarse la flexión de los cables en sentido inverso, puesto que la influencia de las poleas sobre ellos es mayor que la de los tambores.
- En las gargantas redondas da mejor resultado el cable Lang. En cambio, en las vaciadas y en V las de arrollamiento cruzado.
- Las poleas deberían ser de acero soldado, forjado o fundición nodular, porque dan mejor resultado. Las de construcción soldada son menos pesadas.
- El diámetro de las poleas debe ser como mínimo 10 veces el diámetro del elemento de tracción.

### Cuerdas

- Las cuerdas estarán compuestas de fibra de la mejor calidad, como ábaca u otras artificiales, que soporten al menos 800 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Las cuerdas deberían llevar una etiqueta con los siguientes datos:
  - Nombre del abastecedor o fabricante.
  - Fecha de puesta en servicio.
  - Carga máxima admisible.
- Cuando haya que hacer algún corte se efectuarán ligaduras de hilos a ambos lados de aquél.
- Las cuerdas no deben arrastrarse sobre superficies ásperas o con arena.
- Las cuerdas deberán protegerse contra la congelación, ácidos y sustancias destructoras, así como de los roedores.
- Si las cuerdas están mojadas, deberían colgarse en rollos sueltos en lugar seco, alejadas del calor excesivo, hasta que se sequen. Es conveniente limpiarlas si están sucias. Las cuerdas deben colgarse sobre espigas o ganchos galvanizados o clavijas de madera. También pueden enrollarse sobre plataformas de rejillas de madera, a unos 15 cm. del suelo, en lugar bien ventilado y lejos de fuentes de calor y humedad.

### Cables

- Los cables estarán libres de defectos: cocas, oxidación, alambres rotos, flojos o desgastados, distorsiones, etc.
- Los ojales y gazas deberían tener incorporados guardacabos adecuados.
- Los ramales ascendente y descendente del cable deben estar en el mismo plano de las gargantas y poleas para evitar que el cable salte.
- El ángulo de desviación, o deflexión, máxima que forme el cable desde la polea principal al borde del tambor de arrollamiento debería ser:
  - 2° cuando el tambor es liso.
  - 4° cuando el tambor es acanalado.

- 1°30' cuando se emplee cable antigiratorio nunca inferior a medio grado.
- Cuando exista algún cable con alambres rotos, cuya proporción no impida su utilización, se quitarán aquéllos con unas tenazas a ras de la superficie.
- Los cables se han de lubricar con grasas libres de ácidos y de buena adherencia.
- Los cables deben desbobinarse o desenrollarse correctamente, recogiendo siempre sobre bobina o en rollo.

### Cadenas

- Las cadenas serán de hierro forjado o de acero, así como los demás accesorios: anillos, ganchos, argollas.
- Las cadenas para izar y para eslingas deberían ser destempladas o normalizadas a intervalos que no excedan de:
  - 6 meses las de diámetro inferiores a 12,5 mm.
  - 6 meses las usadas para acarrear metal fundido.
  - 12 meses las demás.
- Se enrollarán en tambores, ejes o poleas con ranuras de tamaño y forma que permitan trabajar suavemente sin torceduras.
- Las cadenas estarán libres de cocas, nudos y torceduras. Se dispondrán almohadillas entre las aristas vivas y las cadenas.
- Debe prohibirse hacer empalmes alambrando, insertando tornillos entre eslabones, etc. Serán reparadas por personas cualificadas para ello y no deben enderezarse o colocar eslabones a martillazos.
- Las cadenas deberían retirarse cuando:
  - No presenten seguridad debido a sobrecargas o a destemple defectuoso o impropio.
  - Se hayan alargado más del 5% de su longitud.
  - El desgaste en los enlaces de los eslabones exceda de una cuarta parte del grueso original del eslabón.
- Las cadenas deberían ser lubricadas a intervalos frecuentes y regulares cuando estén enrolladas en tambores o pasen sobre poleas, excepto cuando puedan retener y recoger arena o arenilla y cuando sirvan de eslingas.
- Las cadenas se guardarán colgándolas de ganchos, colocadas de forma que los trabajadores no sufran sobreesfuerzos, en condiciones que reduzcan al mínimo la oxidación.
- Las cadenas que hayan estado expuestas durante horas a temperaturas extremadamente bajas serán calentadas ligeramente.

### JUEGO ALZABOBINAS Y RODILLOS

#### Riesgos:

- Cortes



- Caídas al mismo nivel
- Sobreesfuerzos
- Atrapamiento por vuelco de bobinas
- Golpes y contacto con elementos móviles

#### **Equipos de protección individual:**

- Ropa de trabajo
- Guantes de protección mecánica
- Botas dieléctricas
- Guantes dieléctricos
- Guantes dieléctricos
- Mantas dieléctricas, banquetas aislantes, báculos, etc.

#### **Medidas preventivas:**

- Calzar los gatos del alzabobinas para impedir su desplazamiento durante el tendido
- Evitar realizar trabajos situándose en las proximidades, especialmente delante del alzabobinas.

#### **MEDIOS AUXILIARES:**

#### **PLATAFORMA ELEVADORA AUTOPROPULSADA**

#### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquina o vehículos.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Contacto eléctrico con líneas eléctricas aéreas.
- Atropellos o golpes con vehículos.

#### **Equipos de Protección Individual**

- Casco.





- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.

### **Medidas preventivas**

#### Antes de comenzar la maniobra

- Antes de utilizar la plataforma, asegurarse de que todos los sistemas funcionan perfectamente y que todos los dispositivos de seguridad incorporados operan de modo satisfactorio.
- Se debe tener en cuenta el estado del tiempo antes de trabajar con la plataforma en exteriores. No elevar la pluma si la velocidad del viento excede de 38 Km/h. No utilizar la plataforma cerca de líneas de tendido eléctrico.
- El usuario deberá asegurarse de que el personal operador, entienda perfectamente el manejo de la plataforma.
- Respetar todas las recomendaciones de precaución e instrucciones de los adhesivos colocados en el bastidor portante, en la pluma y en la plataforma.

#### Durante el desplazamiento

- Antes de manejar los mandos de desplazamiento de la máquina, comprobar la posición de la torre con respecto al sentido de marcha previsto.
- Colocar la pluma siempre orientada en la dirección de desplazamiento. Una persona debe guiar la maniobra si algún obstáculo impide la visibilidad. Se debe reconocer previamente el terreno por donde se ha de desplazar la plataforma, si es necesario a pie.
- La plataforma no deberá conducirse, ni circular por pendientes de más de 5 grados de inclinación.
- Evitar las arrancadas y paradas bruscas ya que originan un aumento de la carga y puede provocar el vuelco de la máquina o una avería estructural.

#### Durante la maniobra

- Antes de elevar la pluma de la plataforma, esta deberá encontrarse situada sobre una superficie firme y perfectamente horizontal, con los neumáticos inflados a la presión correcta. Durante el trabajo la plataforma ha de estar correctamente nivelada.
- Comprobar siempre que haya espacio suficiente para el giro de la parte posterior de la superestructura antes de hacer girar la pluma.
- No deberá rebasarse la capacidad nominal máxima de carga. Esta comprende el peso del personal, los accesorios y todos los demás elementos colocados o incorporados a la plataforma. Las cargas deberán distribuirse uniformemente por el piso de la plataforma elevadora.

#### Generales

- Utilizar siempre el equipo de protección personal y la ropa de trabajo apropiada para cada tarea u operación, llevar siempre colocado un arnés de seguridad cuando se encuentre en la plataforma.



- Rehusar utilizar o subir a una plataforma que no funcione correctamente.
- No permitir que ninguna persona carente de autorización utilice la plataforma.
- No manipular materiales voluminosos, ni elevar cargas con la plataforma.
- Ante una situación de vuelco inminente, comenzar a retraer la pluma. Nunca bajarla, ni extenderla, ya que con ello se agravaría el problema.
- Los mandos inferiores de control prioritario sólo deben utilizarse en caso de emergencia.

## **ESCALERAS MANUALES**

### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Deslizamientos y vuelcos por apoyos incorrectos y rotura de la escalera por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).
- Contacto eléctrico

### **Equipos de Protección Individual**

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Arnés o cinturón de seguridad para trabajos por encima de 3,5 metros de altura.
- Cuerdas de amarre.
- Cinturón portaherramientas.

### **Medidas preventivas**

- Antes de subir a una escalera portátil, verificar que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, aceite u otra sustancia que pueda ocasionar resbalones.
- Cuando emplee una escalera para subir a un techo, andamio, plataforma, etc., la parte superior de la escalera ha de sobrepasar por lo menos 1 metro.
- Los trabajos a más de 3,5 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 cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.



- Siempre que sea posible se utilizará otros medios de elevación adecuados para personas, sobre todo en trabajos arriesgados en fachadas y cruces aéreos.

### Transporte

Para transportar una escalera se debe hacer con la parte delantera baja, mirando bien por donde se pisa para evitar tropezar y golpear a otras personas. Para transportar una escalera muy larga, deberá pedirse ayuda a un compañero.

### Caída a distinto nivel

- Nunca subirá a una escalera más de una persona.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde la escalera cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Subir y bajar de una escalera debe hacerse siempre de frente a ella utilizando las dos manos para asirse a los peldaños (no a los largueros).
- No se ocuparán nunca los últimos peldaños, se colocará a una distancia del punto de trabajo que permita mantener el equilibrio, no se estirará el cuerpo para alcanzar puntos alejados, se desplazará la escalera.
- Se prohíbe específicamente, desplazar, mover o hacer saltar la escalera con un operario sobre la misma. Para los desplazamientos será necesario bajarse cuantas veces sea preciso.

### Señalización

Cuando se coloque la escalera frente a una puerta o en una zona de paso se adoptarán medidas como bloquear el paso y señalizar la ubicación de la escalera.

### Estabilidad

- Antes de utilizar una escalera portátil, verificar sus condiciones y rechazar aquellas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Las escaleras portátiles se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante.
- Las escaleras deben colocarse con una inclinación correcta. La relación entre longitud de la escalera y la separación en el punto de apoyo será de 4 a 1.
- Las escaleras no deben usarse como soporte de andamios, ni en cualquier otro cometido distinto de aquél para el que han sido diseñadas y construidas.
- No se emplearán escaleras de mano de más de 5 metros de longitud de cuya resistencia no se tengan garantías.
- Los pies de la escalera deben apoyarse en una superficie sólida y bien nivelada, nunca sobre ladrillos, bidones, cajas, etc.
- En el caso de escaleras simples, la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento o estructura sobre el que se apoya y cuando éste no permita un apoyo estable, se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes.



### Subida de equipos o cargas

- Si han de llevarse herramientas u objetos, deben usarse bolsas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que las manos queden libres.
- No se debe subir una carga de más de 30 kg sobre una escalera no reforzada.

### Riesgo eléctrico

Se prestará especial atención y se mantendrán las distancias de seguridad con líneas eléctricas en tensión. Su manejo será vigilado directamente por el Jefe de

### Trabajo

(Responsable de los Trabajos), delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.

### Escaleras de tijera

- La posición de trabajo es la de máxima abertura.
- Nunca se emplearán como borriquetas donde fijar sobre sus peldaños plataformas de trabajo.
- El operario no debe situarse “a caballo” sobre ella. Se aconseja que la posición del trabajador sea tal que su cintura no sobrepase el último peldaño.

### Mantenimiento

- Cuando no se usan, las escaleras portátiles deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Debe existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.
- Las escaleras portátiles no deben pintarse, ya que la pintura puede ocultar a la vista defectos o anomalías que pudieran resultar peligrosas. Todo lo más, se le puede aplicar un barniz completamente transparente o aceite de linaza.

### Condiciones técnicas

- Escaleras manuales en general:
  - No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.
  - Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.
  - Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pié, por ejemplo zapatas.
- Escaleras de madera:
  - La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.
  - Los largueros serán de una sola pieza.
  - Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.



- Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.
- Escaleras metálicas:
  - Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.
  - Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni bolladuras.
- Escaleras de tijera:
  - Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
  - Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

### 3.2.5 RELATIVOS AL ENTORNO

#### *CRUCES CON OTRAS LÍNEAS AÉREAS*

- La realización de trabajos en la proximidad de líneas de energía eléctrica representa un grave riesgo para las personas que los ejecutan.
- Antes de iniciar cualquier trabajo próximo a líneas de energía eléctrica, se dispondrá de los medios de protección personal y colectivos necesarios.
- Se solicitara a la empresa propietaria de las líneas a cruzar el descargo de las mismas.
- Además de las medidas indicadas en “Riesgos Eléctricos” del apartado de Riesgos Específicos, serán de aplicación las medidas propias de los siguientes apartados:

#### **Cruzamiento por encima de Línea:**

- Para cruzamientos por encima de una Línea, se deberá pedir siempre descargo de la Línea a cruzar, poniendo siempre protecciones mecánicas para evitar, en caso de accidente, la rotura de la Línea a cruzar.
- Para el caso particular del tendido de cables por encima de instalaciones en tensión, se tendrá en cuenta que se deben mantener, como siempre, las distancias de seguridad de la Tabla I del R.D. 614/2001 (en función de la tensión mayor de las existentes en las distintas instalaciones cruzadas), y además se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación en tensión. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar (“porterías” de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).
- En el caso de condiciones climática adversas no se iniciarán los trabajos, y en el caso de estar trabajando, se suspenderán.

#### **Cruzamiento por debajo de Línea:**

- Para el caso del tendido de cables por debajo de instalaciones en tensión, se tendrá en cuenta que se deben mantener, como siempre, las distancias de seguridad de la Tabla I del R.D. 614/2001 (en función de la tensión mayor de las existentes en las distintas instalaciones



cruzadas), y además se debe proteger frente al riesgo de una posible tensión por inducción poniendo a tierra tanto el cable a tender, como las máquinas de tiro y frenado y los apoyos.

- En el caso de condiciones climática adversas no se iniciarán los trabajos, y en el caso de estar trabajando, se suspenderán.

- Ante la rotura de Líneas aérea, ya sea por encima o por debajo, es importante avisar al encargado de tajo el cual tomará las siguientes medidas:

1.- Si la rotura ha sido producida por una maquinaria es importante que la maquinaria permanezca en su punto solicitando auxilio mediante la bocina. Una vez que se garantice que se pueda abandonar la máquina con seguridad, descienda por la escalera normalmente y desde el último peldaño se saltará lo más lejos posible evitando tocar la tierra y la máquina a la vez.

2.- Nadie se acercará a la máquina bajo ningún concepto.

3.- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.

4.- Si fuera necesario, prever reordenación del tráfico.

5.- Aviso a los servicios de alcantarillas del organismo competente, indicando:

- Ubicación de la avería.
- Rutas de acceso a la obra.
- Datos de la canalización.
- Datos de la obra.
- Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

- Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

#### **CRUCE CON LÍNEAS SUBTERRÁNEAS:**

- No se podrán realizar trabajos a menos de 1 m. de la Línea subterránea con maquinaria, se realizarán obligatoriamente con útiles mecánicos.

- Los trabajos a menos de 0,5 m. de la Línea subterránea se realizarán obligatoriamente con herramientas manuales.

- Ante la rotura de Líneas de baja o media Tensión es importante avisar al encargado de tajo el cual tomará las siguientes medidas:

1.- Si la rotura ha sido producida por una maquinaria es importante que la maquinaria permanezca en su punto solicitando auxilio mediante la bocina. Una vez que se garantice que se pueda abandonar la máquina con seguridad, descienda por la escalera normalmente y desde el último peldaño se saltará lo más lejos posible evitando tocar la tierra y la máquina a la vez.

2.- Nadie se acercará a la máquina bajo ningún concepto.

3.- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.

4.- Si fuera necesario, prever reordenación del tráfico.

5.- Aviso a los servicios de alcantarillas del organismo competente, indicando:



- Ubicación de la avería.
- Rutas de acceso a la obra.
- Datos de la canalización.
- Datos de la obra.
- Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

- Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

### *PARALELISMOS CON OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS EN SERVICIO*

Para el tendido o sustitución de circuitos aéreos que estén próximos a otros circuitos en los que no se haya realizado el descargo, además de lo especificado en el punto 3.2.3 en los apartados de “Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales” y “Tendido, tensado, regulado y engrapado de conductores aéreos” se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

-Las maquinas de tendido se situaran sobre una superficie equipotencial creada a tal efecto mediante mallazo, se instalará un elemento aislante alrededor de toda la superficie ocupada para no crear grandes diferencias de potencial a través del paso del operario, rodeado todo de una cinta de señalización dejando acceso libre como máximo por 2 puntos (ver croquis).

