



# HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS



## Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

## Ingenieros

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Encargado por:

AVEJARUCO SOLAR, S.L.

Domicilio: c/Cardenal Marcelo Spínola, 4-1ºDcha  
28.016 Madrid  
CIF: B-88174909

# MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

## SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 KV

EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO EN LA PROVINCIA DE HUESCA  
(NUDO DE CONEXIÓN: GRADO 220 KV)

Término Municipal de El Grado  
Provincia de Huesca.

Octubre 2024

DOCUMENTO 342312302-331

REVISIÓN	N.º INTERNO	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
1	331	Octubre 2024	Primera versión	M.V.L.	J.R.A.	J.L.O.



**INPROIN 2004 SL**

C/Alhemas 6. 31500 – Tudela (Navarra, ESPAÑA)

Tel: +00 34 976 432 423

CIF: B71485247

## ÍNDICE MODIFICADO DE PROYECTO

### DOCUMENTO 01. MEMORIA

*ANEXO 1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS SUBESTACIÓN*

*ANEXO 2. CÁLCULOS MECÁNICOS LAAT*

*ANEXO 3. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
DEMOLICIÓN*

*ANEXO 4. ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS*

*ANEXO 5. 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 1. MEMORIA

## ÍNDICE GENERAL MEMORIA

1	ANTECEDENTES Y OBJETO DEL MODIFICADO DE PROYECTO .....	4
1.1	ANTECEDENTES .....	4
1.2	OBJETO DEL MODIFICADO DE PROYECTO.....	5
1.3	PROMOTOR.....	6
2	NORMATIVA DE APLICACION .....	7
3	SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 KV .....	9
3.1	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN .....	10
3.1.1	<i>Magnitudes eléctricas</i> .....	10
3.1.2	<i>Distancias</i> .....	11
3.1.3	<i>Embarrados</i> .....	12
3.1.4	<i>Configuración y número de posiciones</i> .....	12
3.2	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	14
3.2.1	<i>Transformadores de potencia 30/220 kV. Parque Exterior</i> .....	14
3.2.2	<i>Características de la apartamenta, máquinas de potencia</i> .....	17
3.2.3	<i>Zona interior – Parque colector 30 kV</i> .....	20
3.2.4	<i>Sistemas auxiliares de c.a. y c.c.</i> .....	25
3.2.5	<i>Sistema de Control y Protección.</i> .....	28
3.2.6	<i>Sistema de medida y facturación.</i> .....	29
3.2.7	<i>Medidas de seguridad</i> .....	30
3.2.7.1	<i>Medidas de seguridad en general</i> .....	30
3.2.7.2	<i>Sistema de enclavamientos:</i> .....	30
3.2.7.3	<i>Materiales de prevención y seguridad:</i> .....	31
3.2.7.4	<i>Prevención contra riesgo de incendio en la S.E.T.</i> .....	31
3.2.8	<i>Sistema de Puesta a tierra subestación</i> .....	31
3.2.9	<i>Obra civil</i> .....	32
3.2.9.1	<i>Edificio de Mando y Control y Casetas de celdas</i> .....	33
3.2.9.2	<i>Subestación Parque de Intemperie.</i> .....	33
3.2.10	<i>Instalación de Alumbrado y Fuerza</i> .....	35
3.2.10.1	<i>Alumbrado</i> .....	35
3.2.10.2	<i>Fuerza</i> .....	36
3.2.11	<i>Sistema Contraincendios y Antiintrusismo.</i> .....	36
3.3	PARCELAS AFECTADAS .....	37
3.4	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	37
3.5	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN .....	37
4	DERIVACIÓN AÉREA 220 KV (ENTRADA-SALIDA) .....	38
4.1	EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES .....	38
4.2	DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA .....	39
4.2.1	<i>Recorrido de la derivación de la Línea Aérea 220 kV</i> .....	39
4.3	AFECCIONES POR EL PASO DE LA LÍNEA.....	39

4.4	AFECCIONES MEDIO AMBIENTALES .....	39
4.5	CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	39
4.5.1	<i>Apoyos</i> .....	40
4.5.1.1	Conductor de Fase y Comunicaciones .....	40
4.5.1.2	Cadenas de Aislamiento .....	41
4.5.1.3	Herrajes y Accesorios .....	42
4.5.1.4	Cables de Fase .....	42
4.5.1.5	Cables de Comunicación .....	42
4.5.1.6	Cimentaciones .....	42
4.5.2	<i>Puesta a Tierra</i> .....	43
4.5.3	<i>Señalización</i> .....	45
4.5.4	<i>Plazo de Ejecución</i> .....	45
4.5.5	<i>Cronograma de Ejecución</i> .....	45
5	CONCLUSIÓN .....	46

### ÍNDICE TABLAS

TABLA 1.	COORDENADAS UTM VÉRTICES SUBESTACIÓN AVEJARUCO .....	9
TABLA 2.	APARAMENTA 220 KV. SUBESTACIÓN AVEJARUCO .....	14
TABLA 3.	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN .....	21
TABLA 4.	AFECCIÓN Y SUPERFICIE DE OCUPACIÓN .....	37
TABLA 5.	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN SUBESTACIÓN AVEJARUCO .....	37
TABLA 6	COORDENADA UTM DERIVACIÓN AÉREA .....	38
TABLA 7	TRADO DERIVACIÓN AÉREA .....	39
TABLA 8.	CARACTERISITICAS GENERALES. DERIVACIÓN LÍNEA AÉREA .....	40
TABLA 9-	TIPO DE APOYO. ENTRONQUE. DERIVACIÓN .....	40
TABLA 10.	TABLA DE CIMENTACIONES APOYO ENTRONQUE DERIVACIÓN .....	43
TABLA 11	CRONOGRAMA DERIVACIÓN AÉREA 220 KV SET REGADERA – SET EL GRADO .....	45

### ÍNDICE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1.	SISTEMA DE CONEXIÓN PLANTAS FOTOVOLTACIAS. NUDO EL GRADO .....	5
ILUSTRACIÓN 2	ORTOFOTO DERIVACION SOBRE LA LINEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN .....	38
ILUSTRACIÓN 3.	TIPO DE ARMADO. APOYO DERIVACIÓN LÍNEA AÉREA .....	40
ILUSTRACIÓN 4.	CIMENTACIÓN TETRABLOQUE. APOYO ENTRONQUE .....	43
ILUSTRACIÓN 5.	ESQUEMA DE DISEÑO DE PUESTA A TIERRA APOYO ENTRONQUE DERIVACIÓN .....	44

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado: 1937 Nº Expediente: 04535-24A FECHA: 24/10/2024</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
--	--	--

## 1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL MODIFICADO DE PROYECTO

### 1.1 ANTECEDENTES

En junio de 2023 se redactó el *Proyecto Técnico Administrativo Subestación Avejaruco 30/220 kV para la evacuación de Parque Fotovoltaico en la provincia de Huesca*, firmado por el ingeniero industrial D. José Luis Ovelleiro Medina, colegiado nº 1937 por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con el objeto de obtener la Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de Construcción de la citada instalación.

Se considera la necesidad de realizar el presente modificado del proyecto inicial, el cual recoja nuevamente la descripción de las instalaciones de evacuación necesarias para realizar la evacuación de las plantas fotovoltaicas. Esta mencionada necesidad viene motivada como consecuencia de la evacuación de la planta fotovoltaica PSFV GRADO BENSOLAR en la SET AVEJARUCO 30/220 kV que junto a la PFV AVEJARUCO SOLAR evacuaran la energía eléctrica generada a través de dicha subestación, y mediante una nueva línea aérea de entrada-salida se conectaran con el apoyo AP 42 de la LAAT 220 kV SET REGADERA – SET EL GRADO 220 kV (objeto de otro proyecto con número de expediente G-H-2022-019).

Como consecuencia de todo ello, se enumeran a continuación las diferentes modificaciones respecto al proyecto inicial:

1. El conectar una nueva planta fotovoltaica a la SET AVEJARUCO 30/220 kV implica un cambio de configuración de la misma. Inicialmente dicha subestación tenía una única posición de trafo-línea con un transformador de potencia de 30/220 kV, tras esta modificación, la subestación tendrá 2 posiciones de línea y 2 posiciones de transformador con transformadores de potencia 30/220 kV, con configuración simple barra. Además, se instalará una nueva caseta de celdas para albergar el grupo de celdas de media tensión pertenecientes al parque fotovoltaico PSFV GRADO BENSOLAR.
2. La SET AVEJARUCO 30/220 kV cambiará de ubicación. Se realizará una nueva implantación de dicha subestación en el término municipal de El Grado (Huesca), enfrentada al apoyo AP 42 de la LAAT 220 kV SET REGADERA – SET EL GRADO 220 kV, de tal forma que mediante una nueva línea aérea de entrada – salida a través de este apoyo, se conecte a dicha línea de evacuación para realizar la conexión con la SET Grado 220 kV (REE).

A consecuencia de la petición realizada por parte del promotor Avejaruco Solar S.L., se realiza el presente documento, con la finalidad de definir nuevamente las instalaciones necesarias para poder evacuar y conectar las centrales de generación eléctrica fotovoltaica a la red de transporte eléctrico.

Se están desarrollando en la actualidad los proyectos de las centrales de generación eléctrica con tecnología solar fotovoltaica denominadas PFV AVEJARUCO SOLAR y PSFV GRADO BENSOLAR en diversos términos municipales de la provincia de Huesca.

Dicha central evacuará la energía generada a través de una nueva subestación elevadora. Desde esta subestación saldrá una línea eléctrica en el nivel de tensión de 220 kV, hasta llegar a la actual SET EL GRADO 220 kV y punto de entrega de la energía. Este criterio de evacuación puede observarse en el siguiente esquema:

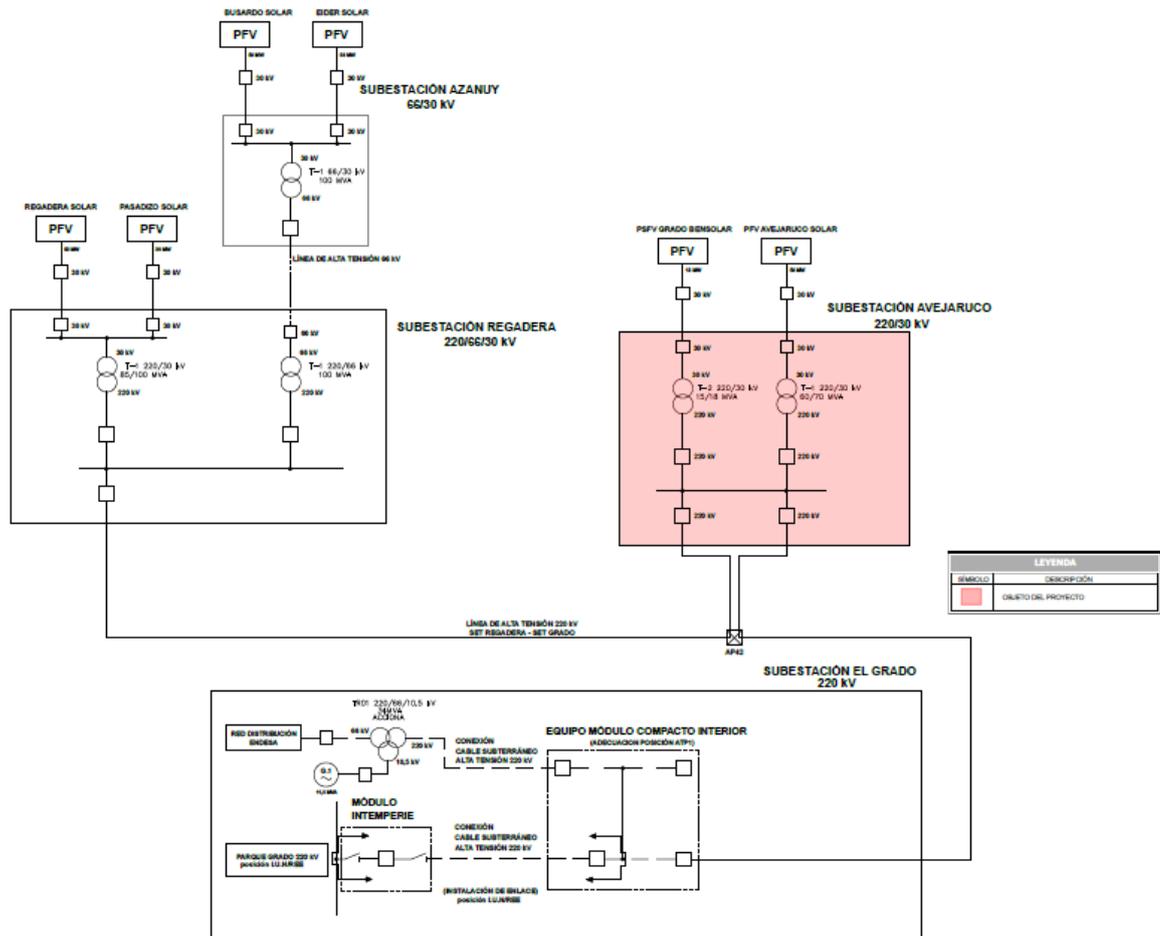


Ilustración 1. Sistema de conexión Plantas Fotovoltaicas. Nudo El Grado

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”.