- La puesta a tierra de las maquinas será conectada al mallazo.

- Se colocaran tierras rodantes a la salida del freno y a la llegada de los cables al cabrestante.

- En ningún momento se tocarán el cable piloto o los conductores a la salida del freno o llegada al cabrestante por delante de las tierras rodantes.

- Cada polea llevará una puesta a tierra para evitar problemas de inducción y descargar la línea a través de esta durante la fase de tendido. Antes de subir cada polea, deberá comprobarse el estado de la conexión de la puesta a tierra.

- Se inspeccionaran diariamente todos los latiguillos de la puesta a tierra de las poleas de tendido de los vanos donde se trabaje

- Todas las cuerdas que se utilicen en los trabajos serán de polipropileno aditivado (aislantes).

- La cuerda de vida se dejará introducida en las eslingas que estarán colocadas a intervalos nunca mayores de 3 mts.

- Se procurará que todas las cuerdas utilizadas estén secas y fuertemente amarradas para evitar que puedan soltarse y tocar los conductores en tensión.

- Las eslingas de sujeción utilizadas en el montaje de la línea de vida no se desmontarán al paso de ningún operario debiendo permanecer la cuerda en todo momento sujeta dentro del mosquetón.

- Si un operario tiene que manipular la rana de retención con las manos y está conectada a la torre a través del pull-lift, debe llevar guantes aislantes. No utilizar estobos intermedios de fibra, pues la inducción acabaría quemándolos. Lo mismo al retirarla.

- Cuando los cables estén a altura reducida y siempre antes de tocarlos se pondrán dos tierras delimitando la zona en la que vamos a realizar el empalme. Nunca se cortará o empalmará un conductor sin haber colocado un puente falso o provisional.



- Dentro del bucle formado por el conductor, las puestas a tierra y el suelo el operario no establecerá con su cuerpo continuidad eléctrica entre el conductor y la torre.
- Durante la operación de engrapado se mantendrán las fases puestas a tierra en todos los apoyos. Esta se mantendrá hasta que se hayan quedado todos los herrajes puestos y el cantón esté totalmente terminado.
- En cadenas de suspensión con aislamiento de vidrio se bajará por la cadena evitando así manipular la escalera en altura y además el operario estará aislado de la estructura.

### *CRUZAMIENTO CON CARRETERAS, CAMINOS Y RÍOS.*

#### **Cruce con Carreteras y Caminos**

- Se realizará poniendo en práctica las medidas necesarias para evitar accidentes de trabajo y ocasionar las mínimas dificultades en el tráfico rodado y peatonal.
- Deberá recabarse autorización expresa de la propiedad de la carretera a cruzar y atenerse a las recomendaciones técnicas o de seguridad que ella determine.
- Además se seguirá lo dispuesto en el apartado de “Señalización” del punto “Riesgos específicos”.

#### **Cruce aéreo:**

- Habrá que tener en cuenta fundamentalmente las distancias de seguridad, de acuerdo con los gálibos establecidos en las carreteras e interponer barreras físicas, para asegurar el cumplimiento de esas separaciones en el proceso de tendido de los conductores sobre las carreteras.
- Se montarán protecciones sobre la carretera a cruzar.
- La protección a utilizar consistirá en dos pórticos, realizado cada uno de ellos con dos postes y un travesaño, todo ello de madera, colocados uno a cada lado de la carretera.
- Para mayor seguridad es conveniente colocar en sentido longitudinal a los travesaños de los postes de madera un cable de 12 a 16 mm. de diámetro colocando unos pistoles a tierra y amarrados de tal forma que en caso de escape de un conductor y, como consecuencia rompiese un travesaño, el conductor quede suspendido por el cable de acero.
- En su definición se observarán las siguientes prescripciones :
  - La protección se construirá de tal manera que no pueda volcarse hacia el elemento que se protege.
  - La protección será lo suficientemente resistente para soportar la caída del conductor, en caso de rotura.
  - Los apoyos y travesaños del pórtico estarán adecuadamente consolidados.
  - Las distancias verticales mínimas del cable en el tendido a la rasante de la carretera serán las exigidas por los gálibos establecidos en las carreteras.
  - Los pórticos deberán tener la longitud mínima de vez y media la proyección horizontal de la separación entre los conductores extremos de la línea que se va a tender.





- Es muy importante, en el tendido de los conductores en el cruce, considerar la posible componente vertical hacia abajo que por la orografía del terreno pueda crear en los apoyos, para que en ningún caso el conductor pueda soltarse, debido a esa componente, y proyectarse sobre la línea inferior.

- Para reforzar la seguridad, en el caso de considerarlo conveniente, se colocarán señales de tráfico (de obras, de limitación de velocidad, etc.), e incluso un operario con una señal roja indicadora de peligro, en ambas direcciones de la carretera a cruzar.

Cruce subterráneo:

Se seguirá lo dispuesto en los apartados de “Señalización” y de “Zanjas” del punto “Riesgos específicos”.

### **Cruce con Río:**

- Se realizará poniendo en práctica las medidas necesarias para evitar accidentes de trabajo.

- Para ello habrá que colocar en ambas orillas y debajo de la traza de la línea barreras físicas que impidan que alguien por descuido pueda caer en el río.

- La colocación de estas barreras se realizará a una distancia prudencial del cauce, de tal manera que tanto la colocación como su desmonte no suponga ningún riesgo para los trabajadores.

- Esta barrera podrá constituirse mediante la colocación de vallas, las cuales deberán estar suficientemente consolidadas y sujetas entre ellas, de tal manera que no sea posible su derribo o vuelco.

- Igualmente se colocarán carteles que indiquen la proximidad de un cauce de agua.

- Si fuese necesario a ambos lados de estas barreras y fuera de la traza de la línea se instalará una señalización, que resulte siempre visible, en la zona de influencia, si se estima conveniente. Esta señalización puede consistir en cinta plástica roja y blanca que indique peligro.

- Deberá recabarse autorización expresa a la Confederación Hidrográfica competente como responsable de los ríos y riberas a cruzar y atenerse a las recomendaciones técnicas o de seguridad que ella determine.

### **SERVICIOS AFECTADOS**

#### **Teléfono:**

Se realizarán mediante la interposición de barreras físicas, que impidan todo contacto accidental con las líneas telefónicas. Las barreras deben estar fijadas en forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos habituales. Si las barreras son metálicas se considerarán como masas y se aplicará una de las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.

Ante una rotura de cable telefónico es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1.- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.

2.- Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.

3.- Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:



- Ubicación de la avería.
- Rutas de acceso a la obra.
- Datos de la canalización.
- Datos de la obra.
- Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

4.- Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

### **Agua:**

Se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación de agua. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar (“porterías” de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).

Ante una rotura de canalización de agua a presión es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1.- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.

2.- Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.

3.- Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:

- Ubicación de la avería.
- Rutas de acceso a la obra.
- Datos de la canalización.
- Datos de la obra.
- Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

4.- Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

### **Gas:**

Se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación de gas. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar (“porterías” de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).

Ante una rotura de canalización de gas es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1.- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.

2.- Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.

3.- Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:



- Ubicación de la avería.
- Rutas de acceso a la obra.
- Datos de la canalización.
- Datos de la obra.
- Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

4.- Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

#### **TRABAJOS EN EL INTERIOR Ó EN PROXIMIDAD (BAJO LÍNEA) DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

- El conexionado se indicaría en el plan de Seguridad y Salud basado en las directrices a continuación descritas y según Normativa de IBERDROLA
  - Cuando los trabajos deban realizarse en la proximidad de partes conductoras desnudas en tensión, pertenecientes a instalaciones de baja tensión, y no sea posible dejarlas sin tensión, se adoptarán las medidas de protección siguientes, para garantizar la seguridad del personal:
    - Delimitar perfectamente la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente.
    - Aislar las partes conductoras desnudas bajo tensión, dentro de la zona de trabajo, mediante pantallas, fundas, capuchones y telas aislantes. Si estas operaciones no se hacen con corte previo, debe actuarse como en un trabajo en tensión.
    - Los metros y reglas empleados en la proximidad de partes desnudas en tensión o insuficientemente protegidas, deben ser de material no conductor. Siempre que se pueda se utilizarán medidores láser para evitar posibles contactos con partes en tensión.
    - En caso de instalaciones de M.T. y A.T., se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que no se sobrepasan las distancias de seguridad (trabajos en proximidad) indicadas en la Tabla I del R.D. 614/2001 (que aparece en el apartado de riesgo eléctrico) y que se conserva intacta la integridad física, en primer lugar, de las personas afectadas, y en segundo lugar, de los materiales utilizados. Dicho método, deberá ser especificado con gran detalle en el Plan de seguridad de la obra.
    - Se considerarán distancias mínimas de seguridad para los trabajos efectuados en la proximidad de instalaciones en tensión, no protegidas (medidas entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte extrema del operario)
- Se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras y vigilancia constante del responsable de los trabajos. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.



## TRABAJOS EN INTERIOR DE GALERÍAS

### Requisitos:

- La galería deberá poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización durante los trabajos.
- Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo). En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro. En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.
- La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.
- Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores. Las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

- Los puestos de trabajo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:

1º El número de trabajadores que los ocupen.

2º Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.

3º Los factores externos que pudieran afectarles.

- Deberán tomarse las precauciones adecuadas:

1º Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.

2º Para prevenir la irrupción accidental de agua, mediante los sistemas o medidas adecuados.

3º Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.

4º Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales. Se entiende por "precauciones





adecuadas” los procedimientos de ejecución que integren en ellos los medios auxiliares, las medidas preventivas y la secuencia de ejecución.

Para determinar las características del terreno es necesario realizar un estudio geotécnico que formará parte del proyecto, si la obra en cuestión dispone del mismo. Tomando como base la información obtenida se aplicarán las medidas preventivas necesarias. En todo caso la solución adoptada se reflejará en la documentación preventiva de la obra.

La descripción de los sistemas enunciados en este apartado para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras puede ser la siguiente:

- Entibación: estructura provisional metálica, de madera o mixta, para apuntalar y fortalecer las excavaciones que ofrecen riesgo de desprendimiento.
- Blindaje: estructura provisional realizada con paneles y codales metálicos para la contención y sujeción de las paredes de un túnel, zanja o pozo.
- Apeo: estructura provisional metálica, de madera u obra de fábrica, con la que se sostiene una construcción en su totalidad o parte de ella.
- Talud: inversa de la pendiente de un terreno. Puede ser: “natural” o “estable temporal”; este último requiere un cálculo y vigilancia específica para garantizar su estabilidad.

Otras medidas adecuadas pueden ser: ejecución de muros pantalla, mejora de las propiedades físicas del terreno (morteros inyectados, congelación, etc.), perforación utilizando topes, hincado de tuberías, etc.

Respecto al riesgo de caída de personas, tierras, materiales u objetos, cuando no pueda prevenirse a través del propio sistema de ejecución, se instalarán medios de protección colectiva. Éstos pueden ser, entre otros: sistemas periféricos temporales de protección, redes, toldos, etc., en función del tipo de riesgo existente y de las circunstancias propias de cada caso; todo ello complementado con la oportuna señalización.

La irrupción accidental de agua en este tipo de trabajos puede ser debida a que se encuentre embolsada en el terreno, a la rotura de tuberías, etc. Si se trata de tuberías se deberá comprobar el estado de las mismas y extremar las precauciones con estas últimas. Respecto a las citadas aguas de arroyada se dispondrán las desviaciones necesarias para que no afecten al desarrollo de los trabajos. Igualmente, en su caso, se instalarán puntos de detección que permitan dar la alarma con la suficiente antelación para posibilitar la evacuación de los trabajadores.

A fin de evitar que la concentración de contaminantes en pozos, trabajos subterráneos y túneles alcance niveles perjudiciales para los trabajadores se realizará una aportación de aire exterior calculada para cada caso concreto.

Los tipos de ventilación se pueden clasificar en:

- Aspirante: los contaminantes son evacuados por el conducto de ventilación.
- Soplante: el aire fresco es insuflado por el conducto de ventilación.
- Mixta: la conjugación de los dos tipos anteriores.

Para la ejecución de los referidos trabajos, y cuando mediante las determinaciones



higiénicas oportunas se compruebe que se sobrepasan los niveles máximos permitidos para los distintos contaminantes, se procederá a la ventilación (natural o forzada) del recinto antes de la entrada y durante el tiempo de permanencia de los trabajadores en su interior.

Se establecerá además un control periódico a fin de comprobar que la concentración de contaminantes se encuentra por debajo de los niveles admisibles.

Así mismo se realizará un mantenimiento continuo de la instalación, tanto por lo que se refiere a los equipos como a los conductos, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Ubicar adecuadamente los equipos de aspiración e impulsión.
- Instalar soportes para los conductos a intervalos regulares.
- Evitar curvas y recodos de los conductos.
- Sellar las uniones adecuadamente.
- Reparar inmediatamente cualquier daño.
- Se deberán prever vías y sistemas de evacuación a través de las cuales los trabajadores puedan ponerse a salvo en el caso de que se materialicen algunas de las emergencias citadas.
- Las entradas y salidas de pozos, trabajos subterráneos y túneles se mantendrán expeditas y con una franja a su alrededor de acceso restringido debidamente señalizada.
- Las vías y salidas de evacuación que requieran iluminación deberán estar equipadas con alumbrado de emergencia de suficiente intensidad.
- Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos, como es el caso de la tubería de agua potable existente en el interior de la galería. Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- Se deberá garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

### 3.3 A TERCEROS

La parte en intemperie de los trabajos suponen un riesgo debido a que circulan por ellos personas ajenas a las obras. Los pozos y zanjas abiertos producen un riesgo de posibles caídas de terceras personas o de vehículos en los mismos. A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Se señalizarán, de acuerdo con la normativa vigente, los cruces de calzada, tomándose las medidas de seguridad que cada caso requiera.
- En las excavaciones para las cimentaciones y en las zanjas que permanezcan abiertas se instalarán las protecciones adecuadas que no sólo indiquen la existencia del riesgo, sino que además lo prevengan adecuadamente.



## 4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

### 4.1 RIESGOS PREVISIBLES

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos. Como riesgos más frecuentes de estas instalaciones tenemos:

- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Caída del personal al mismo y a distinto nivel.

### 4.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán las siguientes:

#### Cuadros de Distribución

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20 ohmios.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

#### Prolongadores, Clavijas, Conexiones y Cables

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar



- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.
- Herramientas y Útiles Eléctricos Portátiles
- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

### **Máquinas y Equipos Eléctricos**

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 Ohmios □ de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

### **Normas de Carácter General**

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.
- Todos los trabajos de mantenimiento de la red eléctrica provisional de la obra serán realizados por personal capacitado.
- Queda terminantemente prohibido puentear las protecciones.
- Se realizará una adecuada comprobación y mantenimiento periódico de las instalaciones, equipos, herramientas de la obra.
- Se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.

### **Estudio de Revisiones de Mantenimiento**

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.





## 5 CONDICIONES AMBIENTALES

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros ni a factores externos nocivos (gases, vapores,...).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

### 5.1 VENTILACIÓN

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, estos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente. En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud.

### 5.2 TEMPERATURA

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

### 5.3 FACTORES ATMOSFÉRICOS

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y salud.

Se establecerá un plan de actuación específico para al menos las siguientes condiciones climatológicas: fuertes vientos, nevadas, temperaturas mínimas muy bajas, temperaturas máximas muy altas, nieblas, previsión de desbordamiento de cauces.

## 6 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Cada contratista dispondrá en obra de extintores de Polvo o Gas en número suficiente para cubrir las necesidades de los riesgos de incendio que generen los trabajos que realiza, así como para la protección de sus instalaciones y oficinas, almacenes, vehículos etc. Estos extintores deberán ser de fácil acceso y manipulación y deberán estar convenientemente señalizados.

Los locales destinados a descanso de los trabajadores, comedores y vestuarios estarán en perfecto estado de limpieza y en ellos se prohíbe hacer fuego.

### 6.1 REVISIONES PERIÓDICAS

La persona designada al efecto por los distintos contratistas, comprobará periódicamente el estado de los extintores y sustituirá los descargados o bajos de presión.



## 7 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal. Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

### 7.1 CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistir a una charla en la que irá informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios, así como del plan de emergencias y evacuación en obra.

Al inicio de la semana los encargados de cada uno de los grupos de trabajo impartirán unas charlas de seguridad sobre los trabajos a realizar en este periodo y las normas de seguridad a seguir.