Siguiendo el criterio del párrafo anterior, todos titulares de las plantas fotovoltaicas anteriormente indicadas, han llegado a un acuerdo para desarrollar, explotar y mantener conjuntamente las instalaciones eléctricas colectoras necesarias para la evacuación de estos parques.

## 1.2 OBJETO DEL MODIFICADO DE PROYECTO

El objeto del presente modificado de proyecto es nuevamente la descripción de la Subestación elevadora "Avejaruco" 30/220kV y la línea aérea de entrada - salida, las cuales formaran parte de las infraestructuras de evacuación compartidas necesarias para la evacuación de la energía eléctrica generada por las plantas fotovoltaicas.

Se trata de dos centrales de generación eléctrica con tecnología solar fotovoltaica cuyas denominaciones y potencia nominales son las siguientes:

- Planta Fotovoltaica PFV AVEJARUCO SOLAR 50 MWn
- Planta Fotovoltaica PSFV GRADO BENSOLAR 13 MWn

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº 04535-24A DE FECHA 24/10/2024</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
--	--	--

Con todo ello, se pretende la obtención tanto de la correspondiente Autorización Administrativa Previa como la consiguiente Autorización Administrativa de Construcción.

El presente proyecto se va a tramitar en el mismo expediente que la planta fotovoltaica PFV Avejaruco Solar.

Los proyectos de la LAAT 220 kV SET REGADERA-SET GRADO y ADECUACIÓN POS ATP1 SET GRADO 220 se tramitan en un expediente independiente con número G-H-2022-019.

Esta instalación eléctrica es la siguiente:

**1.- Subestación Eléctrica Elevadora AVEJARUCO 30/220 kV:** En adelante SET AVEJARUCO. Se trata de una nueva subestación colectora, situada en el término municipal de El Grado (Huesca), que albergará tanto dos posiciones de línea, como otras 2 posiciones de transformador, cada una con un transformador elevador 30/220 kV, necesario para la conexión al nivel de 220 kV de las centrales fotovoltaicas indicadas y toda la aparamenta necesaria.

**2.- Derivación Aérea 220 kV (entrada-salida):** Se realizará una derivación entrada – salida de la LAAT SET REGADERA – SET EL GRADO 220 kV de 220 kV en al apoyo AP 42, para llevar a cabo la evacuación de la energía generada por las plantas fotovoltaicas.

Tal y como se ha indicado anteriormente, el municipio afectado por la implantación de esta infraestructura es El Grado (Huesca).

### 1.3 PROMOTOR

El promotor del presente proyecto es:

#### AVEJARUCO SOLAR, S.L.

Razón Social ..... Avejaruco Solar, S.L.

C.I.F. .... B-88174909

Domicilio Social .....C/ Cardenal Marcelo Spínola, 4 1ºD (28016) Madrid.

A efectos de notificaciones y demás requerimientos se establece como agente interlocutor:

- Persona de contacto: Antonio Sieira Mucientes
- Domicilio: C/ Cardenal Marcelo Spínola, 4 1ºD (28016) Madrid
- Teléfono de contacto: 910059775
- e-mail: grado@ignis.es

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p>VISADO: VD04535-24A DE FECHA: 10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

## 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

- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- 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 aprueba la 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
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector eléctrico.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>Nº Colegiado: 1937 Nº Expediente: 004535-24A DEFECHA: 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- 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 Nº 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 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 KV

Para la evacuación de la energía generada en las plantas fotovoltaicas indicadas anteriormente, se propone la construcción de una nueva subestación denominada “*Subestación elevadora "Avejaruco" 30/220 kV*”, desde donde se evacuará, mediante la línea aérea LAAT SET REGADERA – SET EL GRADO que se va a ejecutar en el nivel de 220 kV (ésta última no forma parte del proyecto).

La instalación objeto del presente documento estará emplazada en el término municipal de El Grado, provincia de Huesca y consiste en el siguiente elemento:

- Subestación SET AVEJARUCO 30/220 kV de evacuación de varias centrales de generación, contará con unas dimensiones aproximadas de 47,45 metros de ancho x 83 metros de longitud.

Las coordenadas UTM de los vértices de la poligonal que define el área de la Subestación son:

SUBESTACIÓN AVEJARUCO. T.M. DE EL GRADO (HUESCA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 31 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
V01	269.883,35	4.665.404,00
V02	269.896,96	4.665.358,86
V03	269.817,78	4.665.334,98
V04	269.804,17	4.665.380,12

Tabla 1. Coordenadas UTM vértices Subestación Avejaruco

La Subestación estará constituida en dos niveles de tensión, un primer nivel a 30 kV y otro nivel de tensión de evacuación del parque a 220 kV; dichos niveles se materializarán, respectivamente en un parque de interior a 30 kV, un parque exterior o intemperie a 220 kV con una configuración de simple barra.

Las funciones y composición de cada uno de ellos, consisten esquemáticamente en:

#### Parque de interior colector a 30 kV:

- Recepciona cada una de las líneas colectoras procedentes de la interconexión de las plantas fotovoltaicas (PFV AVEJARUCO SOLAR y PSFV GRADO BENSOLAR) recogiendo la energía generada por estas.
- Dispone de celdas de maniobra y protección, para las líneas colectoras citadas, conexión con los transformadores de potencia 30/220kV (celda protección de transformador), para la batería de condensadores y transformador auxiliar.
- Además, se tienen otros elementos como:
  - Batería de condensadores y Transformador de servicios auxiliares.
  - Cuadros de protecciones, control, medida, servicios auxiliares, telemando y comunicaciones.
  - Cables de potencia, control y maniobra.
  - Instalación de puesta a tierra.

### Parque de intemperie a 220 kV:

Tiene como función la elevación al nivel de 220 kV la energía eléctrica generada por las centrales fotovoltaicas, para conectar mediante una derivación aérea de entrada-salida con la línea de alta tensión en 220 kV. Estará formado por dos transformadores de potencia 30/220 kV y dos posiciones de línea.

El parque intemperie de 220 kV en la subestación SET AVEJARUCO estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (2) Dos posiciones de Línea 220 kV:
  - o Posición de línea LAAT SET REGADERA -SET EL GRADO (entrada).
  - o Posición de línea LAAT SET REGADERA -SET EL GRADO (salida).
- (2) Dos posiciones de transformador lado 220 kV.
  - o Posición de Transformador T-1 (30/220 kV). (Evacuación PFV AVEJARUCO SOLAR).
  - o Posición de Transformador T-2 (30/220 kV). (Evacuación PSFV GRADO BENSOLAR).

La descripción detallada de las instalaciones eléctricas, se contempla en los apartados siguientes.

## **3.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN**

Tal y como se ha indicado anteriormente la subestación eléctrica, estará compuesta por un Parque Colector de Interior a 30 kV y un Parque de Intemperie a 220 kV. Se atenderán los siguientes datos los cuales corresponden a cada nivel de tensión.

### **3.1.1 Magnitudes eléctricas**

Como criterios básicos de diseño se adoptarán las siguientes magnitudes eléctricas:

#### Parque 220 kV

Tensión nominal .....	220 kV
Tensión más elevada para el material (Ve).....	245 kV
Neutro.....	Rígido a tierra
Intensidad de cortocircuito trifásico .....	40 kA
Tiempo de extinción de la falta.....	0,5 seg
Nivel de aislamiento:	
a) Tensión soportada a impulso tipo maniobra .....	460 kV
b) Tensión soportada a impulso tipo rayo.....	1.050 kV
Línea de fuga mínima para aisladores .....	1.812,5 mm (25 mm/kV)

#### Parque 30 kV

Tensión nominal .....	30 kV
Tensión más elevada para el material (Ve).....	36 kV
Neutro.....	Reactancia
Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz).....	25 kA
Tiempo de extinción de la falta.....	1 seg
Nivel de aislamiento:	
a) Tensión soportada a impulso tipo maniobra .....	70 kV

b) Tensión soportada a impulso tipo rayo ..... 170 kV

Línea de fuga mínima para aisladores ..... 900 mm (25 mm/kV)

### 3.1.2 Distancias

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.

#### Conductores tendidos:

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.

#### Parque 220 kV

Conductor - estructura .....	2.100 mm
Conductor - conductor .....	2.100 mm

#### Parque 30 kV

No está previsto el conexionado de conductores desnudos en intemperie en este nivel de tensión. Para la determinación de este tipo de distancias, se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos de implantación:

- a) Las distancias serán tales que permitirán el paso del personal y herramientas por todos los puntos del parque de intemperie bajo los elementos en tensión sin riesgo alguno.
- b) Deberán permitir el paso de vehículos de transporte y de elevación necesarios para el mantenimiento o manipulación de elementos de calles en descargo, bajo el criterio de gálibos estipulados.

No se han tenido en cuenta, por lógica, las exigencias que se deriven de la realización de trabajos de conservación bajo tensión. En estos casos será necesario aumentar las distancias entre fases con respecto a la disposición física preestablecida, con lo que el resto de los condicionantes se cumplirá con un margen mayor.

Al considerar todo lo anterior, y de acuerdo con lo que se indica, se establecerán las siguientes distancias:

#### Parque 220 kV

Entre ejes de aparellaje .....	4.000 mm
Anchura de calle .....	15.000 mm
Altura de embarrados de interconexión entre aparatos.....	6.000 mm
Altura de embarrados principales altos .....	10.500 mm

#### Comunes

Anchura de vial perimetral .....	5.000 mm
Anchura de vial de servicio .....	3.000 mm

Como se puede observar, las distancias mínimas son muy superiores a la preceptuada en la normativa.

Con respecto a la altura de las partes en tensión sobre viales y zonas de servicio accesibles al personal, la normativa, prescribe una altura mínima de 2.300 mm a zócalo de aparatos, lo que se garantizará con las estructuras soporte del aparellaje.

### 3.1.3 Embarrados

#### Disposición y tipo de embarrado

Los conductores desnudos en el parque de intemperie estarán dispuestos en dos niveles:

##### Parque 220 kV

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 6 m de altura. Se realizarán con cable de aluminio-acero/con.

#### Embarrados en cable

Tal y como se ha indicado anteriormente, en el parque de 220 kV, la interconexión del aparellaje y los tendidos estarán formados por cables de aluminio con alma de acero, los cuales tendrán la siguiente configuración y características:

##### Parque 220 kV

Formación .....	Duplex
Tipo .....	RAIL
Sección total del conductor .....	517,3 mm <sup>2</sup>
Diámetro exterior .....	29,61 mm
Intensidad admisible permanente a 35° C de temperatura ambiente y 75° C en conductor .....	1.706 A (en configuración dúplex)

##### Tensión 30 kV

Embarrados sobre el transformador de potencia..... Tubos de aluminio.

Conexiones con cables aislados:

- 3x(3x1x630) mm<sup>2</sup> en aluminio para 18/30 kV HEPRZ1. (Conexión a transformador de potencia T-1 desde celda de transformador).
- 1x(3x1x630) mm<sup>2</sup> en aluminio para 18/30 kV HEPRZ1. (Conexión a transformador de potencia T-2 desde celda de transformador).
- 3x1x240 mm<sup>2</sup> en aluminio para 18/30 kV RHZ1 (conexión a baterías de condensadores).
- 3x1x95 mm<sup>2</sup> en aluminio para 18/30 kV RHZ1 (conexión a transformador de servicios auxiliares).

### 3.1.4 Configuración y número de posiciones

#### Parque Colector de interior de 30 kV:

Tiene como función recibir la energía generada y transformada por las plantas fotovoltaicas a 30 kV, a través de la red colectora subterránea de Media Tensión.