### 7.2 CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Técnicos de Seguridad, estos serán los técnicos de seguridad de cada una de las empresas que participan en la ejecución de la obra. Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de andamios, plataformas y escaleras
- Riesgo de incendio (especialmente en verano y cuando sea de aplicación la normativa específica del órgano competente en el lugar en que se realicen los trabajos)

## 8 REUNIONES DE SEGURIDAD

Para que la política de mentalización, motivación y responsabilización de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de Seguridad analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.



Se establecerán reuniones de seguridad que, como mínimo, serán semanales durante la construcción.

## **9 MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS**

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

### **9.1 CONTROL MÉDICO**

Tal como establece la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

### **9.2 MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS**

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias más cercanas, así como los médicos locales.

### **9.3 MEDICINA ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE O ENFERMEDAD PROFESIONAL**

El contratista debe acreditar que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

## **10 VESTUARIOS Y ASEOS**

En la zona destinada a instalaciones de contratistas. Montarán casetas prefabricadas de aseos, vestuarios y local para comedor, de acuerdo al número de personas previstas por cada contratista, según las condiciones mínimas establecidas en el anexo IV parte A del R.D.1627/97.



Los vestuarios tendrán dimensiones suficientes, dispondrán de asientos, armarios para guardar la ropa y efectos personales. Estos armarios estarán provistos de 2 llaves, una de las cuales se entregará al trabajador, y otra quedará en la oficina para casos de emergencia.

A los vestuarios se acoplarán salas de aseo, que dispondrán de lavabos y duchas, con agua corriente fría y caliente, contando al menos de 1 por cada 10 trabajadores. Estos locales se equiparán con número suficiente de retretes.

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas serán continuos, lisos e impermeables, en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

## 11 RECURSOS PREVENTIVOS

Según se indica en el artículo 4 de la Ley 54/2003, la presencia de Recursos Preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será de obligación en las diferentes fases de la obra en los siguientes casos:

- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
- Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
- Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:

- Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
- Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa.

Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí. Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener 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 determine su presencia.

Además, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos de la obra y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

Por otra parte, en el artículo 7 de la Ley 54/2003 se establece la presencia de recursos preventivos en las obras de construcción, en el cual se indica lo siguiente:

- La preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales.





MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE  
EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO  
(NUDO LA SERNA)  
TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)



- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo y comprobar la eficacia de éstas. Además, según el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.dice que:

La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de cada contratista prevista en la disposición adicional decimocuarta de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se aplicará a las obras de construcción reguladas en este real decreto, con las siguientes especialidades:

El plan de seguridad y salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos. Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, si éstas no hubieran sido aún subsanadas.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne esta función deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en los términos previstos en el artículo 7.4 de este real decreto.»

Junio de 2023

José Luis Ovelleiro Medina.  
Ingeniero Industrial.  
Colegiado nº. 1.937



Al Servicio de la Empresa:  
Ingeniería y Proyectos Innovadores  
B-50996719

DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

II - PLIEGO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## ÍNDICE II - PLIEGO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1	NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN.....	3
1.1	DISPOSICIONES DE LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA.....	3
1.2	NORMAS LEGALES Y APLICABLES A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS..	3
2	PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD .....	5
2.1	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	5
2.2	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	6
2.3	SEÑALIZACIÓN .....	7
2.4	PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES DISPOSICIONES RELATIVAS A LA UTILIZACION DE EQUIPOS DE TRABAJO PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS TEMPORALES EN ALTURA (R.D. 2177/2004).....	8
3	OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS.....	9
3.1	PROMOTOR .....	9
3.2	DIRECCIÓN FACULTATIVA .....	9
3.3	COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN.....	10
3.4	CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	10
3.5	TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	11
4	ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA.....	12
4.1	TRAMITACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	12
4.2	ORGANIGRAMA DE SEGURIDAD EN OBRA.....	13
4.3	RESPONSABLES DE SEGURIDAD A PIE DE OBRA.....	13
4.4	ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA CONTRATA.....	14
5	REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA.....	14
5.1	COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA.....	14
5.2	DELEGADOS DE PREVENCIÓN .....	15
5.3	SERVICIOS DE PREVENCIÓN .....	15
6	MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE .....	16
6.1	PRIMEROS AUXILIOS .....	16
6.2	BOTIQUÍN .....	17
6.3	EXTINCIÓN DE INCENDIOS.....	17
7	COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES .....	18
8	SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	18
9	FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES.....	19
10	VIGILANCIA DE LA SALUD.....	20
11	RESPONSABILIDADES Y PENALIZACIONES.....	20
11.1	REQUERIMIENTOS POR INCUMPLIMIENTOS.....	20
11.2	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	21

	<p>MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO          INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE          EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO          (NUDO LA SERNA)          TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)</p>	
--	---	--

11.3 LIBRO DE INCIDENCIAS .....	21
11.4 PENALIZACIONES .....	21
12 AVISO PREVIO .....	22





## **1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN**

### **1.1 DISPOSICIONES DE LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA**

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Constitución Española de 27 de diciembre de 1978.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de Enero, por el 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 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, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.
- Ley 32/2006 Reguladora de La Subcontratación y R.D. 1109/2007 por el que se desarrolla dicha ley.

### **1.2 NORMAS LEGALES Y APLICABLES A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS**

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.



- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 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.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- 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.
- 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 de los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, 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 máquinas.
- 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.
- Orden de 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para Obras.
- Orden de 30 de junio de 1966, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores, Ascensores y Montacargas.
- Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención. \_ ITC-MIE-AEM 2: Instrucción Técnica Complementaria referente a grúa torre desmontables para obras. \_ ITC-MIE-AEM 4: Instrucción Técnica Complementaria sobre grúas móviles autopropulsadas usadas.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 473/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 76/767/CEE sobre Aparatos a Presión.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación y Orden de 6 de julio de 1984, por la que se



aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

- R.D. 2060/2008 de 5 de febrero de 2009, entra en vigor a los 6 meses de su publicación. Este R.D. deroga el Real Decreto 1244/1979, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión, a excepción de la instrucción técnica complementaria MIE-AP3, referente a generadores de aerosoles.

- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias. \_ MIE-APQ-1: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles. \_ MIE-APQ-5: Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión. \_ MIE-APQ-6: Almacenamiento de líquidos corrosivos. \_ MIE-APQ-7: Almacenamiento de líquidos tóxicos.

- UNE 58-101-92, "Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obras", parte I "Condiciones de diseño y fabricación", parte II "Condiciones de instalación y utilización", parte III "Documentación" y parte IV "Vida de la grúa".

## **2 PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD**

### **2.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Los Equipos de Protección Individual, en adelante EPI's, deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Los EPI que se utilicen en la obra deberán cumplir con la reglamentación que sobre comercialización (diseño y fabricación) les afecta, a fin de garantizar las exigencias técnicas que de los mismos se requieren. En este sentido, a los EPI les es de aplicación todo lo dispuesto en la legislación vigente:

- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

- O.M. de 16 de mayo de 1994, por el que se modifica el R.D. 1407/1992.

- R.D. 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el R.D. 1407/1992.

- O.M. de 20 de febrero de 1997, por la que se modifica el anexo del R.D. 159/1995 en lo relativo a su diseño, fabricación y comercialización.

Con carácter general, a la hora de la elección, las características que deben reunir los EPI's son:

1. Adecuados a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
2. Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas, así como el estado de salud del trabajador.
3. Adecuarse al portador, tras los ajustes adecuados.



4. Otros aspectos a tener en cuenta con respecto al uso de los equipos son los que a continuación se indican:

- Todos los equipos de protección individual tanto de uso personal como colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.
- Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de lo habitual en un determinado equipo o prenda, se repondrá independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.
- Todo equipo o prenda de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido será desechado y reemplazado al momento.
- Aquellos equipos o prendas de protección que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias superiores a las admitidas por el fabricante, serán reemplazados inmediatamente.
- El uso de un equipo o una prenda de protección, nunca deberá representar un riesgo por sí mismo.
- Todo E.P.I. entregado a los trabajadores, cumplirá la normativa existente respecto de la homologación, por lo que llevarán estampados marcado “CE” indicativo de que el producto es conforme con las “exigencias esenciales de salud y seguridad”.

## 2.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

Los Equipos de Protección Colectiva, al igual que los de Protección Individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

A las Protecciones Colectivas les afecta la siguiente normativa:

- R.D. 486/1997 “Lugares de trabajo”. Determina las condiciones de seguridad y dimensiones que deberán tener barandillas, rampas y escaleras.
- R.D. 1215/1997 “Equipos de trabajo”. Determina requisitos mínimos que deben cumplir equipos de protección como son las redes de seguridad, andamios.
- R.D. 1627/1997 “Obras de construcción”. Determina características a cumplir por andamios y aparatos elevadores.

Sin perjuicio de lo anterior existe normativa específica para diversas protecciones colectivas:

- UNE EN 131-1:94 Escaleras: Terminología, tipos y dimensiones funcionales.
- UNE EN 131-2:94 Escaleras: Requisitos, ensayos, marcado
- UNE EN 1263-1:04 Redes de seguridad. Parte 1: Requisitos de seguridad, métodos de ensayo.
- UNE EN 1263-2:04 Redes de seguridad. Parte 2: Requisitos de seguridad para la instalación de redes de seguridad.
- UNE EN 13374:04 Sistemas provisionales de protección de borde.



## 2.3 SEÑALIZACIÓN

Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo se utilizará siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertarlos tras una emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva, ni de formación e información y se utilizará cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar riesgos o reducirlos suficientemente. Por otro lado, la señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella, salvo que el riesgo desaparezca con el corte de suministro.

Las señales se instalarán a una altura y en una posición apropiadas con relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y visible. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Se retirarán cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Existirán señales de advertencia, obligación, prohibición, dispositivos contra incendios, salvamento-socorro; la forma, dimensión y colores de las distintas señales se atenderán a lo dispuesto específicamente en los anexos II y III del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; así como a las especificaciones contenidas en el Anexo VII del mismo Real Decreto.

Como norma general la relación de señales en forma de panel que pueden ser de aplicación en la obra son:

- Señales de prohibición:
- Entrada prohibida a personas no autorizadas.
- Atención, peligro obras.
- Peligro, paso de cargas suspendidas.
- Prohibido maniobrar en la instalación eléctrica.



- Señales de obligación:
- Protección obligatoria de la cabeza.
- Protección obligatoria de los pies.
- Protección obligatoria de las manos.
- Protección individual obligatoria contra caídas.
- Vía obligatoria para peatones.
- Lucha contra incendios:
- Extintor.
- Dirección que debe seguirse.
- Señales de salvamento o socorro:
- Primeros auxilios.
- Salida de socorro.
- Dirección que debe seguirse.
- Teléfono de salvamento y primeros auxilios.

Además de las indicadas pueden existir señales de advertencia u obligación (caída a distinto nivel, protección de la vista, etc.) y ser necesaria su colocación debido a los riesgos que se presenten durante la realización de los trabajos.

En el plano "Señalización", que se acompaña a este estudio, se incluyen algunos ejemplos de los distintos tipos de señales.

## **2.4 PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES DISPOSICIONES RELATIVAS A LA UTILIZACION DE EQUIPOS DE TRABAJO PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS TEMPORALES EN ALTURA (R.D. 2177/2004)**

Si, en aplicación de lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en concreto, en sus artículos 15, 16 y 17, y en el artículo 3 de este real decreto, no pueden efectuarse trabajos temporales en altura de manera segura y en condiciones ergonómicas aceptables desde una superficie adecuada, se elegirán los equipos de trabajo más apropiados para garantizar y mantener unas condiciones de trabajo seguras, teniendo en cuenta, en particular, que deberá darse prioridad a las medidas de protección colectiva frente a las medidas de protección individual y que la elección no podrá subordinarse a criterios económicos. Las dimensiones de los equipos de trabajo deberán estar adaptadas a la naturaleza del trabajo y a las dificultades previsibles y deberán permitir una circulación sin peligro. La elección del tipo más conveniente de medio de acceso a los puestos de trabajo temporal en altura deberá efectuarse en función de la frecuencia de circulación, la altura a la que se deba subir y la duración de la utilización. La elección efectuada deberá permitir la evacuación en caso de peligro inminente. El paso en ambas direcciones entre el medio de acceso y las plataformas, tableros o pasarelas no deberá aumentar el riesgo de caída.



La utilización de una escalera de mano como puesto de trabajo en altura deberá limitarse a las circunstancias en que, habida cuenta de lo dispuesto en el primer párrafo, la utilización de otros equipos de trabajo más seguros no esté justificada por el bajo nivel de riesgo y por las características de los emplazamientos que el empresario no pueda modificar.

La utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas se limitará a circunstancias en las que la evaluación del riesgo indique que el trabajo puede ejecutarse de manera segura y en las que, además, la utilización de otro equipo de trabajo más seguro no esté justificada.

Teniendo en cuenta la evaluación del riesgo y, especialmente, en función de la duración del trabajo y de las exigencias de carácter ergonómico, deberá facilitarse un asiento provisto de los accesorios apropiados.

Dependiendo del tipo de equipo de trabajo elegido con arreglo a los apartados anteriores, se determinarán las medidas adecuadas para reducir al máximo los riesgos inherentes a este tipo de equipo para los trabajadores. En caso necesario, se deberá prever la instalación de unos dispositivos de protección contra caídas. Dichos dispositivos deberán tener una configuración y una resistencia adecuadas para prevenir o detener las caídas de altura y, en la medida de lo posible, evitar las lesiones de los trabajadores. Los dispositivos de protección colectiva contra caídas sólo podrán interrumpirse en los puntos de acceso a una escalera o a una escalera de mano.

Cuando el acceso al equipo de trabajo o la ejecución de una tarea particular exija la retirada temporal de un dispositivo de protección colectiva contra caídas, deberán preverse medidas compensatorias y eficaces de seguridad, que se especificarán en la planificación de la actividad preventiva. No podrá ejecutarse el trabajo sin la adopción previa de dichas medidas. Una vez concluido este trabajo particular, ya sea de forma definitiva o temporal, se volverán a colocar en su lugar los dispositivos de protección colectiva contra caídas.

Los trabajos temporales en altura sólo podrán efectuarse cuando las condiciones meteorológicas no pongan en peligro la salud y la seguridad de los trabajadores.

### **3 OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS**

#### **3.1 PROMOTOR**

El Promotor es cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realiza la obra. Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

#### **3.2 DIRECCIÓN FACULTATIVA**

Son el técnico o técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra. Cuando no sea necesaria la designación de coordinador de seguridad y salud, la dirección facultativa asumirá parte de las funciones a desempeñar por el coordinador, en concreto:

- Deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud, antes del comienzo de la obra.
- Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas accedan a la obra.



- Facilitar el Libro de incidencias, tenerlo en su poder y en caso de anotación, estará obligado a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra.

### 3.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud es el técnico competente integrado en la Dirección Facultativa, designado por el Promotor para llevar a cabo las tareas que se mencionan en el artículo 9 del R.D. 1627/1997.

Durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- 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 durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.

- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

### 3.4 CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, con medios humanos y materiales propios y ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

El subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Contratista, Empresario Principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Cada Contratista en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud o en su caso el Estudio Básico, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico, 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 podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio o Estudio Básico.

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, de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 del R.D. 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de 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 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 con la aprobación expresa de los párrafos anteriores.

Los 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, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997.

- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 de dicho Real Decreto.

- 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.

- Informar y proporcionar las instrucciones a los Trabajadores Autónomos sobre todas las medidas que se hayan de adoptar en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

- Los Contratistas y los Subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los Trabajadores Autónomos por ellos contratados.

- Las responsabilidades de los Coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los Contratistas y a los Subcontratistas.

### **3.5 TRABAJADORES AUTÓNOMOS**

Trabajador Autónomo es la persona física distinta del Contratista y del Subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

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 R.D. 1627/1997.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del citado 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.
- 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 en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.
- Cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

## **4 ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA**

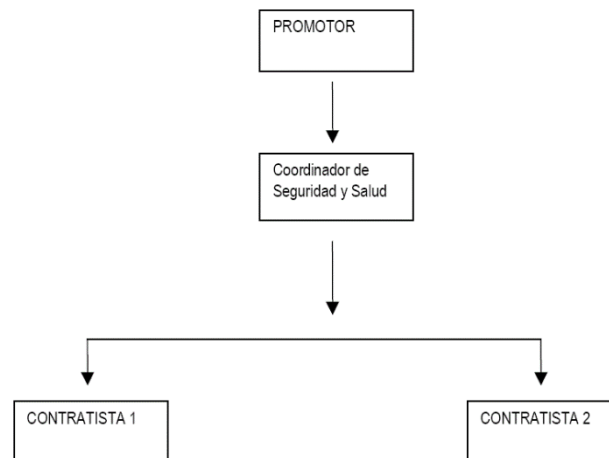
### **4.1 TRAMITACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El presente estudio de seguridad y salud se facilitará a las empresas contratistas para que tal y como establece el art. 7 del R.D. 1627/97, elaboren el correspondiente plan de seguridad y salud para la obra, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, 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 o estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

## 4.2 ORGANIGRAMA DE SEGURIDAD EN OBRA



## 4.3 RESPONSABLES DE SEGURIDAD A PIE DE OBRA

La organización de la seguridad en la obra es responsabilidad del Promotor, quien designará (cuando corresponda) al coordinador en materia de seguridad y salud en la fase de ejecución de obra, con las competencias y funciones descritas en el apartado de Obligaciones de las partes implicadas.

Cada empresa contratista contará a pie de obra con un responsable de seguridad y salud, que corresponderá con una persona de acreditada competencia (con formación en materia de prevención de riesgos y de primeros auxilios), siendo la encargada de organizar, dirigir y mantener el control y supervisión de los trabajos realizados por empleados de su Empresa así como de los realizados por otras Empresas subcontratadas. Como norma general tendrá asignadas las siguientes funciones:

- Organizar los trabajos dentro del ámbito de su competencia, para garantizar la realización de los mismos con las suficientes garantías de seguridad.
- Supervisar y controlar de forma continuada el cumplimiento de las normas de seguridad por parte de trabajadores propios como de trabajadores subcontratados.
- Permitir el acceso de sólo personal autorizado/cualificado a los lugares de especial peligrosidad, o a la realización de actividades de especial riesgo (trabajos en altura, eléctricos, etc.).
- Permitir la manipulación de maquinaria y vehículos sólo a aquél personal que posea los permisos necesarios y/o reglamentarios, y estén suficientemente formados y adiestrados.
- Permitir el uso de máquinas, máquinas-herramientas sólo al personal suficientemente formado y adiestrado en su uso.
- Controlar que las instalaciones provisionales de obra no presentan riesgos para los trabajadores.
- Procurar que la obra se encuentre en buen estado de orden y limpieza.
- Controlar el uso efectivo de los Equipos de Protección Individual (EPI's) necesarios para los trabajos, así como se encargará de su suministro y reposición.



- Supervisar la correcta ubicación y funcionamiento de las protecciones colectivas (barandillas de protección, redes, pasarelas, etc.), no permitiendo los trabajos si éstas no existen o han sido anuladas.
- Controlar el buen estado y correcto funcionamiento de la maquinaria y medios auxiliares empleados.
- Supervisar que se cumple con las normas y procedimientos establecidos, especialmente con las cinco reglas de oro, para trabajos en instalaciones eléctricas.
- Informar puntualmente a su inmediato superior de los incumplimientos que se produzcan en materia de seguridad.
- Suspender la actividad en caso de riesgo grave e inminente para la seguridad de los trabajadores.
- Tener en su poder una lista con las direcciones y teléfonos de los centros sanitarios y de extinción de incendios más cercanos, por si fuese necesario en caso de accidente.

#### **4.4 ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA CONTRATA**

La modalidad de organización de los recursos para el desarrollo de las actividades preventivas de las distintas Empresas que desarrollen los trabajos deberá estar contemplada en lo expresado en el capítulo III del Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Por otro lado, todo el personal antes de incorporarse por primera vez a la obra deberá haber pasado Reconocimiento Médico sobre capacitación para el trabajo a desempeñar así como recibirá las instrucciones (información) y formación complementaria en materia de seguridad referida a los trabajos a realizar.

### **5 REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA**

A lo largo de la ejecución del proyecto, se deben realizar reuniones de seguridad en obra, donde se traten todos aquellos aspectos que afecten a la seguridad de la misma, y especialmente se haga un seguimiento y control sobre los incumplimientos detectados.

A estas reuniones podrán asistir además de las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (en el caso en que sea necesario su nombramiento), la dirección facultativa y el promotor o representante del mismo.

#### **5.1 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA**

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos.

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El Comité estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra.



En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la composición a la que se refiere el párrafo anterior.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo, adoptando sus propias normas de funcionamiento.

## 5.2 DELEGADOS DE PREVENCIÓN

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo, reflejadas en el artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (L.P.R.L.).

El número de Delegados de Prevención en la Empresa viene determinado en el artículo 35 de la citada Ley, pudiendo ser:

- El Delegado de Personal cuando éste exista (artículo 35.2 de la L.P.R.L.).
- Por elección por mayoría entre los trabajadores si en el centro de trabajo no hay representantes con antigüedad suficiente (adicional 4ª de la L.P.R.L.).
- Cualquier otro trabajador designado por los trabajadores o sus representantes según lo dispuesto en el convenio colectivo (artículo 35.4 de la L.P.R.L.).

## 5.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

El Servicio de Prevención es el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados. Para el ejercicio de sus funciones, el empresario deberá facilitar a dicho servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado 3 del artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los servicios de Prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El Servicio de Prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y



número de componentes de estos servicios, así como sus recursos técnicos, deberán ser suficientes a adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa.
- Tipos de riesgo a los que puedan encontrarse expuestos los trabajadores.
- Distribución de riesgos en la empresa.

## **6 MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE**

El principal objetivo ante cualquier emergencia es su localización y, a ser posible, su eliminación, reduciendo al mínimo sus efectos sobre las personas y las instalaciones.

Por ello antes del comienzo de los trabajos todo el personal de obra deberá recibir información e instrucciones precisas de actuación en caso de emergencia y de primeros auxilios.

En particular a los trabajadores se les informará, entre otros puntos de:

- Medidas de evacuación de los trabajadores (salidas de emergencia existentes).
- Normas de actuación sobre lo que “se debe” y “no se debe hacer” en caso de emergencia.
- Medios materiales de extinción contra incendios y actuación en primeros auxilios.

Por otra parte, cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un riesgo grave e inminente el Jefe de Brigada (Encargado o Capataz) deberá:

- Informar inmediatamente a todos los trabajadores afectados sobre la existencia de dicho riesgo así como de las medidas preventivas a adoptar.
- Adoptar las medidas y dar las órdenes necesarias para que en caso de riesgo grave, inminente e inevitable los trabajadores puedan interrumpir su actividad, no pudiéndose exigir a los trabajadores que reanuden su actividad tanto en cuanto persista el peligro.
- Habilitar lo necesario para que el trabajador que no pudiese ponerse en contacto con su superior ante una situación de tal magnitud interrumpa su actividad, poniéndolo en conocimiento de su superior inmediato en el mínimo tiempo posible.
- Poner en conocimiento en el menor tiempo posible de la Dirección Facultativa y del titular del Centro de Trabajo, la aparición de tales circunstancias.

### **6.1 PRIMEROS AUXILIOS**

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, que estará ubicado en lugar accesible, próximo a los trabajos y conocido por todos los trabajadores, siendo el Jefe de Brigada (Encargado o Capataz) el responsable de revisar y reponer el material.

En caso de producirse un accidente durante la realización de los trabajos, se procederá según la gravedad que presente el accidentado.





Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante.

Si el accidente tiene visos de importancia (grave) se acudirá al Centro Asistencial de la mutua a la cual pertenece la Contrata o Subcontrata, (para lo cual deberán proporcionar la dirección del centro asistencial más cercano de la mutua a la que pertenezca), donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano.

Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

## 6.2 BOTIQUÍN

El contenido mínimo del botiquín será: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Junto al botiquín se dispondrá de un cartel en el que figuren de forma visible los números de teléfonos necesarios en caso de urgencias como los del hospital más próximo, centro asistencial más cercano, de la mutua de las distintas empresas intervinientes, servicio de ambulancias, bomberos, policía local,...

## 6.3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Este apartado tiene por objeto dar una serie de recomendaciones relativas a la actuación contra el fuego en el caso de que éste llegara a producirse.

En primer lugar se intentará sofocar el conato de incendio y, si se observara que no se puede dominar el incendio, se avisará de inmediato al servicio Municipal de Bomberos.

Para hacer funcionar los extintores portátiles se seguirán los siguientes pasos:

- Sacar la anilla que hace de seguro.
- Abrir la válvula de gas impulsor de botellín adosado (si es de presión incorporada no tiene este paso).
- Apretar la pistola dirigiendo el chorro a la base de las llamas y barrer en abanico.

La posición más ventajosa para atacar el fuego es colocarse de espaldas al viento en el exterior, o a la corriente en el interior de un local. Es elemental dirigir el chorro de salida hacia la base de las llamas, barriendo en zigzag y desde la parte más próxima hacia el interior del incendio. Si se utilizan sobre líquidos inflamables, no se debe aproximar mucho al fuego ya que se corre el peligro de que se proyecte el líquido al exterior. Hay que barrer desde lejos y acercarse poco a poco al fuego. Siempre que las actuaciones para atacar no se dificulten grandemente a consecuencia del humo, no deben abrirse puertas y ventanas; provocarían un tiro que favorecerían la expansión del incendio. Recordar que a falta de protección respiratoria, una protección improvisada es colocarse un pañuelo húmedo cubriendo la entrada de las vías respiratorias, procurando ir agachado a ras del suelo, pues el humo por su densidad tiende a ir hacia arriba.



Si se inflaman las ropas, no correr, las llamas aumentarían. Revolcarse por el suelo y/o envolverse con manta o abrigo. Si es otra la persona que vemos en dicha situación, tratar de detenerla de igual forma.

## 7 COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES

El Empresario cumplimentará el parte de accidente de trabajo (según el modelo oficial) en aquellos accidentes de trabajo o recaídas que conlleven la ausencia del accidentado del lugar de trabajo de, al menos, un día, salvedad hecha del día en que ocurrió el accidente, previa baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa a la Mutua o Entidad Gestora o Colaboradora de la Seguridad Social, que tiene a su cargo la protección por accidente de trabajo, en el plazo máximo de 5 días hábiles, contados desde la fecha en que se produjo el accidente o desde la fecha de la baja médica.

Aquellos accidentes ocurridos en el centro de trabajo o por desplazamiento en jornada de trabajo que provoquen el fallecimiento del trabajador, que sean considerados como graves o muy graves, o que el accidente ocurrido en un centro de trabajo afecte a más de cuatro trabajadores, pertenezcan o no en su totalidad a la plantilla de la Empresa, esta además de cumplimentar el parte de accidente comunicará éste hecho, en el plazo máximo de 24 horas, por telegrama u otro medio de comunicación análogo, a la Autoridad Laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente, debiendo constar en la comunicación la razón social, domicilio y teléfono de la Empresa, nombre del accidentado, dirección completa del lugar donde ocurrió el accidente así como una breve descripción del mismo.

La relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica deberá cumplimentarse mensualmente. Dicho documento será remitido por la Empresa, en los modelos oficiales, a la entidad gestora de accidentes de trabajo en los plazos que marca la legislación vigente.

Finalmente, todo incidente o accidente ocurrido en obra debe quedar registrado, debiendo notificarse en todos los casos al Coordinador de Seguridad y Salud, o a la Dirección Facultativa cuando no fuera necesaria su designación, a la mayor brevedad posible.

Todo accidente ocurrido en la obra debe ser investigado por la empresa a la que pertenezca el trabajador, elaborando el preceptivo informe de investigación de accidentes, que deberá ser archivado junto con el resto de documentación del accidente. Este informe estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud, y de la Dirección Facultativa.

La notificación de accidentes o incidentes dentro de obra deberá ser notificada de forma inmediata a los responsables de obra/técnicos de seguridad de la misma (máximo 3h desde que tiene lugar el incidente/accidente sin o con baja laboral).

## 8 SERVICIOS HIGIÉNICOS

En aplicación de lo exigido a este respecto por la normativa aplicable, anexo IV parte A del R.D.1627/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se deberán destinar los servicios higiénicos (vestuarios, retretes y lavabos) necesarios para los trabajadores.

En el caso en que se utilicen instalaciones provisionales (casetas o similar), se garantizará para todo el periodo que abarque la ejecución, mientras exista personal imputable a la misma.



Las instalaciones se mantendrán en adecuadas condiciones de higiene y limpieza, quedando totalmente prohibido el almacenamiento de sustancias y material de obra en su interior, pues su uso no es el de almacén.

Los suelos, paredes y techos serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria, debiendo encontrarse los vestuarios próximos a las salas de aseo.

No obstante, al ejecutarse la obra en locales ya construidos, y dotados ya de este tipo de instalaciones, podrán utilizarse las mismas (previo acuerdo con la propiedad), o en su caso los existentes en las instalaciones de las empresas a las que pertenezcan, cuando esta posibilidad sea viable.

Además, en la obra, los trabajadores dispondrán de suficiente agua potable, la cual se mantendrá en recipientes adecuados para su conservación e higiene y marcados con el nombre de su contenido.

## 9 FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados. Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los trabajos a los cuales van a ser asignados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear personal y colectivamente.

Se insistirá en la importancia del uso de los medios preventivos puestos a su disposición, enseñando su correcto uso y explicando las situaciones peligrosas a que la negligencia o la ignorancia pueden llevar. Conforme al artículo 8 del R.D. 773/1997, de 30 de mayo, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones, preferentemente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

El empresario garantizará la formación y organizará, en su caso, sesiones de entrenamiento, para la correcta utilización de los Equipos de Protección Individual, especialmente cuando se requieran la utilización simultánea de varios equipos que por su especial complejidad así lo haga necesaria.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursos de socorrismo y primeros auxilios, de forma de que en cada obra disponga de algún socorrista con todos los medios que precise.

Por otra parte, conforme el artículo 5 del R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, los trabajadores y los representantes de los trabajadores deberán recibir una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

La información suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo



en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.

- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.
- Cualquier otra información de utilidad preventiva.

Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.

## **10 VIGILANCIA DE LA SALUD**

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Atendiendo a esta obligación, todo trabajador que se incorpore a la obra, habrá pasado un reconocimiento médico que avale su aptitud médica para el desempeño de las actividades que vaya a realizar.

Todo el personal en obra debe disponer de certificado de aptitud médica, independientemente de las labores a realizar dentro de obra.

## **11 RESPONSABILIDADES Y PENALIZACIONES**

El incumplimiento de las obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales podrá dar lugar a responsabilidades administrativas, así como en su caso, a responsabilidades penales y a las civiles por los daños y perjuicios que puedan derivarse de dicho incumplimiento.

No se penalizará los hechos que hayan sido sancionados penal o administrativamente, en los casos que se aprecie la identidad de sujeto hecho y fundamento, por parte de la Autoridad Laboral competente.

### **11.1 REQUERIMIENTOS POR INCUMPLIMIENTOS**

Cuando el Coordinador de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa comprobare la existencia de una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales, requerirá al empresario para la subsanación de las deficiencias observadas, salvo que por la gravedad e inminencia de los riesgos procediese acordar la paralización prevista en el artículo 14 del R.D. 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, todo ello sin perjuicio de la propuesta de sanción correspondiente en su caso.

El requerimiento formulado por el Coordinador de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa se hará saber por escrito al empresario presuntamente responsable señalando las anomalías para su subsanación. Dicho requerimiento se pondrá, asimismo, en conocimiento de los Delegados de Prevención.

Si se incumpliera el requerimiento formulado, persistiendo los hechos infractores, la persona que realiza la demanda propondrá al Promotor la penalización por tales hechos.



## 11.2 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador de Seguridad y Salud o cualquier otra persona integrada en la Dirección Facultativa compruebe que la inobservancia de la normativa sobre prevención de riesgos laborales implica, a su juicio, un riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores podrá ordenar la paralización inmediata de tales trabajos o tareas, dejando constancia en el Libro de Incidencias.

Dicha medida será comunicada a la Empresa responsable, que la pondrá en conocimiento inmediato de los trabajadores afectados, del Delegado de Prevención o, en su ausencia, de los Representantes del Personal. Por otro lado, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social del cumplimiento de esta notificación.

La paralización de los trabajos se levantará por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social si la hubiese decretado, por el Coordinador de Seguridad y Salud o por el Empresario tan pronto como se subsanen las causas que la motivaron, debiendo el empresario comunicarlo a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y/o al Coordinador de Seguridad y Salud, según el caso.