Por lo tanto, tendremos los siguientes equipamientos:

- Celdas de 30 kV
  - (5) Cinco celdas de línea con interruptor automático, con aislamiento sólido en barras y corte en SF<sub>6</sub>, con transformadores de intensidad para protección, control y medida de líneas colectoras procedentes de las plantas fotovoltaicas.
  - (2) Dos celdas de protección de transformador con interruptor automático, aislamiento

sólido en barras y corte en SF<sub>6</sub>, con transformadores de intensidad para protección de los transformadores intemperie 30/220 kV.

- (2) Dos celdas de interruptor automático, aislamiento sólido en barras y corte en SF<sub>6</sub>, con transformadores de intensidad para conexión protección y control de la batería de condensadores a 30 kV.
  - (1) Una celda de protección de transformador de servicios auxiliares, con interruptor-seccionador y protección mediante fusibles del transformador de servicios auxiliares.
  - (3) Tres transformadores de tensión para el embarrado de 30 kV.
- o Elementos Varios
- (1) Un transformador de servicios auxiliares alimentado desde la celda destinada a tal efecto para servicios auxiliares (SS.AA.) de 100 kVA de potencia y relación 30/0,42 kV
  - Líneas de interconexión a 30 kV, desde los transformadores de potencia intemperie 30/220 kV con cable UNE RHZ1 18/30 kV a las celdas de protección de transformador del grupo de celdas correspondientes a las plantas fotovoltaicas.
  - (2) Dos baterías de condensadores de 5.000 kVAr de potencia, para la compensación de reactiva en caso de ser necesario.

### Parque de intemperie de 220 kV:

Tal y como se ha indicado anteriormente, este parque de 220 kV, tiene como función elevar la energía eléctrica generada por las plantas renovables a este nivel de tensión para poder evacuar mediante una nueva línea en 220 kV a la red de transporte conectando con la subestación eléctrica de EL GRADO 220 kV (propiedad compartida de Red Eléctrica de España y Acciona).

El parque intemperie de 220 kV en la subestación SET AVEJARUCO, estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (2) Dos posiciones de Línea 220 kV:
  - o Posición de línea LAAT SET REGADERA -SET EL GRADO (entrada).
  - o Posición de línea LAAT SET REGADERA -SET EL GRADO (salida).
- (2) Dos posiciones de transformador lado 220 kV.
  - o Posición de Transformador T-1 (220/30 kV). (Evacuación PFV AVEJARUCO SOLAR).
  - o Posición de Transformador T-2 (220/30 kV). (Evacuación PFV GRADO BENSOLAR).

La aparamenta a instalar en dicho parque 220 kV será la siguiente:

Posición	Aparamenta	Identificación Elemento	Cantidad
Posición de línea LAAT SET REGADERA -SET EL GRADO (salida) (Pos. 11)	Pararrayos autoválvulas	PY-11	3
	Interruptor automático unipolar	52-11	3
	Transformadores de Intensidad	TI-11	3
	Transformador de tensión inductivo	TT-11	3
	Seccionador tripolar de barras	89-11	1
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89L-11 (57-11)	1
Posición de línea LAAT SET REGADERA -SET	Pararrayos autoválvulas	PY-12	3
	Interruptor automático unipolar	52-12	3
	Transformadores de Intensidad	TI-12	3
	Transformador de tensión inductivo	TT-12	3
	Seccionador tripolar de barras	89-12	1

EL GRADO (entrada) (Pos. 12)	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.	89L-12 (57-12)	1
Posición de Transformador T-1 (Pos. 13)	Pararrayos autoválvulas	PY-13	3
	Interruptor automático unipolar	52-13	3
	Transformadores de Intensidad	TI-13	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-13	1
Posición de Transformador T-2 (Pos. 14)	Pararrayos autoválvulas	PY-14	3
	Interruptor automático unipolar	52-14	3
	Transformadores de Intensidad	TI-14	3
	Seccionador tripolar de barras	89B-14	1
Posición de Barras (simple barra)	Transformadores de tensión inductivo	TTB	3

Tabla 2. Aparamenta 220 kV. subestación Avejaruco

- Control y protecciones:

En los esquemas unifilares de protección y medida de 220 y 30 kV, se refleja además el equipamiento preciso en cuanto a mando, protecciones, control y aparatos de medida, necesario para una explotación fiable de la instalación.

Los correspondientes cuadros de control, medida, servicios auxiliares, telemando y comunicaciones se instalarán en recintos específicos “Edificio de Control y Servicios auxiliares”.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Para la totalidad de la SET AVEJARUCO 30/220 kV, se prevé una zona rectangular de aproximadamente unas dimensiones: 47,45 metros de ancho x 83 metros de longitud. Este espacio estará limitado y protegido con un cierre de malla de 2,40 m de altura mínima, para evitar contactos accidentales desde el exterior y el acceso a la instalación de personas extrañas a la explotación.

En el interior del recinto indicado se implantará un Edificio de Control & Protección y Servicios Auxiliares y dos edificios para albergar las celdas de media tensión de los parques fotovoltaicos.

En la zona intemperie se han previsto pasillos y zonas de protección de embarrados, aparatos y cerramiento exterior, que cumplimentan la ITC-RAT 15, apartado 3. Por este motivo se colocará el aparellaje sobre soportes metálicos galvanizados de altura conveniente.

En el cerramiento se ha previsto una puerta peatonal y otra de 5 m con vial interior, para que un camión - grúa realice con facilidad la carga y descarga tanto de las máquinas como de la aparamenta y demás elementos.

#### 3.2.1 Transformadores de potencia 30/220 kV. Parque Exterior

Su función es elevar la tensión a niveles de 220 kV de la S.E.T. para poder conectar a la línea de transporte 220 kV. Se instalarán dos transformadores (T-1 y T-2) 220/30 kV, de tipo trifásico acorazado con las siguientes características principales:

##### Transformador de Potencia T-1 30/220 kV

Número ..... 1 Ud.  
 Tipo ..... Sumergido en aceite  
 Instalación ..... Intemperie



Número de fases .....	3
Frecuencia nominal .....	50 Hz
Potencias asignada .....	60/70 MVA
Modo de refrigeración .....	ONAN/ONAF
Conexión .....	YNd11
Tensión de cortocircuito .....	13 %
Clase de aislamiento .....	A
Normas constructivas y ensayo .....	UNE 20-100, IEC 60076, UNE 207005
• Arrollamiento de Alta Tensión	
Tensión asignada .....	220±10x1,5% kV
Tensión de ensayo a onda tipo rayo .....	1.050 kV (pico)
Tensión de ensayo a frecuencia industrial .....	460 kV
Conexión .....	YN
Conmutador (21 posiciones) .....	En carga
• Arrollamiento de Media Tensión	
Tensión asignada .....	30 kV
Tensión de ensayo a onda tipo rayo .....	170 kV (pico)
Tensión de ensayo a frecuencia industrial .....	70 kV
Conexión .....	D
• Protecciones del transformador	
- Imagen térmica	
- Termómetro	
- Buchholz del trafo	
- Buchholz del regulador en carga	
- Liberador de presión	
- Nivel de aceite	
• Transformadores de intensidad tipo “Bushing” incorporados al transformador:	
Arrollamiento de 220 kV:	
Fases U,V,W: .....	3 T/i relación 500/1,5, 20 VA cl.0,5
(Alimentación del dispositivo de imagen térmica)	
Fase V .....	1 T/i relación 500/5, 30 VA 5P20
Neutro: .....	1 T/i relación 1000/5, 30 VA/5P20
Arrollamiento de 30 kV:	
Fases U,V,W: .....	3 T/i relación 2000/5, 20 VA/cl.0,5

La relación de transformación y clases de precisión de los transformadores de intensidad en bornas de los transformadores deberán de ser verificadas.

Todas las cajas de bornas de los transformadores de intensidad irán dotadas de borna de puesta a tierra.

Las características eléctricas y de precisión de los transformadores de intensidad estarán de acuerdo con la Norma UNE 21.088 parte 1.

### **Transformador de Potencia T-2 30/220 kV**

Número .....	1 Ud.
Tipo.....	Sumergido en aceite
Instalación.....	Intemperie
Número de fases.....	3
Frecuencia nominal.....	50 Hz
Potencias asignada.....	15/18 MVA
Modo de refrigeración .....	ONAN/ONAF
Conexión.....	YNd11
Tensión de cortocircuito .....	13 %
Clase de aislamiento .....	A
Normas constructivas y ensayo.....	UNE 20-100, IEC 60076, UNE 207005
• Arrollamiento de Alta Tensión	
Tensión asignada.....	220±10x1,5% kV
Tensión de ensayo a onda tipo rayo.....	1.050 kV (pico)
Tensión de ensayo a frecuencia industrial.....	460 kV
Conexión.....	YN
Conmutador (21 posiciones) .....	En carga
• Arrollamiento de Media Tensión	
Tensión asignada.....	30 kV
Tensión de ensayo a onda tipo rayo.....	170 kV (pico)
Tensión de ensayo a frecuencia industrial.....	70 kV
Conexión.....	D
• Protecciones del transformador	
- Imagen térmica	
- Termómetro	
- Buchholz del trafo	
- Buchholz del regulador en carga	
- Liberador de presión	
- Nivel de aceite	
• Transformadores de intensidad tipo “Bushing” incorporados al transformador:	
Arrollamiento de 220 kV:	
Fases U,V,W: .....	3 T/i relación 500/1,5, 20 VA cl.0,5
	(Alimentación del dispositivo de imagen térmica)

Fase V.....1 T/i relación 500/5, 30 VA 5P20

Neutro: .....1 T/i relación 1000/5, 30 VA/5P20

Arrollamiento de 30 kV:

Fases U,V,W: .....3 T/i relación 2000/5, 20 VA/cl.0,5

La relación de transformación y clases de precisión de los transformadores de intensidad en bornas de los transformadores deberán de ser verificadas.

Todas las cajas de bornas de los transformadores de intensidad irán dotadas de borna de puesta a tierra.

Las características eléctricas y de precisión de los transformadores de intensidad estarán de acuerdo con la Norma UNE 21.088 parte 1.

### **Reactancia de puesta a tierra (Lado 30 kV)**

Características de servicio:

Número ..... 2 Uds.

Tipo ..... Sumergido en aceite

Servicio ..... Intemperie

Frecuencia ..... 50 Hz

Número de fases .....3

Tensión nominal de servicio .....30 kV

Tensión máxima de servicio .....36 kV

Tensión más elevada para el material .....36 kV

Máxima corriente de falta a tierra ..... 500 A

Duración máxima de falta a tierra .....30 s

Impedancia homopolar por fase ..... 400 Ω

Conexión.....ZN0

Tensión ensayo a frecuencia industrial.....70 kV

Tensión ensayo a onda choque .....170 kVcr

Protecciones y equipamiento:

- Buchholz con contactos de alarma y disparo
- Nivel de aceite con contacto de alarma
- Termómetro con contactos de alarma y disparo
- Depósito de expansión con nivel óptico

### **3.2.2 Características de la aparamenta, máquinas de potencia**

Se relaciona a continuación la aparamenta que se instalará en la Subestación, toda ella con el nivel de aislamiento definido anteriormente.

Para aislamiento en aire, los aisladores serán de línea de fuga mínima de 6.125 mm, equivalente a 25 mm/kV (línea de fuga normal), referida a la tensión nominal más elevada para el material de 245 kV.

La disposición de la Zona intemperie de A.T., se refleja en el Plano 'Planta General SET'. El tipo de aparamenta y su conexionado se contemplan en los Esquemas unifilares de protección y medida.

La subestación SET AVEJARUCO, en el parque 220 kV, responderá a las siguientes características principales:

- Tensión Nominal: 220 kV
- Tensión más elevada para el material (Um): 245 kV
- Tecnología: AIS
- Instalación: INTEMPERIE
- Intensidad de cortocircuito de corta duración: 40 kA

Las características eléctricas principales de la aparamenta a instalar en el Parque intemperie a 220 kV, son:

- Interruptor unipolar de 220 kV:

Serán de mando unipolar, con cámaras de corte en SF6, y con las siguientes características:

Tipo.....	corte en SF6
Instalación.....	Intemperie
Tensión más elevada para el material.....	245 kV
Tensión de prueba a frecuencia Industrial 50 Hz, 1 minuto.....	460 kV
Tensión de prueba con onda de choque 1,2µs(kV cresta) .....	1.050 kV
Intensidad nominal .....	3.150 A
Poder de corte nominal en cortocircuito:	
Valor eficaz de la componente periódica .....	40 kA
Poder de cierre nominal en cortocircuito .....	100 kA
Número de polos.....	3
Frecuencia nominal.....	50 Hz
Elementos auxiliares:	
. Tensión de mando de las bobinas de cierre y disparo.....	125 V c.c.+15%-30%
. Tensión de alimentación del motor de carga de resortes .....	125 V c.c.±15%
. Tensión de alimentación de los circuitos de calefacción y de la toma auxiliar de fuerza .....	230±10%V c.a.