## 11.3 LIBRO DE INCIDENCIAS

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. El Libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud. A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa, los Contratistas, los 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 los fines a que se refiere el párrafo primero de este apartado.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud, estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la Provincia en la que se realiza la obra. Igualmente deberá notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

## 11.4 PENALIZACIONES

Son infracciones a la normativa en materia de Prevención de Riesgos Laborales las acciones u omisiones de los Empresarios que incumplan las normas legales, reglamentarias y cláusulas normativas de los convenios colectivos en materia de seguridad y salud sujetas a responsabilidades conforme a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Sin perjuicio de las responsabilidades administrativas, civiles y penales de las Contratistas y Subcontratistas, el Coordinador de Seguridad y Salud podrá proponer al Promotor la aplicación de penalizaciones.

Se calificarán estas penalizaciones como leves, graves y muy graves, en atención a la naturaleza del deber infringido y la entidad del derecho afectado, de conformidad con los apartados siguientes.

Las penalizaciones podrán imponerse en grado mínimo, medio y máximo, atendiendo a los siguientes criterios:





- La peligrosidad de las actividades desarrolladas.
- El carácter transitorio o permanente de los riesgos.
- La gravedad de los daños producidos o que hubieran podido producirse por la ausencia o deficiencia de las medidas preventivas necesarias.
- El número de trabajadores afectados.
- Las medidas de protección individual o colectiva adoptadas por el empresario y las instrucciones impartidas por éste en orden a la prevención de riesgos.
- El incumplimiento de advertencias o requerimientos previos del Coordinador de Seguridad y Salud.
- La inobservancia de las propuestas realizadas por los Servicios de Prevención, los Delegados de Prevención o el Comité de Seguridad y Salud de la empresa para la corrección de las deficiencias legales existentes.
- La conducta general seguida por el empresario en orden a la estricta observancia de las normas en materia de prevención de riesgos laborales.

## 12 AVISO PREVIO

Antes de dar comienzo a las obras, el promotor deberá efectuar un aviso a la entidad laboral correspondiente redactado con el siguiente contenido:

FECHA:

DIRECCIÓN DE LA OBRA:

PROMOTORE(S) (nombre y dirección):

TIPO DE OBRA:

PROYECTISTA(S) (nombre y dirección):

COORDINADOR(ES) EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE LA OBRA (nombre y dirección):

COORDINADOR(ES) EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA (nombre y dirección):



FECHA PREVISTA DEL COMIENZO DE LA OBRA:

DURACIÓN PREVISTA DE LOS TRABAJOS DE LA OBRA:

NÚMERO MÁXIMO ESTIMADO DE TRABAJADORES EN LA OBRA:

NÚMERO PREVISTO DE CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS EN LA OBRA:

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS, YA SELECCIONADOS

	MODIFICADO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO REPOTENCIACIÓN MONTES DE CIERZO (NUDO LA SERNA) TTMM: CINTRUÉNIGO Y TUDELA (NAVARRA)	
--	--	--

Además se deberá indicar el plan de seguridad y salud, que deberá estar a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y de los Técnicos de los Organismos competentes en materia de Seguridad y Salud.

El aviso previo deberá ser puesto en conocimiento de los contratistas, subcontratistas y del coordinador de Seguridad y Salud.

## DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### III – PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### III -PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD			
<b>01.01</b>	<b>SUBCAPÍTULO 01 PROTECCIONES PERSONALES</b>		
	<b>PROTECCIONES PERSONALES</b>		
	Conjunto de medidas de protección personales formado por guantes, botas, protectores auditivos, protecciones para soldadores		
		1,00	1.550,00 €
			1.550 €
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01 PROTECCIONES PERSONALES</b>		<b>1.550 €</b>
<b>01.02</b>	<b>SUBCAPÍTULO 02 PROTECCIONES COLECTIVAS</b>		
	<b>PROTECCIONES COLECTIVAS</b>		
	Conjunto de protecciones colectivas formado por: cable fiador, línea de vida, señalización de obras, carteles indicativos y todo material necesario la señalización de obras		
		1,00	500,00 €
			500 €
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02 PROTECCIONES COLECTIVAS</b>		<b>500 €</b>
<b>01.03</b>	<b>SUBCAPÍTULO 03 EXTINCIÓN DE INCENDIOS</b>		
	<b>EXTINCIÓN DE INCENDIOS</b>		
	Conjunto de medidas de extinción de incendios,		
		1,00	150,00 €
			150 €
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 03 EXTINCIÓN DE INCENDIOS</b>		<b>150 €</b>
<b>01.04</b>	<b>SUBCAPÍTULO 04 INSTALACION ELECTRICA</b>		
	<b>INSTALACION ELECTRICA</b>		
	Instalación formada por armario eléctrico con elemento de protección adecuados y todo tipo de protecciones eléctricas necesarias para el montaje		
		1,00	300,00 €
			300 €
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 04 INSTALACION ELECTRICA</b>		<b>300 €</b>
<b>01.05</b>	<b>SUBCAPÍTULO 05 INSTALACION DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>		
	<b>INSTALACION DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>		
	Caseta de obra completamente acondicionada con baño completo		
		1,00	2.400,00 €
			2.400 €
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 05 INSTALACION DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>		<b>2.400 €</b>
<b>01.06</b>	<b>SUBCAPÍTULO 06 MEDICINA PREVENTIVA</b>		
	<b>MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b>		
	Reconocimientos médicos, botiquín completo, camillas y todo material relacionado de primeros auxilios		
		1,00	1.400,00 €
			1.400 €
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 06 MEDICINA PREVENTIVA</b>		<b>1.400 €</b>
<b>01.07</b>	<b>SUBCAPÍTULO 07 VIGILANCIA Y FORMACIÓN</b>		
	<b>VIGILANCIA Y FORMACIÓN</b>		
	Conjunto de horas de formación de seguridad para los trabajadores y visitas técnicas de seguridad.		
		1,00	1.700,00 €
			1.700 €
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 07 VIGILANCIA Y FORMACIÓN</b>		<b>1.700 €</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD</b>		<b>8.000 €</b>

RESUMEN DE PRESUPUESTO							
CAPÍTULO	DESCRIPCION						IMPORTE
01	PROTECCIONES INDIVIDUALES						1.550 €
02	PROTECCIONES COLECTIVAS						500 €
03	INSTALACION DE INCENDIOS						150 €
04	INSTALACION ELECTRICA						300 €
05	INSTALACION DE HIEGIENE Y BIENESTAR						2.400 €
06	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS						1.400 €
07	VIGILANCIA Y FORMACION						1.700 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>							<b>8.000 €</b>



## DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

### IV – CROQUIS



## **INDICE IV –CROQUIS**

ESCALERAS DE MANO (I, II y III)

SEÑALIZACIÓN (I, II y III)

TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

BARANDILLA DE PROTECCIÓN

PROTECCIÓN EN ZANJAS (I y II)

BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO

PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

TERRAPLENES Y RELLENOS

CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS (I y II)

EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA

RIESGOS ELÉCTRICOS (I, II, III, IV y V)

TRABAJOS DE SOLDADURA

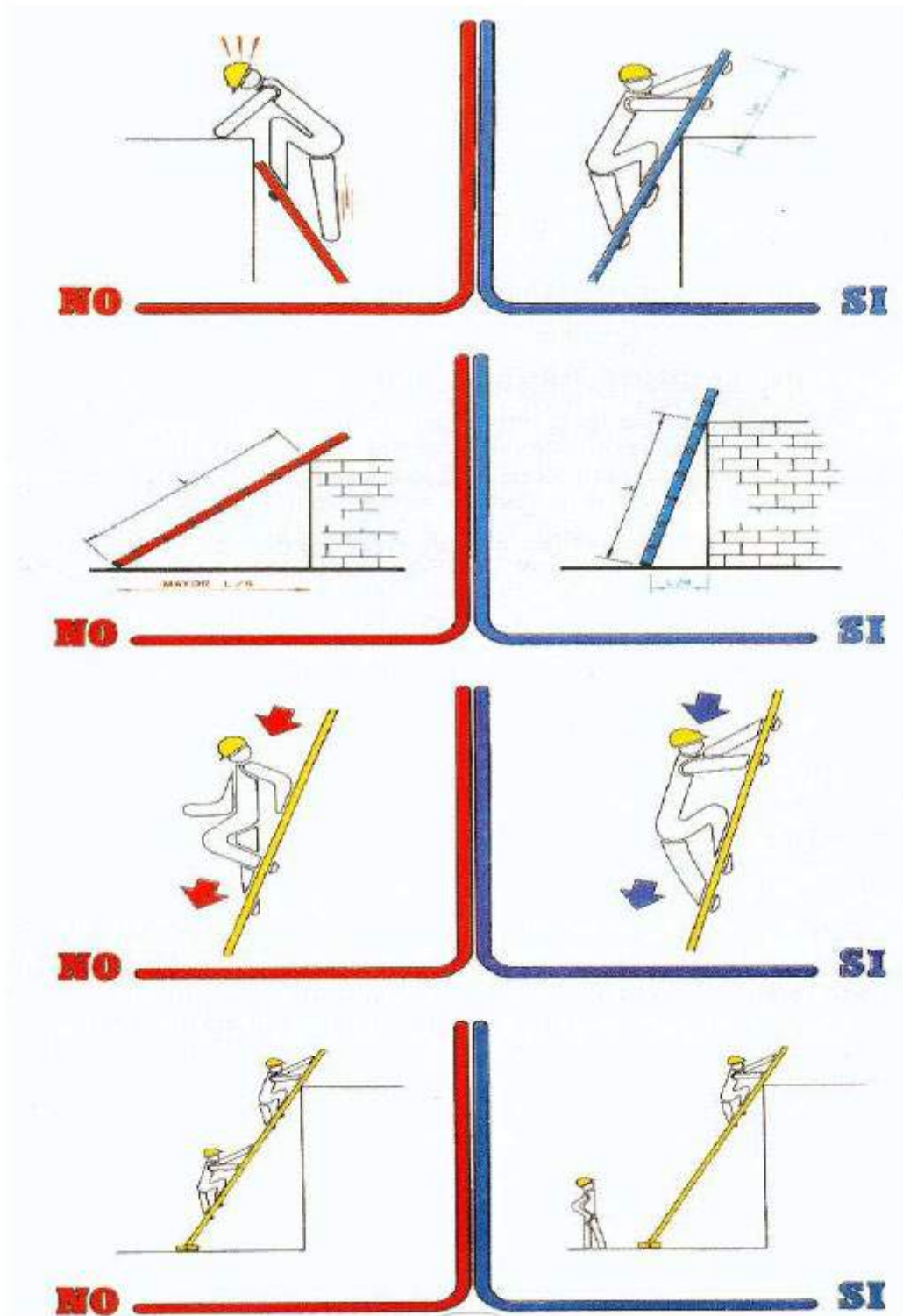
MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS (I y II)

CARTEL DE TELÉFONOS DE URGENCIA EN OBRA

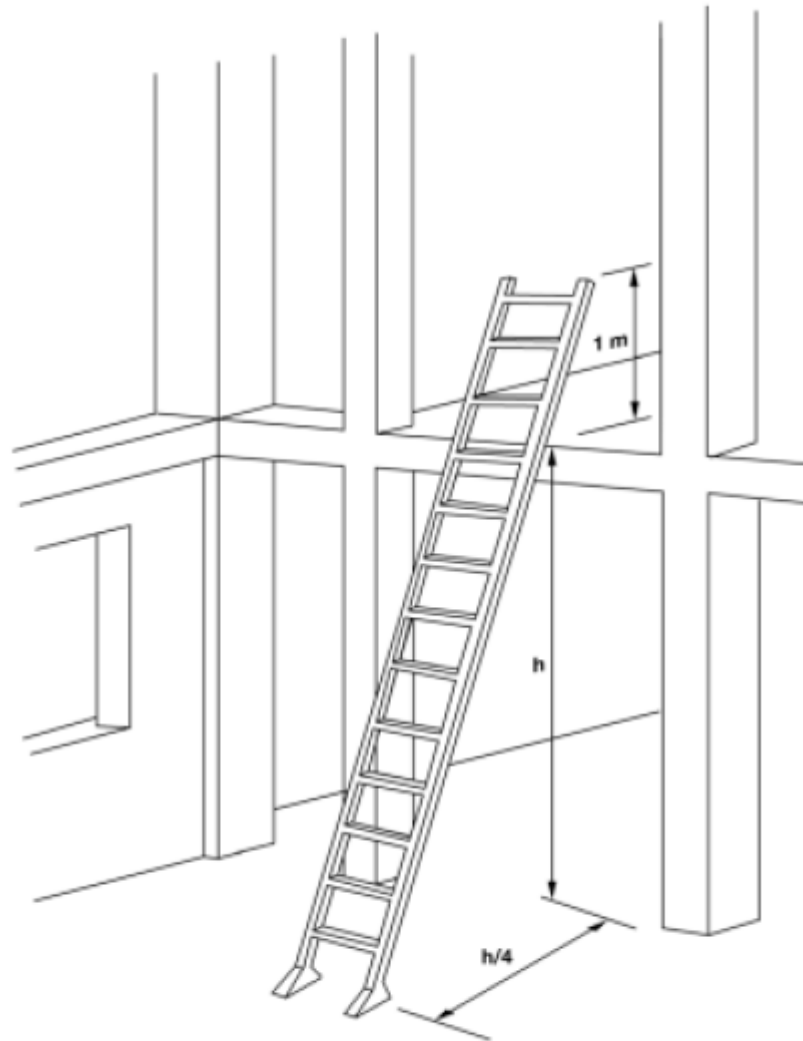
CABLES PUESTA A TIERRA PORTÁTILES

CABLES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO CON TRANSFORMADOR

CREACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO (I, II y III)



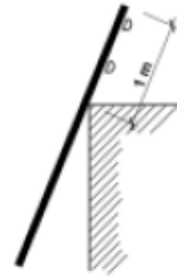
ESCALERAS DE MANO I



ESCALERAS DE MANO II



INCLINACIÓN RECOMENDADA



SOBREPASAR 1m. LA COTA MÁXIMA



FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO



USAR ZAPATAS ANTIDESLIZANTES



UN SOLO USUARIO A LA VEZ







LAS ESCALERAS DE TIJERA DEBEN  
DISPONER DE CUERDA O CADENA Y  
DE ZAPATAS ANTIDESLIZANTES

### ESCALERAS DE MANO III



## SEÑALIZACIÓN

La señalización de seguridad en los lugares de trabajo tiene como misión llamar la atención rápidamente sobre objetos y situaciones que pueden provocar peligros. Así como indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad. Las señales de seguridad se dividen en cuatro categorías, teniendo cada una de ellas una forma y color diferentes.

PROHIBICION Lo que no se debe hacer	OBLIGACION Lo que se debe hacer	ADVERTENCIA Precaución Delimitación de zonas peligrosas	SITUACION DE SEGURIDAD Emplazamiento de primeros auxilios Señalización de vías de evacuación
 <p>CORONA CIRCULAR CON BANDA OBLICUA DIAMETRAL DE COLOR ROJO</p>	 <p>CIRCULO CON CIRCUNFERENCIA EXTERNA CONCENTRICA AZUL</p>	 <p>TRIANGULO EQUILATERO DELIMITADO POR UNA BANDA AMARILLO</p>	 <p>CUADRADO RECTANGULO VERDE</p>
<p>1. Agua no potable</p> <p>2. Prohibido apagar con agua</p> <p>3. Prohibido encender fuego</p> <p>4. Prohibido fumar</p> <p>5. Prohibido el paso a peatones</p> <p>6. Alto! No pasar</p> <p>7. Prohibido transportar personas</p> <p>8. Prohibido el paso a carretillas</p> <p>9. Prohibido accionar</p> <p>10. No utilizar en caso de emergencia</p>	<p>11. Uso obligatorio de mascarilla</p> <p>12. Uso obligatorio de casco</p> <p>13. Uso obligatorio de protectores auditivos</p> <p>14. Uso obligatorio de gafas</p> <p>15. Uso obligatorio de guantes</p> <p>16. Uso obligatorio de botas</p> <p>17. Uso obligatorio de pantalla protectora</p> <p>18. Es obligatorio lavarse las manos</p> <p>19. Uso obligatorio de cinturón de seguridad</p> <p>20. Uso obligatorio de cinturón de seguridad</p> <p>21. Uso obligatorio de protector tijo</p>	<p>22. Riesgo de incendio</p> <p>23. Riesgo de explosión</p> <p>24. Riesgo de cargas suspendidas</p> <p>25. Riesgo de radiación</p> <p>26. Riesgo de intoxicación</p> <p>27. Riesgo de corrosión</p> <p>28. Riesgo eléctrico</p> <p>29. Peligro indeterminado</p> <p>30. Caída de objetos</p> <p>31. Caídas a distinto nivel</p> <p>32. Caídas al mismo nivel</p> <p>33. Radiaciones láser</p> <p>34. Paso de carretillas</p> <p>35. Riesgo biológico</p>	<p>36. Equipo primeros auxilios</p> <p>37. Dirección de socorro</p> <p>38. Localización salida de socorro</p> <p>39. Dirección hacia salida de socorro</p> <p>40. Dirección hacia primeros auxilios</p> <p>41. Localización primeros auxilios</p> <p>42. Salida de socorro. Deslizar</p> <p>43. Dirección hacia salida de socorro</p> <p>44. Vía de evacuación</p> <p>45. Salida en caso de emergencia</p>

SINI BO LOS: Colocados en el interior de las figuras de seguridad. Según Real Decreto nº 1.403 / 1988 del 9 de Mayo de 1986.