- Seccionador de línea de 220 kV con puesta a tierra:

Serán de tipo rotativo de tres columnas, de mando tripolar motorizado, con cuchillas de puesta a tierra y de las siguientes características:

Instalación.....	3 columnas/Intemperie
Tensión máxima de servicio .....	245 kV
Frecuencia nominal.....	50 Hz

Intensidad nominal en servicio continuo .....	2.000 A
Intensidad admisible máxima de corta	
Duración (1 s).....	40 kA
Intensidad dinámica (valor cresta) .....	100 kA
Niveles de aislamiento:	
* Tensión de ensayo a frecuencia	
industrial 50 Hz,1 minuto, bajo lluvia: .....	460 kV
* Tensión de ensayo con onda de choque	
tipo rayo 1,2/50µs(valor cresta): .....	1.050 kV

- Seccionador de barras de 220 kV

Serán de tipo rotativo de tres columnas, de mando unipolar motorizado, y de las siguientes características:

Instalación .....	3 columnas/Intemperie
Tensión máxima de servicio .....	245 kV
Frecuencia nominal .....	50 Hz
Intensidad nominal en servicio continuo .....	2.000 A
Intensidad admisible máxima de corta	
Duración (1 s).....	40 kA
Intensidad dinámica (valor cresta) .....	100 kA
Niveles de aislamiento:	
* Tensión de ensayo a frecuencia	
industrial 50 Hz,1 minuto, bajo lluvia: .....	460 kV
* Tensión de ensayo con onda de choque	
tipo rayo 1,2/50µs(valor cresta): .....	1.050 kV

- Pararrayos de 220 kV:

Los pararrayos deberán tener las siguientes características:

Instalación/tipo .....	Intemperie/Zn 0
Tensión máxima de servicio entre fases.....	245 kV
Tensión nominal.....	198 kV
Frecuencia nominal .....	50 Hz
Tiempo máximo de falta a tierra .....	1s
Tensión operación continua .....	156 kV
Intensidad nominal de descarga.....	10 kA
Tipo de servicio .....	continuo
Clase.....	3

Equipamiento ..... Contador de descargas

• Transformadores de intensidad:

-Servicio		Intemperie
-Tensión máxima de servicio entre fases		245 kV
-Frecuencia nominal		50 Hz
-Relación de transformación		
o Posición Línea El Grado		800-1600/5-5-5-5 A
o Posición Línea Regadera		600-1200/5-5-5-5 A
o Posición T-1		200-400/5-5-5-5-5 A
o Posición T-2		50-100/5-5-5-5-5 A
-Potencias de precisión		
o Posición Línea El Grado		10VA - 30VA - 30VA - 30VA
o Posición Línea Regadera		10VA - 30VA - 30VA - 30VA
o Posición T-1		10VA - 10VA - 30VA - 30VA - 30VA
o Posición T-2		10VA - 10VA - 30VA - 30VA - 30VA
-Clase de precisión:	cl. 0.2s – cl.0,5	5P20 – 5P20 – 5P20 – 5P20
o Posición Línea Regadera		cl.0,5– 5P20 – 5P20 – 5P20
o Posición Línea El Grado		cl.0,5– 5P20 – 5P20 – 5P20
o Posición T-1	cl. 0.2s – cl.0,5	5P20 – 5P20 – 5P20
o Posición T-2	cl. 0.2s – cl.0,5	5P20 – 5P20 – 5P20
-Sobreintensidad en permanencia		1,2 In
-Intensidad límite térmica (1s)		80 In (min 50 kA)
-Intensidad límite dinámica		200 In (min 2,5 Itermica)

• Transformadores de tensión inductivo:

- Tensión nominal		220 kV
- Servicio		Intemperie
- Tensión máxima de servicio entre fases		245 kV
- Frecuencia nominal		50 Hz
- Relación de transformación	220.000:√3 / 110:√3 - 110:√3 - 110:	3 V
- Potencias de precisión		20 VA-50VA-50VA
- Clase de precisión:	cl- 0.2 – cl. 0.5	3P – cl. 3P
- Intensidad límite térmica (1s)		80 In (min 40 kA)
- Intensidad límite dinámica		200 In (min 2,5 Itermica)
- Nivel de aislamiento		
A frecuencia industrial 1 minuto		460 kV
A impulso		1.050 kV

(\* ) NOTA: Las relaciones de transformación, potencias y clases de precisión de los transformadores de medida se adaptarán a lo preceptuado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (Real Decreto 1110/2007), a sus Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas en la Orden TEC/1281/2019 y al sistema de protección y medida considerados en los Procedimientos de Operación del Sistema.

**3.2.3 Zona interior – Parque colector 30 kV**

En este parque interior se encontrarán alojadas las celdas de 30 kV, en un edificio exclusivo para el alojamiento de las celdas que reciben la fotovoltaica PFV Avejaruco.

Las características generales de estas celdas metálicas prefabricadas son:

Las celdas serán modulares y constituyen una compartimentación, de aislamiento sólido de barras principales, con interruptor - automático y corte en SF<sub>6</sub>.

Su diseño, ensayo y construcción cumplen los requerimientos de las normas:

- IEC 60056, 60129, 60265, 60298, 60420, 60529, 60694, y 60932
- IEC 62271-1, 62271-100, 62271-200, 62271-102, 62271-103, 62271-105, 60044-1, 60044-2
- UNE 62271-1, 62271-100, 62271-101, 62271-102, 62271-107, 62271-200.

Las características eléctricas de las celdas son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS NOMINALES	
Tensión de servicio	30 kV
Tensión asignada	36 kV
Numero de fases	3
Frecuencia asignada	50 Hz
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto)	70 kV
Nivel de aislamiento a onda de choque (1,2/50 μseg)	170 kV
Intensidad nominal asignada:	1250 A
Corriente nominal de corta duración, 3 seg.	25 kA
Valor cresta de la corriente de corta duración	62,5 kA
Grado de protección S/UNE 20.324	IP3X
Ejecución resistente al arco interno	IEC-298

*Tabla 3. Características Eléctricas Celdas de Media Tensión*

- **Carpintería**

De gran robustez, se construye en chapa de acero recubierta de AlZn, plegada y atornillada.

Las celdas disponen de dos dispositivos aliviaderos de sobrepresión en la parte posterior, uno para el compartimento de barras e interruptor y otro para el compartimento de cables.

- **Compartimentación**

Las celdas se hallan divididas, por medio de tabiques metálicos internos, en los siguientes compartimentos individuales:

- **Compartimento de baja tensión:**

El compartimento de Baja Tensión, separado de la zona de Media Tensión, contiene los relés de protección y el resto de los elementos auxiliares de protección y control en Baja Tensión. Dicho compartimento deberá de ser accesible para instalar en su frente y en su interior los distintos aparatos de maniobra, control y protecciones, así como un esquema sinóptico.

- **Compartimento de barras.**

El embarrado principal, que utiliza aislamiento en gas y apantallado puesto a tierra, está situado fuera del compartimento de corte en SF<sub>6</sub>. Señalar que en este compartimento se podrán conectar los transformadores de tensión para medida.

- **Compartimento de interruptor automático.**

El compartimento de corte y/o maniobra, a él se conectan los cables de potencia y el embarrado general a través de pasatapas. Éste estará sellado y utiliza gas SF<sub>6</sub> como medio de aislamiento y en su interior se encuentran uno o varios de los siguientes elementos:

- Seccionador de tres posiciones.
- Embarrado interior y conexiones.
- Interruptor Automático.
- Interruptor-seccionador asociado con fusibles.

- Compartimento de cables.

El compartimento de conexión de cables de entrada/salida en Media Tensión, estará situado en la parte baja de la celda, con acceso desde la zona frontal y contiene:

- o Pasatapas para conexión de los terminales de los cables de Media Tensión.
- o Bridas para sujeción individual de cada cable de potencia.
- o Transformadores toroidales de intensidad sobre los pasatapas.
- o Facilidades para la realización de la prueba de aislamiento de cables Media Tensión, sencilla y segura

El paso de barras generales de una celda a otra se efectúa a través de unas placas aislantes, cuyo material y diseño es tal que, a la vez que sirven de soporte, son resistentes a los efectos electrodinámicos y a la propagación del arco.

- Celdas de protección de línea M.T

Total número de celdas: 5 Uds.

Serán metálicas, prefabricadas, de interior, aislamiento sólido en barras y corte en SF<sub>6</sub>, 36 kV-1250 A-25 kA (3s), conteniendo:

- Interruptor automático en SF<sub>6</sub>, 36 kV-630 A-25 kA,
  - Seccionador con tres posiciones: abierto, cerrado y P. a T.
  - Testigo de presencia de tensión; para llegada de líneas colectoras.
  - Cada celda de línea dispondrá de 3 Transformadores de intensidad con relación:
    - PFV Avejaruco Solar                      300-600/5–5 A
    - PSFV Grado Bensolar                      200-400/5–5 A
- Y secundarios 10 VA cl. 0,5 y 20VA 5P20.

- Celda de protección de transformador de potencia

Total número de celdas: 2 Uds.

Serán metálicas, prefabricadas, de interior, con embarrado sólido aislado sólidamente con pantalla semiconductor y corte en SF<sub>6</sub>, 36 kV-1250 A-25 kA (3s), conteniendo:

- Interruptor automático en SF<sub>6</sub>, 36 kV-1250 A-25 kA.
  - Seccionador con tres posiciones: abierto, cerrado y P. a T.
  - Testigo presencia de tensión. Para salida a “trafo” de potencia.
  - La celda de protección de transformador dispondrá de 3 Transformadores de intensidad con relación:
    - PFV Avejaruco Solar                      600-1200/5–5 A
    - PSFV Grado Bensolar                      300-600/5–5 A
- Y secundarios 10 VA cl. 0,2s, 20VA cl. 0,5 5P20 y 20VA 5P20.

- Celda de protección de transformador de servicios auxiliares

Total número de celdas: 1 Ud.

Será metálica, prefabricada, de interior, con embarrado sólido aislado sólidamente con pantalla semiconductor y corte con fusible asociado:

- Interruptor- Seccionador 36 kV-630 A-25 kA.
- Fusible asociado de 10 A.
- Incluso seccionador de P. a T.

Testigo presencia de tensión. Para salida a transformador de servicios auxiliares.

- Celda de conexión y protección de batería de condensadores

Total número de celdas: 2 Uds.

Será metálica, prefabricada, de interior, aislamiento sólido y corte en SF<sub>6</sub>, 36 kV-1250 A-25 kA (3s), conteniendo:

- Interruptor automático en SF<sub>6</sub>, 36 kV-630 A-25 kA,

- Seccionador con tres posiciones: abierto, cerrado y P. a T.
- Testigo de presencia de tensión; para llegada de líneas de batería de condensador.
- Cada celda dispondrá de 3 Transformadores de intensidad 200-400/5–5 A y secundarios 10 VA cl. 0,5 y 20VA 5P20.

- Posición de medida de tensión de barras generales 30 kV

Total número de trafos de tensión: 3 Uds.

Existirá una posición de medida de tensión de barras de 30 kV que está integrada por tres transformadores de tensión en cada embarrado de 30 kV correspondiente a cada PFV.

Las características de los transformadores de tensión inductivos conectados directamente a barras, con encapsulado unipolar en resina son:

- Tensión nominal                    30 kV
- Relación de transformador 33.000:√3 /110: √3 - 110: √3 - 110: 3 V
- Embarrados 30 kV PFV:

Secundario 1

Potencia .....10 VA  
Clase de precisión..... CI 0.2  
Conexión.....Estrella

Secundario 2

Potencia .....50 VA  
Clase de precisión.....CI 0.5-3P  
Conexión.....Estrella

Secundario 3

Potencia .....50 VA  
Clase de precisión.....CI 3P  
Conexión..... Triangulo abierto  
Resistencia ..... 50 Ω  
Frecuencia ..... 50 Hz

- Transformador de servicios auxiliares (1 Ud.)

Su función es la alimentación en corriente alterna del equipamiento auxiliar para mando, control, fuerza y alumbrado.

Las características eléctricas fundamentales, serán las siguientes:

CONDICIONES AMBIENTALES:

Clima	CONTINENTAL
Temperatura mínima	-5°
Temperatura máxima	+40°
Humedad relativa máxima	80%
Humedad relativa super. al 80%	Resistencias anticond.
Altitud s/nivel mar	Inferior a 1.000 m
Atmósfera ambiente	No polvorienta y exenta de agentes químicos agresivos
Instalación	INTERIOR
Fabricación s/normas	ITC RAT 007, CEI 726, UNE 20178

DATOS TÉCNICOS

Características de servicio:

Frecuencia	50 Hz
Número de fases	3
Potencia nominal	100 kVA

Tensión nominal primaria	30.000 V $\pm$ 2,5 $\pm$ 5%
Tensión nominal secundaria	400-231 V
Tensión de cortocircuito	$\approx$ 6%
Grupo de conexión	Triángulo - Estrella
Servicio	Continuo
Regulación	En vacío
Perdidas en vacío	250 W
Perdidas en carga	1.050 W
Nivel de ruido	<72dB (A)
Calentamiento	100K
Del punto más caliente (CEI/IEC 905)	125K
Aislamiento	F
Grado de protección	IP-00
<i>Devanado primario:</i>	
Tensión nominal toma principal	30.000 V (Servicio 30 kV)
Número de escalones	5
Tensión de escalón	750 V
Campo de regulación	28,5 $\div$ 31,5 kV
Nivel de aislamiento	36 kV
a) Ensayo impulso tipo rayo	170 kVc
b) Ensayo a frecuencia industrial.	70 kVef
Acoplamiento	Triángulo
Neutro	No accesible
<i>Devanado primario:</i>	
Tensión nominal	400-231 V
Nivel aislamiento:	
Ensayo a frecuencia industrial	3 kVef
Acoplamiento	Estrella
Neutro	Accesible
Refrigeración	
Modo	Refrigeración natural (AN)
Dieléctrico	Resina epoxi

#### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y ENSAYOS

Construcción y ensayos según normas:

CEI 726

CEI 76.1 a 76.5

UNE 20101, 20178 y 21538

DIN 42.523

#### EQUIPAMIENTO

Bornas de toma de tierra

Conexiones para terminal enchufable.

Envoltente de malla metálica.

Elementos de elevación y arrastre.

Ruedas orientables.

Conmutador de 5 posiciones, accionamiento en vacío.

- Batería de Condensadores 5.000 kVAr

Se suministrarán una batería de condensadores (en caso de que sea necesario) conectado en el grupo de celdas que corresponden a cada parque fotovoltaico, de las siguientes características:

Batería de condensadores 5 MVAR, para conexión a red de tensión 30 kV, tipo doble estrella, 12 condensadores, reactancia de choque y transformador de intensidad de desequilibrio.

Número de baterías	1 Ud.
Tipo Servicio	Intemperie
Tensión de servicio	30 kV
Tensión máxima de servicio	36 kV
Tensiones de ensayo, a tierra y entre polos	
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)	70 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 ms)	170 kV
Potencia total baterías	5.000 kVAR
Esquema de conexionado	Doble estrella
Cantidad de condensadores por batería	20 Uds
Potencia unitaria del condensador	250 kVAR
Sobretensión	1,10 Un – 12 h
Sobretensión a frecuencia industrial	1,15 Un – 5 min
Sobreintensidad permanente	1,3 In
Frecuencia	50 Hz
Tipo de condensador	Monofásico
Fusibles internos	Sí
Resistencia de descarga	Sí
Aislamiento	Polipropileno
Reactancia de choque	Sí
Interruptor automático	Vacío / SF6
Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito	25 kA
Tensión de motor de tensado de muelles	125 Vcc
Transformadores de Intensidad	
Número	3
Transformador de intensidad de desequilibrio	
Tensión de aislamiento	36 kV
Relación de transformación	5/5 A
Potencia de precisión	10 VA
Clase de precisión	5P10
Seccionador de puesta a tierra	Sí
Altitud	< 1.000 m
Construcción	Envolvente metálica
Grado de protección	IP 44

### 3.2.4 Sistemas auxiliares de c.a. y c.c.

Para la alimentación para los servicios auxiliares de la propia subestación se establece el siguiente suministro principal:

- Suministro principal: Desde un transformador de servicios auxiliares alimentado en 30 kV desde la barra de media tensión del parque fotovoltaico.

También se ha proyectado, además la instalación de un grupo electrógeno con potencia suficiente para realizar la operación normal de la subestación, en cuanto a los servicios esenciales se refiere. Esta fuente alimentará al Cuadro Principal de Corriente Alterna.

La conmutación entre la alimentación normal del transformador de servicios auxiliares, y la alimentación de emergencia, proporcionada por el grupo electrógeno diésel, será gobernada por un PLC industrial que será albergado en un cubículo del armario de distribución de CA.

Este PLC será alimentado desde 125 Vcc o desde tensión segura en 230 Vca. Un conmutador manual / remoto / desconectado establecerá el modo de operación de la conmutación.

El PLC de servicios auxiliares supervisará las tensiones de cada acometida y gobernará la conmutación en automático dando las órdenes oportunas a interruptores, así como las órdenes de arranque y parada (si es preciso tras un tiempo de refrigeración) del grupo electrógeno.

En caso de ausencia de tensión de la alimentación normal mantenida durante un tiempo determinado y ajustable de  $\approx 5$  s en el Armario de Distribución de CA, el PLC realiza la conmutación a la segunda fuente de alimentación normal. Normalmente en estos casos no es necesario que el PLC haga un retorno automático a la alimentación normal inicial si esta recupera la tensión.

En caso de ausencia de tensión de la alimentación normal mantenida durante un tiempo determinado y ajustable de  $\approx 5$  s en el Armario de Distribución de CA y si no existe una segunda fuente de alimentación normal o si la segunda fuente de alimentación normal también presenta ausencia de tensión, el PLC realizará la conmutación a la fuente de alimentación de emergencia, enviando orden de arranque al grupo electrógeno diésel.

Una vez arrancado el grupo y transcurrido un tiempo determinado y ajustable de  $\approx 10$  s, se entiende que el grupo ha conseguido sus condiciones nominales de funcionamiento.

Se emite orden de apertura al interruptor automático de acometida normal y orden de cierre al interruptor automático de acometida de emergencia del Armario de Distribución de CA, quedando el grupo diésel proporcionando tensión al Armario de Distribución de CA (CIBT) y alimentando el 100% de las cargas de la subestación. El grupo electrógeno continuará operando hasta que el PLC detecte el restablecimiento de la tensión normal.

Si se detecta tensión estable durante un tiempo determinado y ajustable de  $\approx 60$  s el PLC gestionará el retorno con paso por cero a la alimentación normal, procediendo a emitir orden de apertura del interruptor de alimentación de emergencia, seguida de orden de cierre del interruptor de alimentación normal, con lo que se restablecerá la alimentación normal.

Finalmente, el PLC se encargará de parar al grupo electrógeno, después de un periodo de refrigeración atendiendo a los requerimientos del grupo electrógeno.

Los sistemas de servicios auxiliares se materializarán en cuadros que deberán ser capaces de soportar sin daño o deformaciones permanentes las solicitudes mecánicas y térmicas producidas por el paso de la intensidad nominal de cortocircuito durante un segundo, especificada en los siguientes subapartados.

Los Cuadros de Servicios Auxiliares de c.a. y de c.c. deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 439 de la CEI y deberán tener las siguientes características nominales:

- o Cuadro de servicios auxiliares de c.a.
- Tensión nominal de servicio 400/230 V
- Tensión nominal de aislamiento 500 V
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto 2.500 V
- Intensidad nominal en servicio continuo del embarrado 125 A
- Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1s 15 KA
- Valor de cresta de la intensidad Momentánea admisible nominal 31,5 kV

Los interruptores automáticos montados en el interior de los compartimentos de distribución deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 157-1 de la CEI

Los interruptores automáticos serán uso corriente continua con curva k + contactos auxiliares.

Las salidas serán equipadas con bornas de paso. Deberán tener las siguientes características nominales:

- Tensión nominal de servicio 400 V
- Tensión nominal de aislamiento 660 V
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto 2.500 V
- Poder de corte de los interruptores automáticos. 4,5 kA

La intensidad nominal en servicio continuo de los interruptores automáticos de salida corresponderá a la potencia conectada, dichas características pueden observarse en el esquema unifilar de corriente alterna.

o Cuadro de servicios auxiliares de 125 Vc.c.

Desde el Cuadro Principal de Corriente Alterna se alimenta a los dos equipos rectificador-batería que constituyen las fuentes autónomas que dan seguridad funcional a la Subestación Eléctrica. Cada equipo rectificador-batería podrá alimentarse de manera conmutada desde ambas barras del Cuadro Principal de Corriente Alterna.

El Cuadro Principal de Corriente Continua de 125 Vcc, está formado por dos juegos de barras con acoplamiento. Cada uno de uno de estos juegos está alimentado, en condiciones normales, desde su correspondiente equipo rectificador-batería de 125 Vcc. Este cuadro da, entre otros, servicio a las alimentaciones necesarias de control y de maniobra.

- Tensión nominal de servicio	125 V c.c.
- Tensión nominal de aislamiento	250 V c.c.
- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto	2.000 V c.a.
- Intensidad nominal en servicio continuo del embarrado	100 A c.c.
- Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1s	10.000 A c.c.

Los interruptores automáticos montados en el interior de los compartimentos de distribución deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 151-1 del CEI y deberá tener las siguientes características nominales:

- Tensión nominal de servicio	125 V
- Tensión nominal de aislamiento	660 V
- Frecuencia nominal	50 Hz
- Tensión soportada a frecuencia Industrial durante 1 minuto	2.500 V
- Intensidad nominal en servicio continuo de los interruptores de salida	Según potencia.
- Poder de corte en cortocircuito a una tensión de 125 V c.c.	10 kA

o Cuadro de servicios auxiliares de 48 Vc.c. (en caso de ser necesario dicho nivel de tensión).

- Tensión nominal de servicio	48 V c.c.
- Tensión nominal de aislamiento	250 V c.c.
- Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto	2.000 V c.a.
- Intensidad nominal en servicio continuo del embarrado	100 A c.c.
- Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1s	10.000 A c.c.

Los interruptores automáticos montados en el interior de los compartimentos de distribución deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 151-1 del CEI y deberá tener las siguientes características nominales:

- Tensión nominal de servicio	48 V
- Tensión nominal de aislamiento	660 V

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p style="text-align: center;">VISADO Nº 04535-24A DE FECHA 10/2024</p> <p style="text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Frecuencia nominal 50 Hz
- Tensión soportada a frecuencia Industrial durante 1 minuto 2.500 V
- Intensidad nominal en servicio continuo de los interruptores de salida Según potencia.
- Poder de corte en cortocircuito a una tensión de 125 V c.c. 10 kA

### 3.2.5 Sistema de Control y Protección.

#### - Cuadro de control

Los armarios de control de las instalaciones de 220 kV, contendrá debidamente montados, conexiónados y presentados en el frontal con esquema – sinóptico los conmutadores de mando y posicionado, elementos de señalización y alarmas. También se instalarán convertidores de medida para distintas magnitudes eléctricas (V, A,  $\cos \varphi$ , KW, KVA<sub>r</sub>, KWh, KVA<sub>r</sub>h,).

#### - Protecciones

Se prevén paneles de protecciones con las funciones de:

- Protecciones de posición de enlace o interconexión con subestación entrega y recepción de energía. 1 Ud.
- Protecciones de posición transformador de potencia: 1 Ud.

En el frontal de los paneles, se montarán los relés que materializan el sistema de protecciones, que son probablemente una de las partes más importantes del diseño completo de un sistema de potencia. Para un funcionamiento óptimo de todos los parques fotovoltaicos es necesario garantizar una coordinación entre las protecciones propias de los mismos, las de la propia subestación y las de la Red de Transporte.

Las protecciones de desconexión de la instalación tienen por objeto:

- Impedir el mantenimiento de tensión, por parte de la subestación, en las redes que queden en isla ante defectos en la red.
- Desconectar la subestación de la red en caso de que aparezca un defecto interno.
- Permitir el funcionamiento normal de las protecciones y automatismos de la red receptora.