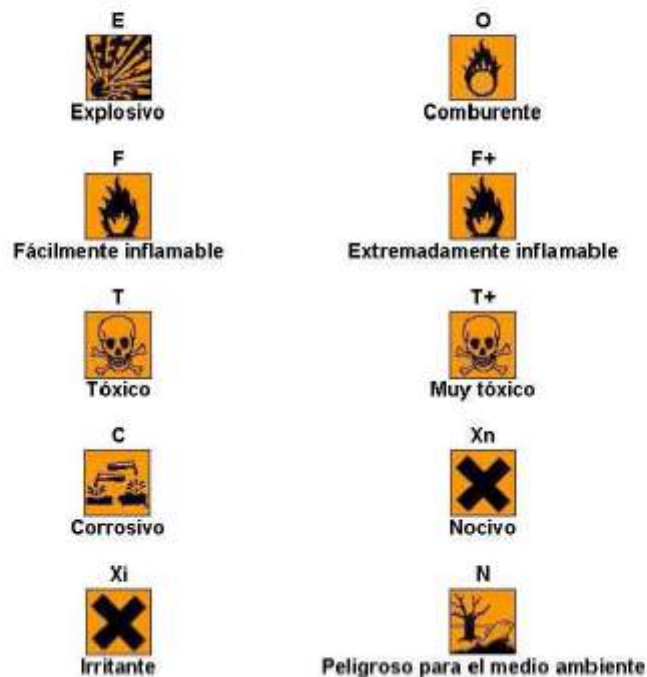
OTRO s SINI BO LOS

## SEÑALIZACIÓN I

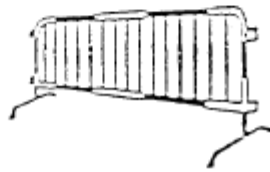
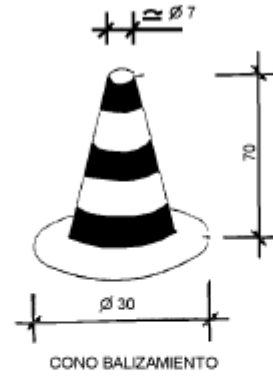


### SEÑALIZACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS:

Nota: Las letras E, O, F, F+, T, T+, C, Xn, Xi y N no forman parte del símbolo.



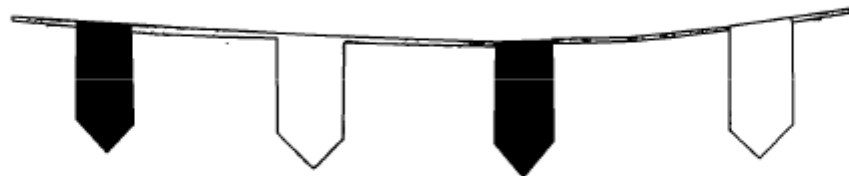
### SEÑALIZACIÓN II



VALLAS DESVIO TRAFICO

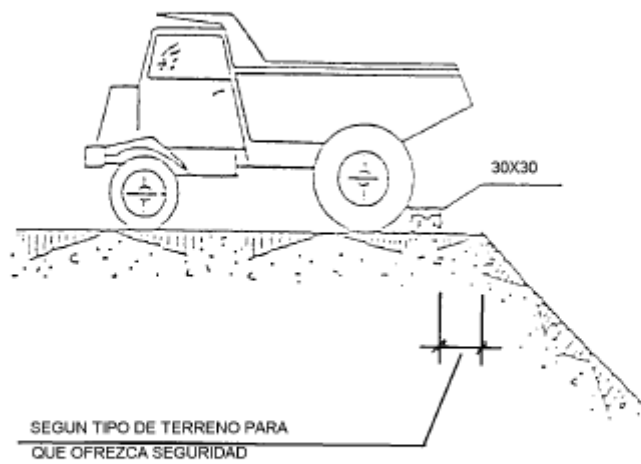
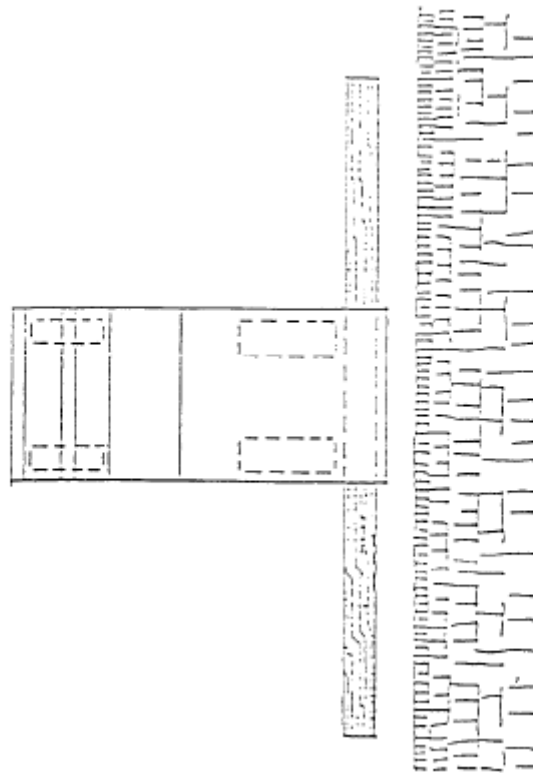


CINTA BALIZAMIENTO

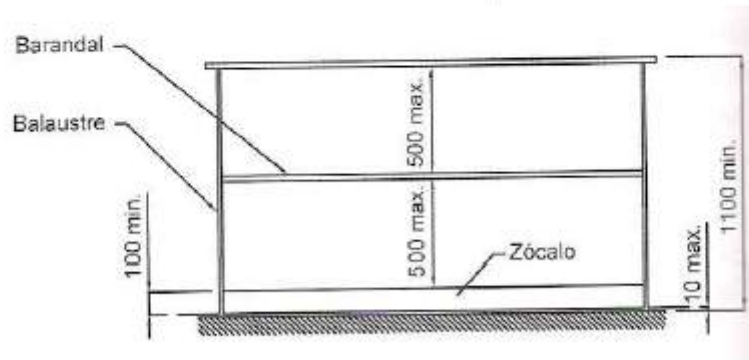
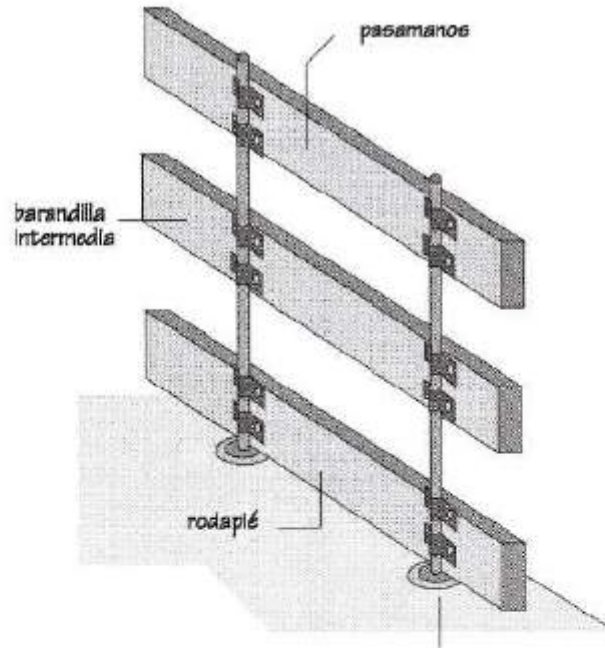