Las protecciones que se equipan en la Subestación de 220 kV son las siguientes:

#### Protecciones obligatorias en la interconexión

- Protección de mínima tensión (27).
- Sincronismo (25)
- Protección de máxima tensión homopolar (64).
- Tres relés instantáneos de máxima intensidad (50)

#### Protecciones exigidas en la interconexión

- Protección fallo de interruptor y direccional (50S-62/67).
- Doble protección diferencial longitudinal de línea (87L).

Hay además un equipo de teledisparo que provocaría la apertura del interruptor del lado opuesto de la línea de evacuación, integrado en ambas protecciones diferenciales.

#### Protecciones de la posición del transformador

- Protección diferencial de transformador (87T).
- Protección de sobreintensidad de fase y neutro para el lado de alta y fallo de interruptor (50.51/50N.51N/50S.62).

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº 04535-24A DE FECHA 24/10/2024</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
--	--	--

- Protección de sobreintensidad de fase y neutro para el lado de baja (50.51/50N.51N).
- Protección de sobreintensidad de fase y neutro en neutro del trafo (50.51N).
- Protección de sobreintensidad de fase en reactancia de puesta a tierra (50.51).
- Protección de sobreintensidad en neutro de la reactancia (51N).

También se dispone de:

- Protección por Buchholz (63).
- Protección por temperatura (26).
- Protección por imagen térmica devanados (49).
- Analizador de gases disueltos.

### 3.2.6 Sistema de medida y facturación.

#### Sistema de facturación

Se establece un sistema de medida global de todos los parques, basado en **principal + comprobante**, el cual se instalará de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Unificado de Puntos de Medida y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Según lo preceptuado en las mencionadas instrucciones el punto de medida principal debe de ubicarse en el mismo lugar que se encuentra la frontera, siendo que se considere el mismo lugar de la frontera si la distancia entre esta medida principal y la frontera se encuentre a menos de 500 metros de distancia (para instalaciones de más de 132 kV, tal y como es este caso).

El punto frontera de la instalación y por lo tanto de conexión con la red de transporte eléctrico será en la posición existente en el interior de subestación de EL GRADO 220 kV, propiedad de Red Eléctrica de España (en adelante REE). Esta posición es existente y no entra a formar parte del alcance del presente documento. Así pues, la medida principal se ubicará a una distancia inferior 500 metros de esta subestación perteneciente a REE, es decir en la posición de línea del equipo compacto interior ubicado en la Subestación EL GRADO 220 kV, de tal forma que cumpla con lo anteriormente reflejado. En todo momento se atenderá los condicionantes que establezcan por parte de REE.

La medida comprobante individual de cada uno de las instalaciones productoras (PFV AVEJARUCO SOLAR y PSFV GRADO BENSOLAR) se materializa en el nivel de 220 kV, de manera particular para cada una, a través de los secundarios de los transformadores de intensidad ubicados en cada posición de transformador (T-1 y T-2) , y con una potencia de precisión 10 VA y clase 0,2s, y transformadores de tensión en barras de relación 220.000:√3 /110: √3 V y de potencia de precisión 20 VA y clase 0,2, conectados en las barras principales.

Por otro lado, en el nivel de 220 kV, en la posición de línea LAAT SET REGADERA, se establecerá otra medida comprobante para medir la energía de las centrales de generación que evacuan en SET REGADERA, tomando la señal de intensidad desde el transformador de intensidad de la misma posición y la señal de tensión desde el transformador de tensión ubicado también en dicha posición.

Dando cumplimiento al Reglamento de Medida y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, se prevén equipos contadores – registradores de energía activa y reactiva, de clase 0,2 para la primera y clase 0,5 para la segunda; estarán alojados en armario precintable dentro de la sala de control. La medida redundante tiene características análogas, y estará contenida, igualmente, en un armario independiente, precintable, y en la misma sala.

El sistema de medida principal de medida totalizadora con la compañía eléctrica (en este caso será Red Eléctrica de España) de todas las plantas a ejecutar en la misma zona, se realizará en el punto de conexión con la red de transporte, en la propia subestación El Grado. La definición de éste último sistema de medida global en el punto frontera con la red de transporte no forma parte del alcance del presente proyecto.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impoin</b></p> <p>Nº Colegiado: 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A</p> <p>DE FECHA PROYECTO 10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

### Sistema de medida

Además del correspondiente punto de medida, se instalarán equipos de medida individualizada de potencia activa y reactiva en cada una de las instalaciones y por cada una de las plantas (ver apartados siguientes).

En el Cuadro de control y Paneles de protecciones y en las propias celdas, se han previsto convertidores de medida de intensidad, tensión, potencia activa y reactiva.

## **3.2.7 Medidas de seguridad**

### **3.2.7.1 Medidas de seguridad en general**

Cumplimentando lo exigido en el R.D. 1627/1997, de 20.10.97 y al amparo de la Ley 31/1995 de 6.11.97, se redacta un ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD, en el que se analizan los riesgos que se presentan en este tipo de montajes, y se proponen las medidas preventivas necesarias para alcanzar un alto grado de seguridad y salud de los trabajadores.

Finalmente, a nivel de ejecución, la Contrata, tomando como base el estudio mencionado, deberá proponer un Plan de Seguridad y Salud, adaptado a sus equipos y métodos de ejecución.

Medidas de seguridad eléctricas específicas del diseño del Proyecto:

- Riesgo por contacto directo:

No existe riesgo por contacto directo, puesto que el aparellaje de Baja y Media Tensión, está contenido en cuadros y celdas de chapa de acero.

Paralelamente se ha previsto un sistema de enclavamiento y materiales de prevención y seguridad que se exponen seguidamente.

### **3.2.7.2 Sistema de enclavamientos:**

Con la doble finalidad de protección del personal y de evitar falsas maniobras que puedan producir la destrucción de algún aparato, se establecerá un sistema de enclavamientos mecánicos mediante cerraduras y eléctricos que elimine este peligro, de manera, que nunca se puedan, accionar los seccionadores de Alta Tensión, sin antes haber desconectado el interruptor automático que le sigue. Por lo tanto, los seccionadores tendrán un sistema de enclavamiento de tal forma que no se podrán abrir sin previamente desconectar el interruptor automático correspondiente. Dispondrán también de un enclavamiento interno entre las cuchillas principales y las de puesta a tierra.

Estos enclavamientos se generalizan a las celdas de M.T. y son extensivos además a las puertas de acceso a las mismas de forma que no se puedan abrir con tensión (cuando su construcción así lo requiera).

También se enclavarán las celdas de entrada, de forma que el acceso a ellas sea posible previa puesta a tierra en la celda de protección del cable subterráneo correspondiente.

En general se adoptarán los siguientes:

Para enclavamientos mecánicos:

- Seccionador en vacío con disyuntores.
- Seccionadores (interno), cuchillas principales con las de puesta a tierra (P.T.).
- Seccionadores de P.T. primario trafo con la P.T. del secundario.
- Seccionador de P.T. línea alimentación a celdas con la puerta de la misma.
- Seccionador de P.T. línea alimentación trafo y la puesta del mismo.
- Entre disyuntores del primario y secundario del transformador.
- Los propios de las celdas del fabricante.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">           Nº Colegiado: 1937          VISADO: VD04535-24A          DEFECHA: 24/10/2024  <b>E-VISADO</b> </p>
--	--	---

Para enclavamientos eléctricos:

- Seccionadores con disyuntores.
- Puerto de celdas con disyuntor o seccionador (en su caso).
- Relé de bloqueo por disparo disyuntor.
- Los propios de las celdas del fabricante.

### 3.2.7.3 Materiales de prevención y seguridad:

Para la debida protección del personal especializado a cuyo cargo queda la instalación de alta tensión, se ha dotado a ésta, del material de prevención y seguridad siguiente:

- Plataforma aislante.
- Pértiga de servicio de 6,00 m de longitud, nivel de aislamiento 220 kV,
- Casco con pantalla protectora de descargas eléctricas.
- Guantes aislantes de 220 kV.
- Puestas a tierra y en cortocircuito.
- Discos de indicación de peligro riesgo eléctrico s/UNESA 0202 A y de señalización en general.
- Placa de primeros auxilios a prestar a los accidentados por corriente eléctrica.
- Alumbrado de emergencia.
- Riesgo de contacto indirecto:

Se presenta cuando partes de la instalación que normalmente están libres de tensión (cuadros y estructuras en general), adquieren potencial eléctrico cuando existe un defecto de aislamiento.

Las medidas de seguridad adoptadas consisten en:

- Limitar la intensidad de defecto mediante la utilización en M.T. de reactancia de puesta a tierra.
- Equipotencialidad en el interior de toda la subestación.
- Eliminación del defecto, mediante disparo por medio de protecciones de sobreintensidad homopolar.
- Instalación de un sistema de puesta a tierra eficaz que limita las tensiones de paso, de contacto y defecto a valores admisibles para la seguridad de las personas y de la instalación; justificando en cálculos según ITC-RAT 13.

### 3.2.7.4 Prevención contra riesgo de incendio en la S.E.T.

Se han adoptado los materiales y los dispositivos de protección eléctricos que evitan en lo posible la aparición y propagación de un incendio en las instalaciones eléctricas puesto que:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación es difícil por su ubicación y distancias suficientes, según se refleja en los planos.
- La presencia de personal de servicio permanente o detección en la instalación.
- La disponibilidad de medios internos de lucha contra incendios.
- Dispositivos de protección rápida que cortan la alimentación a todos los arrollamientos del transformador intemperie, con relés de sobreintensidad, diferencial, termostato, termómetro, Buchholz y otros, que desconectan los automáticos correspondientes.
- En el parque de intemperie, se ha previsto en la bancada del transformador una arqueta apagafuegos y un foso de recogida de aceite.
- Para extinción de incendios se preverán extintores de CO<sub>2</sub>.

### 3.2.8 Sistema de Puesta a tierra subestación

El sistema de puesta a tierra será único para la totalidad de las instalaciones, siendo parte de este proyecto la descripción de las siguientes redes individuales:

- Parque intemperie a 220 kV.
- Parque colector interior a 30 kV.
- Cable de enlace de tierras o de acompañamiento.

Comprenderá, asimismo, las tierras de protección y de servicio; por ser  $V_d \leq 1.000 \text{ V}$ .

La puesta a tierra, además de asegurar el funcionamiento de las protecciones garantiza la limitación del riesgo eléctrico en caso de defectos de aislamiento, manteniendo las tensiones de paso y de contacto por debajo de los valores admisibles; según la ITC-RAT13.

Se propone para una puesta a tierra única que comprenda:

- Las puestas a tierra de protección que conectarán los siguientes elementos: estructuras, herrajes, chasis, bastidores, armarios, vallas metálicas y puertas, cuba de transformador, pantallas de los cables y otros.
- Las puestas a tierra de servicio, que comprenden: neutros de transformadores de potencia, circuito de B.T. de los transformadores de medida, autoválvulas, elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra, aparatos y equipos que lo precisen para su funcionamiento.

Conviene resaltar que el sistema de puesta a tierra va a ser único para la totalidad de las instalaciones de alta, media y baja tensión, incluida la estructura del edificio de fábrica, y el pararrayos iónico.

El diseño de la puesta a tierra para los dos niveles de tensión será el siguiente:

Malla de toma de tierra en el parque de 220 kV y 30 kV, con conductor de 120 mm<sup>2</sup> de cobre, desnudo, separados 6 m aproximadamente, instalados a una profundidad mínima de 0,60 m, con picas al menos en los extremos de cada tramo la malla, de acero cobreadas de 2 m de longitud y 20 mm $\varnothing$ . Además, se prevén 2 líneas perimetrales al cerramiento, una interior y otra exterior; ambas a 1m de distancia de aquel.

De dicha malla y también con cable de 120 mm<sup>2</sup>, se derivará mediante soldadura aluminotérmica a los distintos soportes y aparatos del parque, para su puesta a tierra por medio de piezas de conexión. Todos los conductores que emerjan del terreno llevarán en ese tramo protección mecánica y aislamiento con tubo de PVC rígido.

Esta malla se conecta al edificio control y celdas de la S.E.T., desde el punto más próximo con cables de 120 mm<sup>2</sup> hasta una caja de conexión y verificación de las tierras, situado en el edificio de la que partirán a su vez las derivaciones, de 120 mm<sup>2</sup> de sección, a las celdas de M.T., Cuadros de Control y B.T., incluso el anillo perimetral del edificio, ejecutado con cable de 120 mm<sup>2</sup>, al que se conectará el mallazo de reparto.

### **Cable de enlace de tierras o de acompañamiento**

Discurre por el mismo itinerario que las zanjas que contienen las líneas M.T., enlazando cada uno de los elementos de las plantas generadoras con la Subestación.

Se resuelve con cable de cobre desnudo de 1x50mm<sup>2</sup> de sección, enterrado a 1,10m de profundidad, hasta alcanzar la caja de verificación de la S.E.T.

### **3.2.9 Obra civil**

### 3.2.9.1 Edificio de Mando y Control y Casetas de celdas

En la Subestación se construirá un edificio de una planta, de dimensiones adecuadas para albergar las instalaciones y equipos, conforme a los planos de planta del Documento Planos del presente proyecto.

- **Edificio de Servicios Auxiliares y Control.**

Se establece un edificio para el mando, control y explotación de la subestación, en el cual en una sola sala albergará los equipos y armarios de éstos para el suministro de servicios auxiliares de la instalación, armarios de control y protección, comunicaciones y facturación, y todo aquello necesario para el objeto de cubrir las actividades que se van a desarrollar en las instalaciones.

Se instalarán los equipos de comunicación y la UCS.

Todo el edificio de una sola sala, estará equipado con falso suelo, se habilitarán huecos para el paso de cables.

También se instalarán en este edificio, tanto los armarios principales de servicios auxiliares, uno de corriente alterna y otro de corriente continua, como también los armarios de baterías y rectificador de 125 Vc.c. y 48 Vc.c en corriente continua.

Se instalará un extractor para ventilación y un equipo de aire acondicionado.

Por otra parte, albergará los bastidores correspondientes a las posiciones del parque de intemperie de 220 kV. Cada bastidor está compartimentado independientemente para cada posición y tiene su acceso frontal a través de las puertas con cerradura.

- **Casetas de celdas M.T.– 30 kV.**

Se dispondrá de dos edificios independientes de celdas, una para cada parque. Cada una de estos edificios tendrá una puerta de acceso al exterior. En cada una de estos edificios de celdas de media tensión de la subestación se alojarán los grupos de celdas que reciben la red subterránea que evacuará la energía producida por las plantas fotovoltaicas. Las líneas subterráneas de la planta irán a sus correspondientes celdas de 30 kV. Estas celdas se conectarán a los embarrados de 30 kV. De estos embarrados, a través de una celda de salida por cada grupo de celdas, se conectarán al secundario del transformador de potencia del parque intemperie correspondiente. En los planos adjuntos puede verse la disposición en planta de los equipos y edificios de celdas previstas en la instalación.

Estas casetas y el edificio de control son del tipo prefabricado, de paneles de hormigón armado y cubierta plana.

### 3.2.9.2 Subestación Parque de Intemperie.

- **Movimiento de tierras**

Se efectuarán los correspondientes movimientos de tierras a fin de conseguir las explanaciones necesarias para el acceso a la subestación desde el camino de acceso y para su construcción. El acabado será consonante con la vegetación de la zona. El movimiento de tierras será realizado conforme a las instrucciones de la Dirección Facultativa y a la vista del estudio geotécnico que ha de realizarse previamente al inicio de las obras, en caso de tierras sobrantes se gestionarán debidamente a un vertedero habilitado y autorizado.

- **Cerramiento perimetral**

Todo el recinto de la Subestación estará protegido por un cierre de malla metálica para evitar el acceso a la misma de personas ajenas al servicio. En los planos correspondientes puede apreciarse la disposición adoptada.

La altura del cierre será como mínimo de 2,4 m de acuerdo a lo especificado en el Apartado 3.1 del ITC-RAT 15. Este cerramiento será de valla metálica de acero galvanizado reforzado, rematado con

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">           Nº Colegiado: 1937          VISADO Nº 04535-24A          DE FECHA: 24/10/2024  <b>E-VISADO</b> </p>
--	--	--

alambrada de tres filas, con postes metálicos, embebidos sobre murete corrido de hormigón de 0,5 m de altura/opaco

Se instalarán para el acceso a la subestación dos puertas metálicas: una peatonal de una hoja y un metro de anchura, y otra para el acceso de vehículos y siete metros de anchura.

- **Drenaje de aguas pluviales**

Para asegurar el drenaje y la adecuada evacuación de las aguas pluviales, se dispondrá de tubos drenantes necesarios para evacuar las aguas en un tiempo razonable, de forma que no se produzca acumulación de agua en la instalación y se consiga la máxima difusión posible de las aguas de lluvia.

Se ejecutarán a lo largo del recinto los sumideros necesarios y conectados a arquetas o pozos de registro de la red de aguas pluviales.

Perimetralmente se dispondrá de una cuneta que evite que el agua exterior entre al interior del recinto.

- **Cimentaciones y viales interiores**

#### Cimentaciones

Las cimentaciones de hormigón armado, serán estables al vuelco en las condiciones más desfavorables y se dimensionarán para soportar los esfuerzos a que han de estar sometidas, en función de la capacidad portante del terreno de apoyo.

Estas cimentaciones corresponden a los siguientes elementos:

- Autoválvulas.
- Transformadores de intensidad.
- Transformadores de tensión.
- Batería de condensadores.
- Interruptor.
- Seccionador.
- Pórtico de línea.
- Soportes barras principales.
- Aisladores apoyo

#### Viales interiores

El acceso al recinto se propone desde el camino colindante tal y como figura en el plano de implantación del presente Proyecto.

Interiormente se propone un vial perimetral, sensiblemente centrado, separa la zona de transformador del edificio de control.

Este vial de 5 m de ancho en algunas partes de su recorrido, recorre por el interior de la subestación todo el perímetro de la misma y permite posicionar el transformador de potencia en el interior del recinto y la apartament exterior.

Este vial irá pavimentado con mezcla bituminosa en caliente tipo D-12 sobre capa de zahorra artificial. No está previsto la ejecución de viales interiores de servicio.

El resto de la superficie del recinto, dispondrá de una capa de gravilla de 15 mm de tamaño máximo y entre 10 y 15 cm de espesor. Previamente se habrá de aplicar un producto fungicida que evite el nacimiento de vegetación en todo el recinto de la SET.

- **Canalizaciones eléctricas**

En el interior de la parcela de la SET, todos los cables eléctricos irán en canalizaciones entubadas bien directamente enterradas o bien en hormigón.

Estas canalizaciones dispondrán de tubos de diferentes diámetros de Polietileno de Alta Densidad por donde se tenderán los cables de potencia de media tensión, baja tensión y control.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impoin</b></p> <p>1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A DE FECHA 10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

Los cruces de viales se realizarán con tubos de PVC protegidos con hormigón, con un 30% de tubos libres como reserva y/o canales cable de tapa reforzada.

Se procurará minimizar el número de cruces juntando varias tuberías en un único cruce. El conjunto se protegerá con hormigón armado de 150x150x6 mm, formando un bloque. En cada cruce se dejará un 30% de tubos libres para futuro paso de cable.

Todos los tubos de cables enterrados tendrán una capa mínima de 290 mm sobre ellos.

Para evitar la entrada de agentes perjudiciales, se sellará la entrada de los tubos o conductos.

- **Estructura metálica**

La estructura metálica estará constituida por perfiles metálicos normalizados de alma llena, La estructura dispondrá de los herrajes, tornillería y restantes elementos necesarios para la fijación de cajas de centralización, sujeción de cables, anclaje a la cimentación, etc.

Todas las estructuras y soportes serán galvanizados en caliente como protección contra la corrosión. electrosoldados y galvanizados en caliente.

Para el anclaje de estas estructuras, se dispondrán cimentaciones adecuadas a los esfuerzos que han de soportar, construidas a base de hormigón y en las que quedarán embebidos los pernos de anclaje correspondientes.

- **Bancada de transformador**

El transformador se ha dispuesto sobre una bancada y depósito de recogida de aceite. Bajo dicha bancada se establece un depósito de recogida de aceite, dimensionado para el 125 % del volumen de aceite de la máquina transformadora. Dispondrá de un separador de aceite por diferencia de densidades para drenaje de pluviales, que evite el vertido de aceite a la red de drenaje en caso de pérdida de aceite.

Este depósito debe tener un diseño que produzca una efectiva separación del agua proveniente de lluvias o de otras fuentes y recolecte el aceite.

El depósito será de planta rectangular subterráneo, accediéndose al mismo mediante una tapa metálica.

La recogida de aceite de fugas del transformador y la reactancia se realizará mediante una canalización subterránea con tubo prefabricado de hormigón

### **3.2.10 Instalación de Alumbrado y Fuerza**

#### **3.2.10.1 Alumbrado**

##### Posiciones

De acuerdo con la normalización, el alumbrado normal de las posiciones en el parque exterior, se realizará con proyectores orientables, montados a menos de 3 m de altura. Serán de haz semi extensivo, para que con el apuntamiento adecuado se pueden obtener 50 lux en cualquier zona del parque de intemperie.

##### Viales

Alumbrado con luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura, para un nivel de iluminación de 5 lux.

Se dispondrá, asimismo, de alumbrado de emergencia constituido por grupos autónomos colocados en las columnas de alumbrado, en el caso de viales perimetrales y sobre la misma estructura que el alumbrado normal o tomas de corriente en el parque de intemperie. El sistema de emergencia será telemandado desde el edificio de control y los equipos tendrán una autonomía de una hora.

Se dispondrá de fotocélula para el encendido del alumbrado exterior.

##### Casetas

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p>VISADO: VD04535-24A DE FECHA: 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Los niveles de iluminación en las distintas áreas serán de 500 lux en caseta de control y de comunicaciones, y de 300 lux en caseta de celdas.

Los alumbrados de emergencia, estarán situados en las zonas de tránsito y en las salidas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal, si así estuviese seleccionado, con autonomía de una 1 hora.

### 3.2.10.2 Fuerza

Se instalarán tomas de fuerza combinadas de 3P+T (32 A) y 2P+T (16 A) en cuadros de intemperie anclados a pilares próximos a los viales, de forma que cubran el parque considerando cada conjunto con un radio de cobertura de 25 m.

### 3.2.11 Sistema Contraincendios y Antiintrusismo.

#### Sistema Contraincendios

Se instalarán detectores de incendios en todas las casetas de la Subestación, del tipo analógicos ópticos. El sistema estará integrado en la central mixta: "Incendios, robo y transmisión de alarmas" existente en la caseta de control.

#### Sistema Antiintrusismo

El sistema antiintrusismo estará compuesto por contactos magnéticos, detectores volumétricos de doble tecnología y sirena exterior. El sistema estará integrado en la central mixta: "Incendios, robo y transmisión de alarmas" existente en la caseta de control.

### 3.3 PARCELAS AFECTADAS

Las parcelas afectadas por la ocupación de subestación serán:

SUBESTACION AVEJARUCO 30/220 kV			
DATOS PARCELA			MEDICIÓN DE AFECCIONES
TERMINO MUNICIPAL	POLIGONO	PARCELA	SUBESTACIÓN
EL GRADO	7	361	5.727,92 m <sup>2</sup>

Tabla 4. Afección y superficie de ocupación

### 3.4 PLAZO DE EJECUCIÓN

Para la ejecución de los trabajos se ha previsto un plazo de ejecución de 5 meses, con las siguientes actividades principales:

- Trabajos previos consistentes en labores de replanteo, instalación de casetas de obra, inicio de los trabajos, etc.
- Vial de acceso y plataforma: Ejecución de los trabajos para la construcción del vial de acceso y de la plataforma.
- Cimentación del edificio y cimentación de transformador, autoválvulas, etc.: Ejecución de los trabajos para la construcción de las distintas cimentaciones.
- Ejecución del edificio y montaje de estructuras metálicas.
- Infraestructura eléctrica: desarrollo y ejecución de los trabajos correspondientes a los equipos de 220/30 kV e instalaciones auxiliares.
- Puesta en marcha de la subestación.

### 3.5 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

	CRONOGRAMA EJECUCIÓN SUBESTACIÓN SET AVEJARUCO 30/220 kV																			
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
IMPLANTACIÓN EN OBRA	■	■	■	■																
MOVIMIENTO DE TIERRAS: VIAL ACCESO-PLATAFORMA SET		■	■	■	■	■	■	■												
REALIZACIÓN DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA		■	■	■	■	■	■	■												
OBRA CIVIL: CIMENTACIONES-EDIFICIO-CANALES		■	■	■	■	■	■	■												
RECEPCIÓN E INSTALACIÓN CASSETAS PREFABRICADAS																				
ACONDICIONAMIENTO EDIFICIO DE CONTROL Y SERVICIOS																				
RECEPCIÓN-MONTAJE DE ESTRUCTURAS SOPORTE APARARAMENTA																				
RECEPCIÓN DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA																				
MONTAJE TRANSFORMADOR DE POTENCIA																				
RECEPCIÓN DE APARARAMENTA Y ACOPIO																				
MONTAJE ELECTROMECANICO APARARAMENTA																				
TENDIDO Y CABLEADO ELECTRICO. INSTALACIÓN PROTECCIONES																				
PRUEBAS Y ENERGIZACIÓN																				

Tabla 5. Cronograma de ejecución subestación Avejaruco.