CORDON BALIZAMIENTO

### SEÑALIZACIÓN III

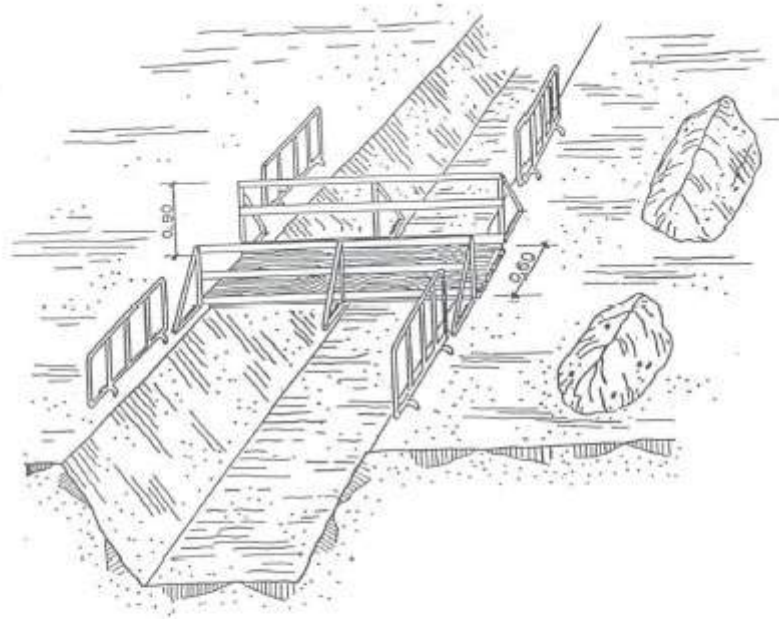


## TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

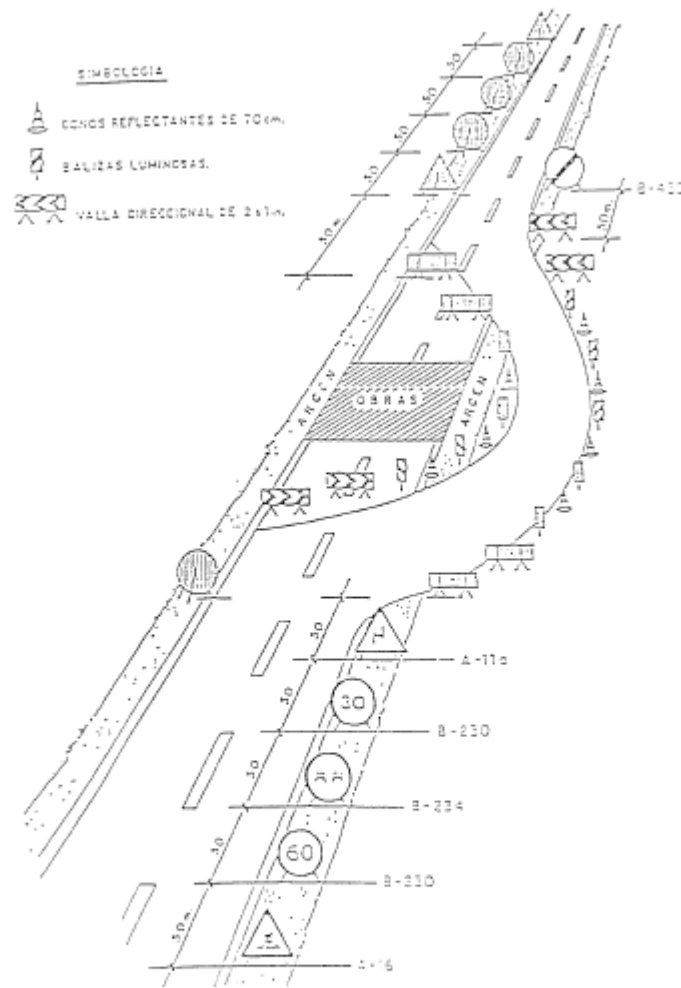


BARANDILLA DE PROTECCIÓN

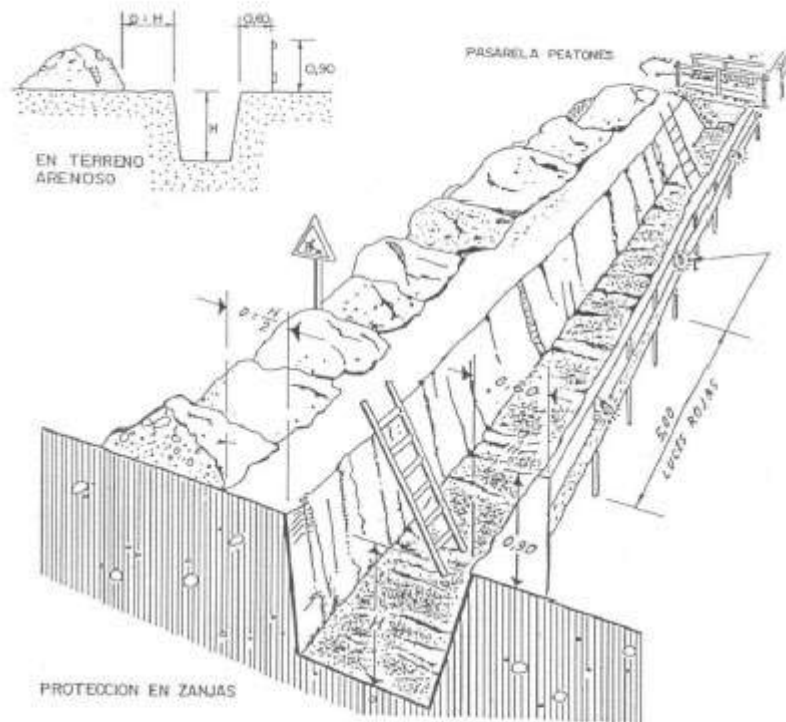




PROTECCIÓN EN ZANJAS I

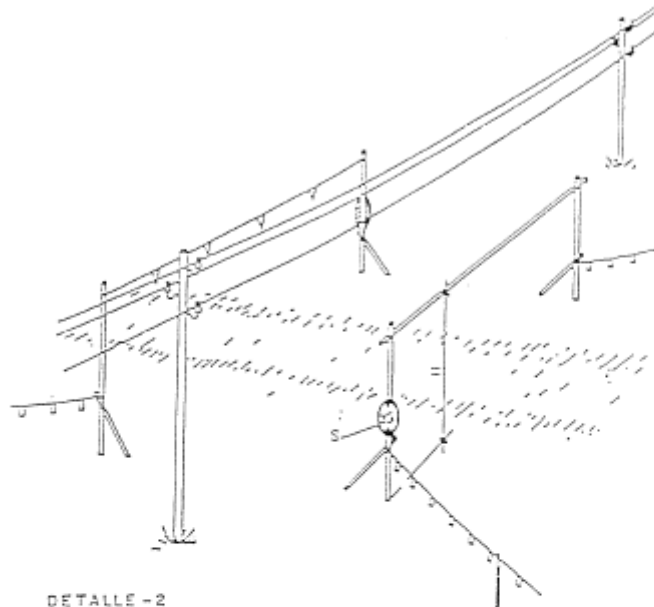


BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO



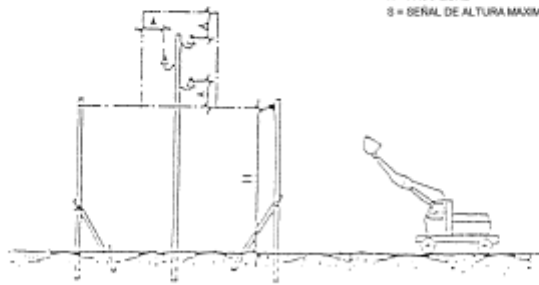
PROTECCIÓN EN ZANJAS II

PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS

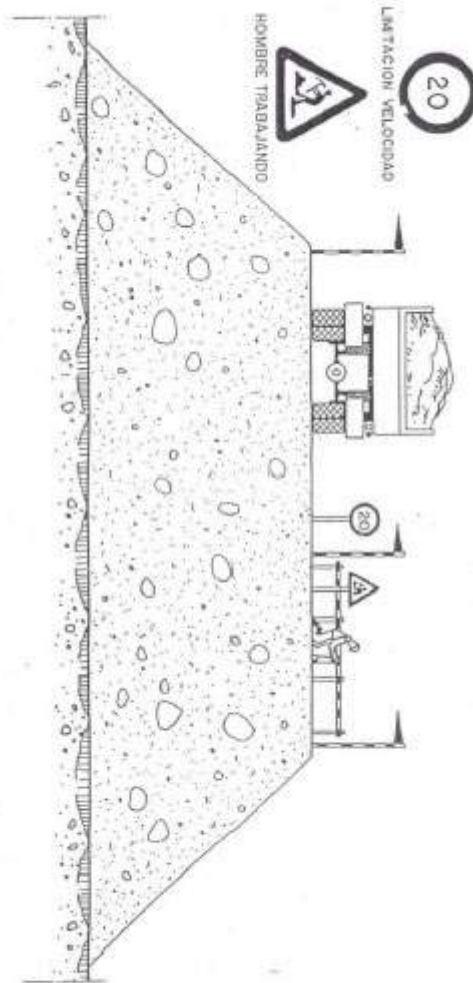


DETALLE - 2

H = PAGO LIBRE  
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA



PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS



TERRAPLENES Y RELLENOS



## CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga



2 Levantar el aguilón o pluma



3 Levantar la carga lentamente



4 Levantar el aguilón o pluma lentamente



5 Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga



6 Bajar la carga

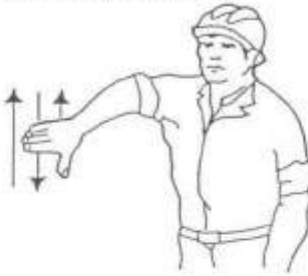


## CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I

7 Bajar la carga lentamente.



8 Bajar el aguilón o pluma



9 Bajar el aguilón o pluma lentamente



10 Bajar el aguilón o pluma y levantar carga



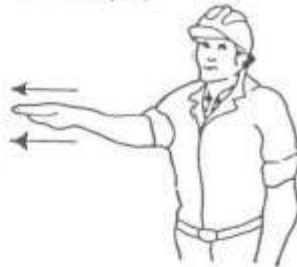
11 Girar el aguilón en la dirección indicada por el dedo



12 Avanzar en la dirección indicada por el señalista



13 Sacar pluma



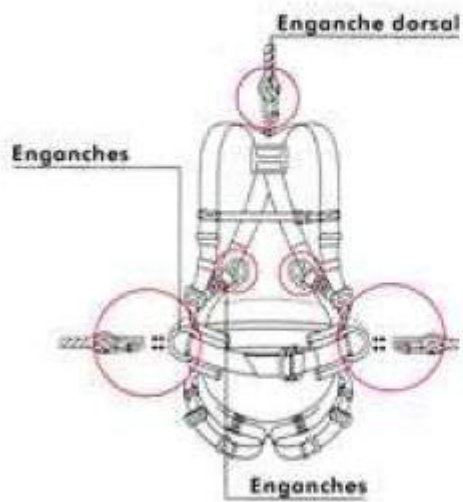
14 Meter pluma



15 Parar

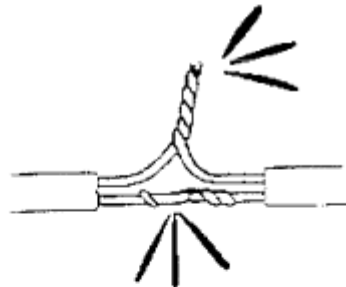
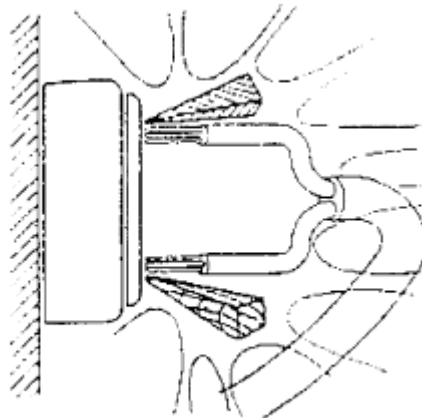
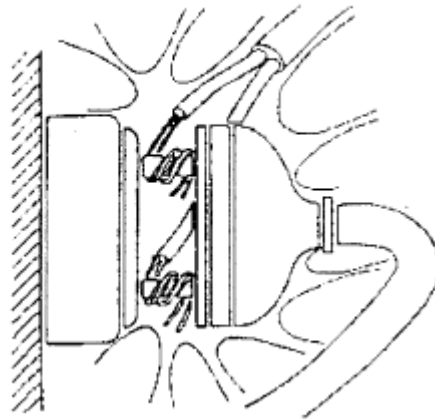


## CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II

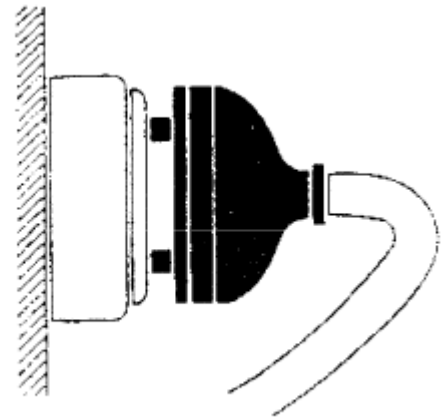
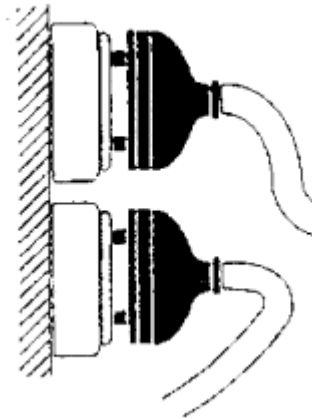


### EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA

INCORRECTO

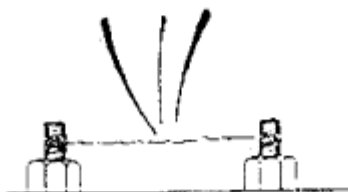
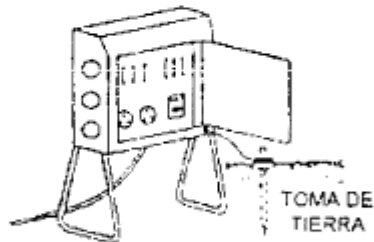
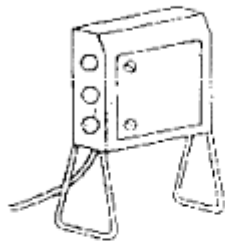
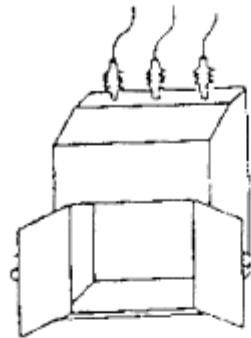


CORRECTO

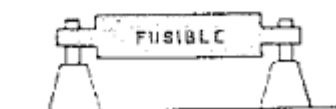
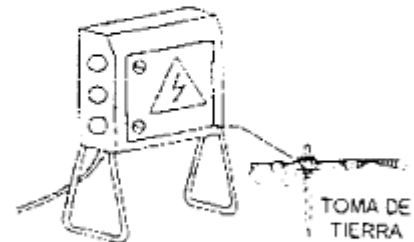
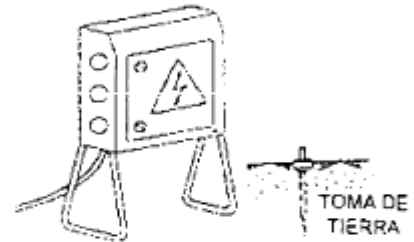
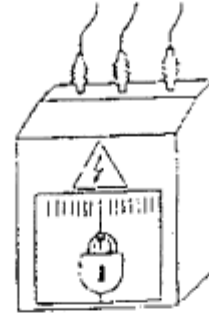


RIESGOS ELÉCTRICOS I

INCORRECTO



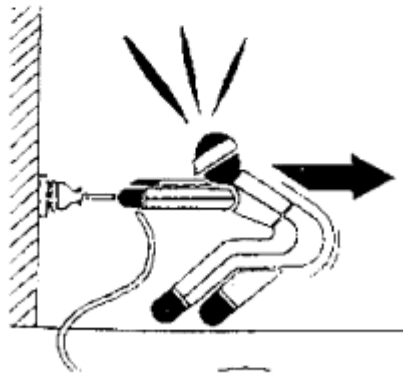
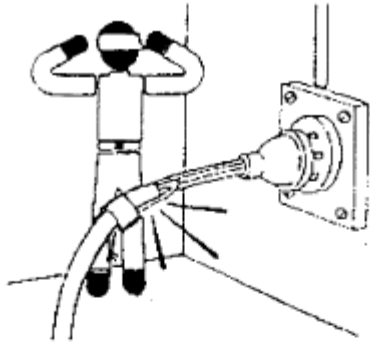
CORRECTO



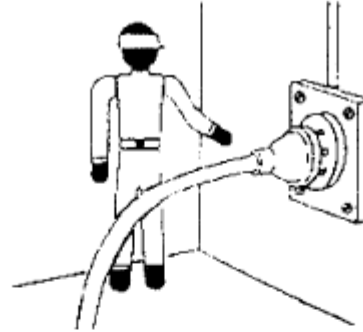
RIESGOS ELÉCTRICOS II



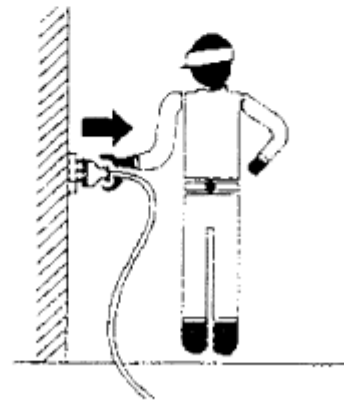
INCORRECTO



CORRECTO



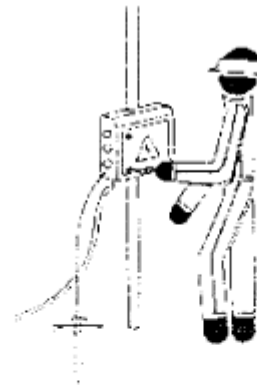
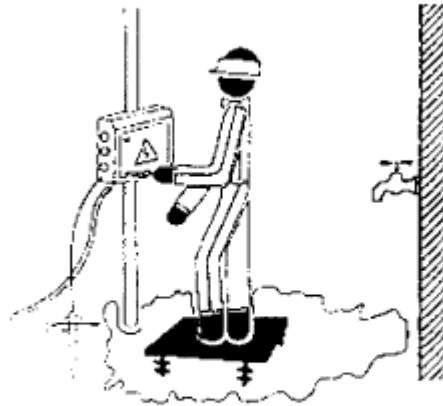
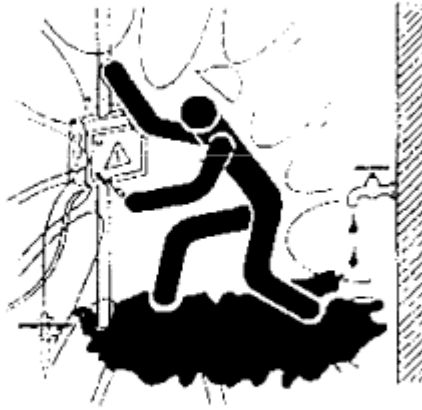
PORTALAMPARAS CON MANGO DE MATERIAL AISLANTE



RIESGOS ELÉCTRICOS III

INCORRECTO

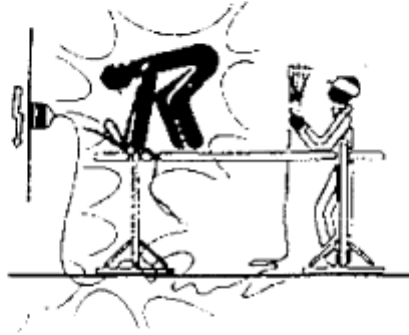
CORRECTO



RIESGOS ELÉCTRICOS IV

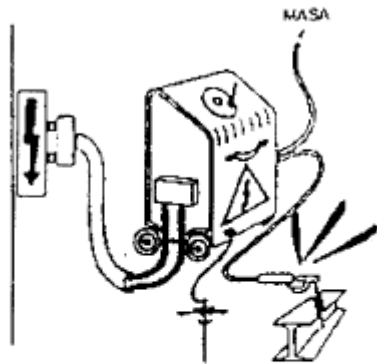
INCORRECTO

CORRECTO

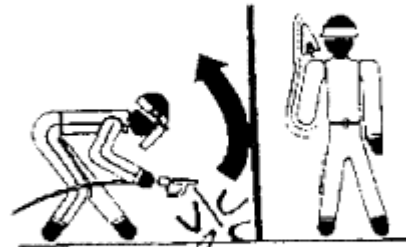
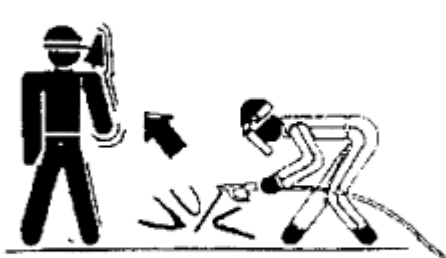
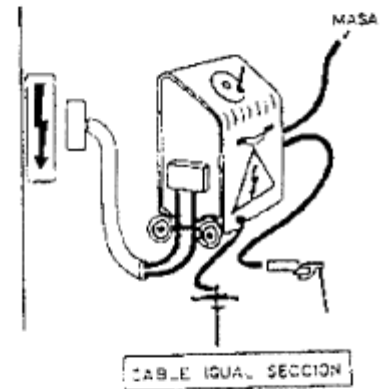
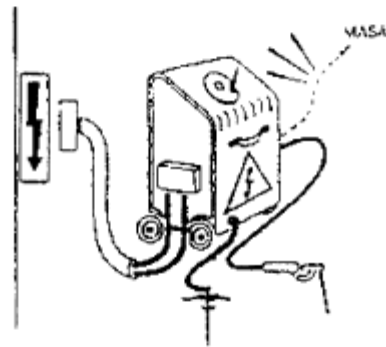
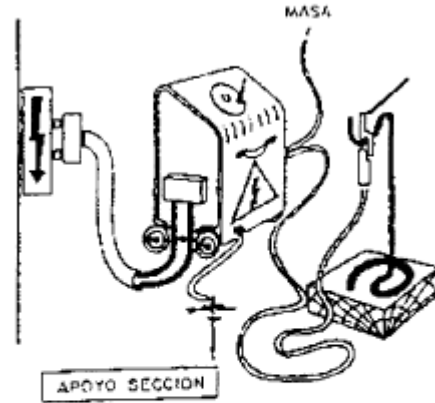


RIESGOS ELÉCTRICOS V

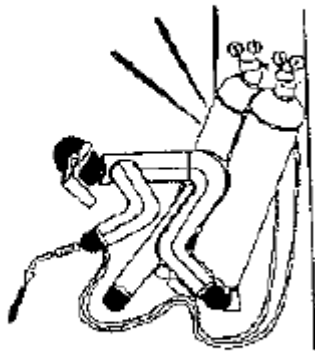
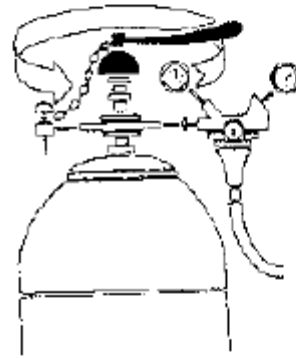
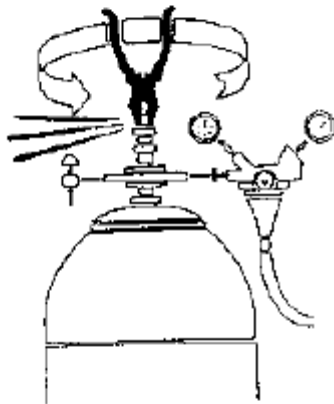
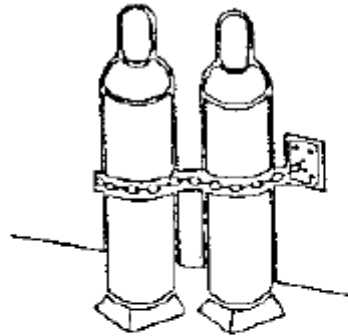
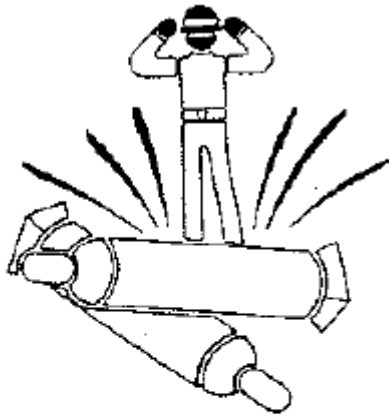
INCORRECTO