#### 4 DERIVACIÓN AÉREA 220 KV (ENTRADA-SALIDA)

Es objeto de este apartado es la derivación (entrada-salida) de la línea aérea 220 kV LAAT SET REGADERA – SET EL GRADO 220 kV. Esta derivación de la línea aérea, se realizará en el apoyo AP 42 para acceder a la SET AVEJARUCO y evacuar la energía generada por las centrales de generación fotovoltaica a la LAAT existente. A continuación, se muestra la disposición de la derivación sobre la LAAT existente.

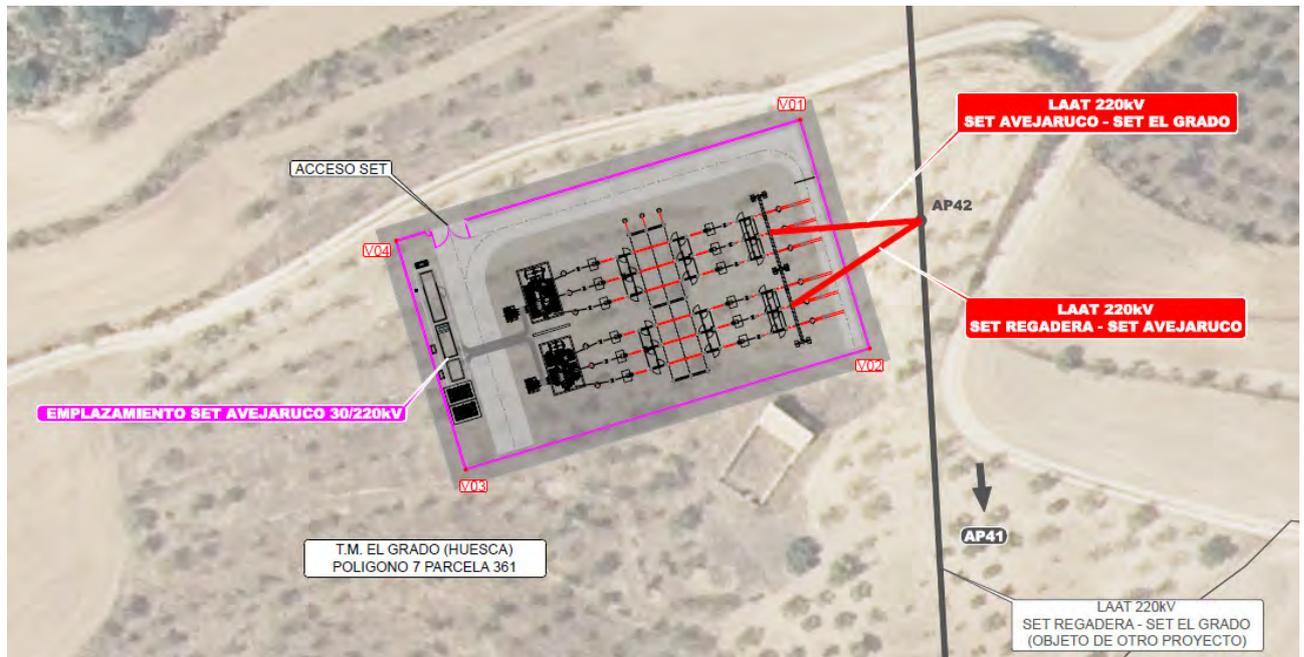


Ilustración 2 Ortofoto derivación sobre la Línea Aérea de Alta Tensión

Del estudio de la infraestructura eléctrica, de las necesidades energéticas (energía generada), de las instalaciones eléctricas existentes y/o en proyecto, de la orografía y características del terreno, se ha optado por la solución de realizar un entronque en el apoyo 42 para acceder a la subestación Avejaruco y evacuar la energía a la LAAT indicada anteriormente. Con el objeto de minimizar el impacto medioambiental se ha diseñado la Línea Aérea de evacuación de manera que su traza no afecte a zonas protegidas y que cumpla medidas de antielectrocución y anticolisión.

##### 4.1 EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

La Línea Aérea discurrirá por el Término Municipal de El Grado sin afectar a ningún paraje.

A continuación, se muestran las coordenadas UTM ETRS89 Huso 30:

LAAT 220 kV ENTRADA/SALIDA SET REGADERA - SET EL GRADO			
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 31 - ETRS89)			
Nº APOYO	DENOMINACIÓN APOYO	COORDENADA X	COORDENADA Y
42	GCO-40000-25	269907,01	4665384,11

Tabla 6 Coordenada UTM Derivación Aérea

## 4.2 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA AÉREA

### 4.2.1 Recorrido de la derivación de la Línea Aérea 220 kV

El apoyo nº 42 de entronque, es el punto donde se realiza la derivación de la línea aérea de alta tensión existente de 220 kV que transporta la energía eléctrica desde la SET REGADERA a la SET EL GRADO 220 kV.

El origen de la derivación Aérea será el apoyo nº 42 de la LAAT indicada, desde donde se llegará con una longitud aproximada de 35 m al pórtico de entrada de la SET AVEJARUCO. Así mismo, se evacuará la energía desde la SET AVEJARUCO a la LAAT mencionada anteriormente por medio de otro pórtico, y se llegará de nuevo al apoyo nº 42 con una longitud aproximada de 29 m.

El trazado de la línea consta de la siguiente alineación:

ALINEACION	APOYOS	LONGITUD	T.M.
1	42 - P	29 m	El Grado

*Tabla 7 Trado Derivación Aérea*

### 4.3 AFECCIONES POR EL PASO DE LA LÍNEA

No se producen afecciones en el recorrido de la línea.

### 4.4 AFECCIONES MEDIO AMBIENTALES

Las medidas protectoras y correctoras que se han tenido en cuenta para minimizar la afección medioambiental son las siguientes:

- La fijación de las cadenas de aisladores en las crucetas se realizará a través de cartelas que permitan mantener una distancia mínima de 0,70 m entre el punto de posada y el conductor.
- No se instalará ningún puente para el paso de conductores por encima de la cabeza de los apoyos.
- Tanto los conductores de fase a utilizar, denominados LA-380, de aluminio con alma de acero, de diámetro 30,42 mm, así como el cable de Comunicación denominado OPGW con un diámetro de 17 mm, los hacen fácilmente visibles para evitar la colisión de las aves. Sin embargo, se prevé instalar dispositivos salvapájaros en el cable de tierra y/o comunicación cada 10 m.
- La señalización del tendido eléctrico se realizará inmediatamente después del izado y tensado de los hilos conductores, estableciéndose un plazo máximo de 5 días entre la instalación de los hilos conductores y su balizamiento.

Las medidas a tomar con respecto a terrenos serán:

- Todos los movimientos de tierra se ejecutarán con riguroso respeto a la vegetación natural, evitando afectar a las comunidades vegetales de las laderas. Para ello se han ubicado los apoyos de la línea, siempre que ha sido posible, en terrenos de cultivo.
- Se aprovecharán al máximo los caminos existentes para la construcción y el montaje de la línea.
- Se ha evitado ubicar apoyos en taludes y en caso necesario se ha efectuado en la parte más baja del talud.
- Se prevé la instalación de una campa para acopio y servicios auxiliares relacionados con la construcción de la línea, próxima a la SET AVEJARUCO.

### 4.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La línea objeto de este proyecto tiene las siguientes características generales:

Tensión nominal	220 kV
Potencia máxima admisible	257 MVA

Nº de circuitos	1 de 220 KV
Nº de conductores por fase	1
Disposición conductores	Tresbolillo
Longitud de la línea	29 m
Conductores por circuito	Tres Al-Ac LA-380
Cables de tierra	Cable compuesto OPGW
Apoyos	Metálicos de Celosía
Aisladores	De vidrio
Clasificación según la altitud	Zona A
Clasificación según la tensión	Categoría especial
Plazo de ejecución	1 mes

Tabla 8. Características Generales. Derivación Línea Aérea

#### 4.5.1 Apoyos

Los apoyos a utilizar en la construcción de la línea aérea serán del tipo metálicos de celosía.

Estos apoyos son de perfiles angulares atornillados, de cuerpo formado por tramos troncopiramidales cuadrados, con celosía doble alternada en los montantes y las cabezas prismáticas también de celosía, pero con las cuatro caras iguales.

Los apoyos dispondrán de una cúpula para instalar el cable de guarda con fibra óptica y cable de guardia por encima de los circuitos de energía, con la doble misión de protección contra la acción del rayo y comunicación.

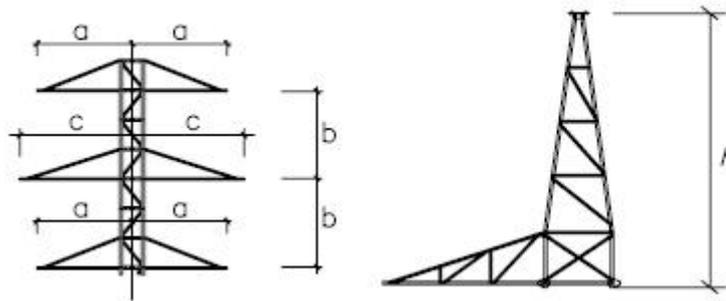


Ilustración 3. Tipo de Armado. Apoyo Derivación Línea Aérea

A continuación, se indica un listado con el tipo de apoyo utilizado con sus dimensiones:

LAAT 220 kV ENTRADA/SALIDA SET REGADERA- SET AVEJARUCO - SET EL GRADO									
Nº de Apoyo	Función Apoyo	Circuitos	Denominación Apoyo	Dimensiones (m)					
				"a"	"b"	"c"	"h"	H útil	H Total
42	ENTRONQUE	DOBLE CIRCUITO	GCO-40000-25	4,70	5,60	4,70	6,50	25,00	42,70

Tabla 9- Tipo de Apoyo. Entronque. Derivación

##### 4.5.1.1 Conductor de Fase y Comunicaciones

Los conductores de fase a utilizar en la construcción de la línea serán del tipo Aluminio-Acero LA-380 de las siguientes características:

Denominación: .....LA-380 (337-AL 1/44-ST1A)

Sección total (mm <sup>2</sup> ): .....	381,5
Diámetro total (mm):.....	25,4
Número de hilos de aluminio: .....	54
Número de hilos de acero: .....	7
Carga de rotura (kg):.....	11135
Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km): .....	0,0857
Peso (kg/m):.....	1,276
Coefficiente de dilatación (°C): .....	1,93E-5
Módulo de elasticidad (kg/mm <sup>2</sup> ): .....	7000
Densidad de corriente (A/mm <sup>2</sup> ): .....	1,88

Los conductores de tierra a utilizar en la construcción de la línea serán del tipo compuesto OPGW, de las siguientes características:

Denominación: .....	OPGW-48
Diámetro (mm): .....	17
Peso (kg/m):.....	0,624
Sección (mm <sup>2</sup> ): .....	180
Coefficiente de dilatación (°C): .....	1,5E-5
Módulo de elasticidad (kg/mm <sup>2</sup> ):.....	12000
Carga de rotura (kg):.....	8000
Intensidad de cortocircuito (kA): .....	a definir en el estudio de cortocircuito
Tipo de fibra .....	G-652

#### 4.5.1.2 Cadenas de Aislamiento

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. Veamos las características de todos los elementos que las componen, y una descripción de las cadenas según los diferentes apoyos.

##### Cadena de amarre (“simples”)

Las cadenas de aislamiento en amarre estarán formadas por 2 cadenas de 16 aisladores de vidrio para 220 kV:

- Tipo:-----	U160BS
- Material:-----	Vidrio
- Paso (mm):-----	146
- Diámetro (mm):-----	280
- Línea de fuga (mm):-----	380
- Peso (Kg):-----	6,3
- Carga de rotura (Kg):-----	16000
- Nº de elementos por cadena:-----	16
- Tensión soportada a frecuencia industrial (kV):-----	525

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº 04535-24A DE FECHA PROYECTO 10/2024</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
--	--	--

- Tensión soportada al impulso de un rayo (kV):