CORRECTO

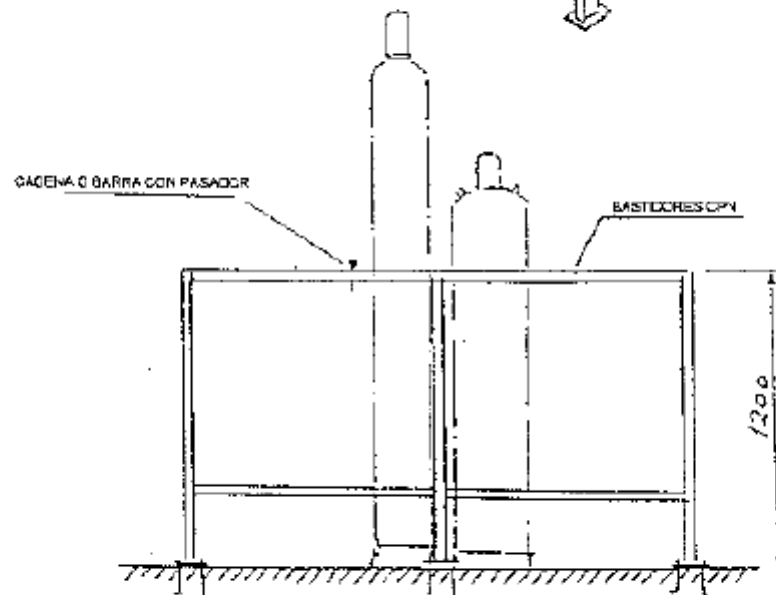
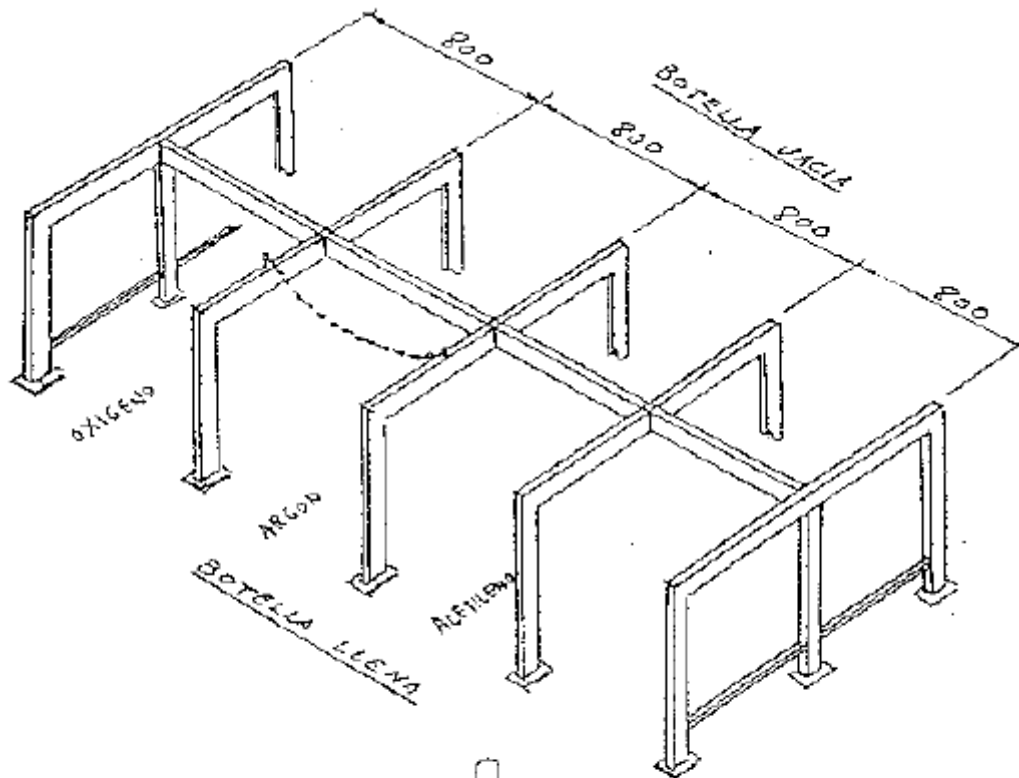


TRABAJOS DE SOLDADURA



### MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS I





## MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS II

# NORMAS A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTES

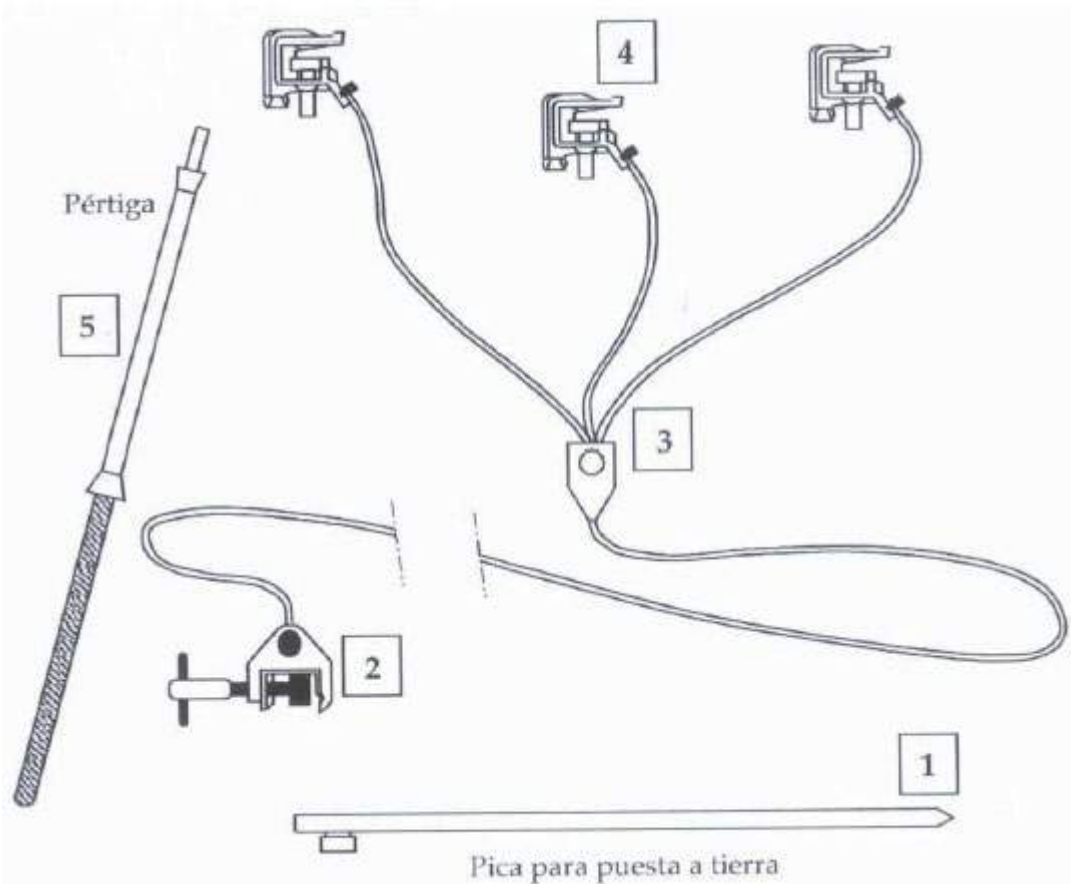
**LEVES**

**GRAVES**

## TELEFONOS DE URGENCIA

HOSPITAL	DELEGACION	POLICIA
SERVICIO MEDICO	JEFE DE OBRA	BOMBEROS
AMBULANCIA	JEFE ADMTVO	

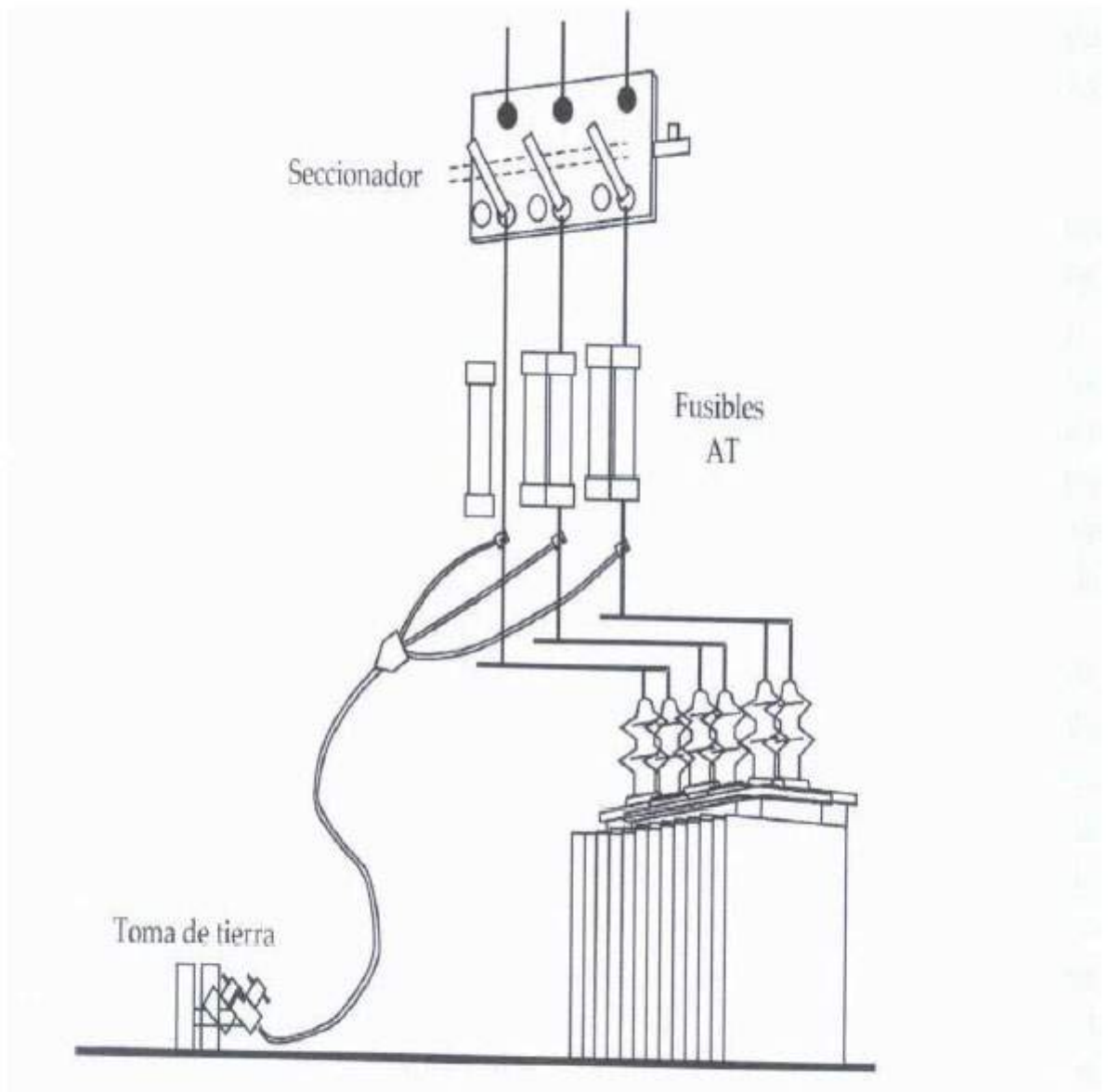
CARTEL DE TELÉFONOS DE URGENCIA EN OBRA



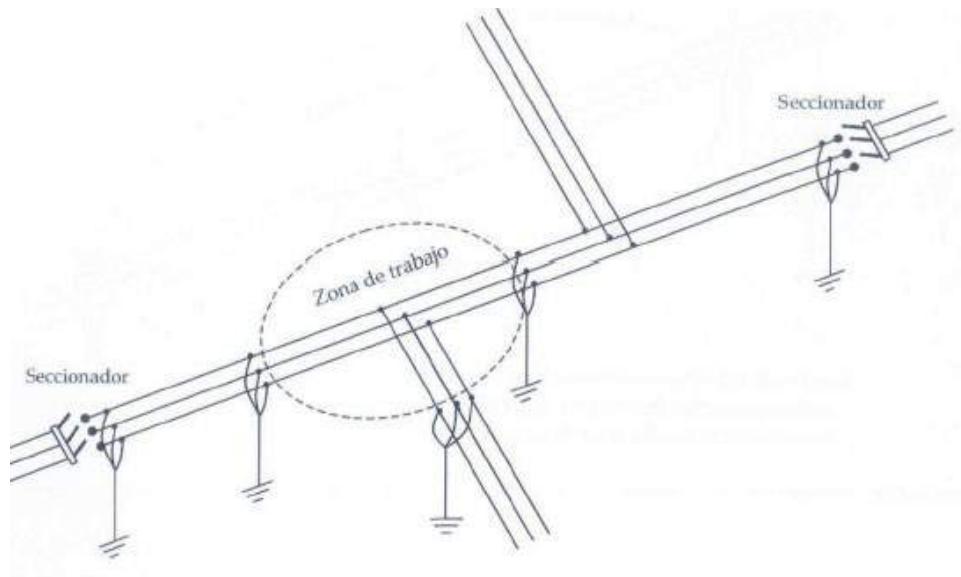
ELEMENTOS DE UN EQUIPO PORTÁTIL DE PUESTA A TIERRA

1. Piqueta o electrodo de toma de tierra
2. Pinza o grapa de conexión a la toma de tierra
3. Conductores de puesta a tierra y en cortocircuito
4. Pinzas para conectar a los conductores de la instalación
5. Pértiga aislante adecuada al nivel de tensión nominal

CABLES DE PUESTA A TIERRA PORTÁTILES



CABLES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO CON TRANSFORMADOR

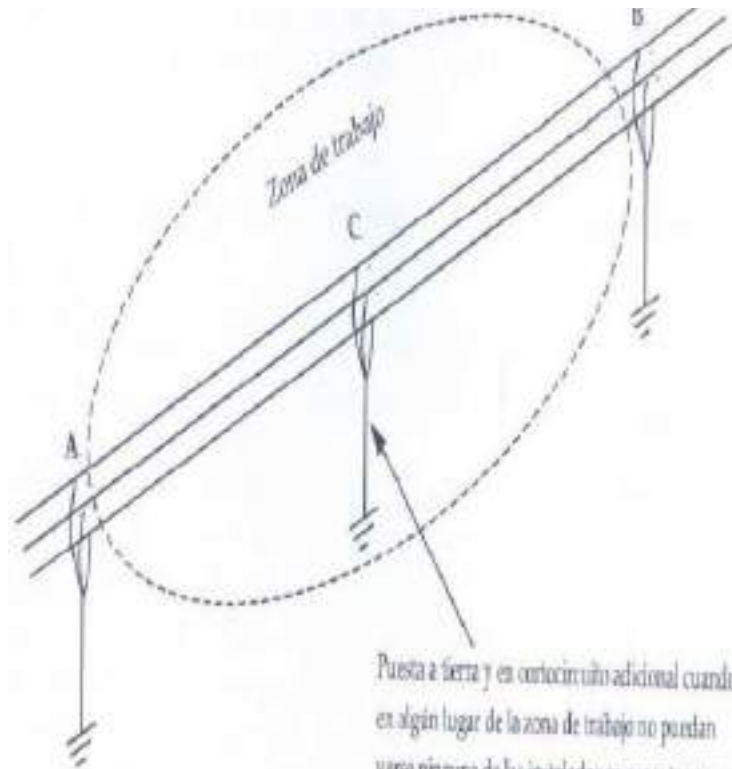


CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO I



CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO II





Puesta a tierra y en cortocircuito adicional cuando en algún lugar de la zona de trabajo no puedan verse ninguna de las instaladas en sus extremos

### CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO III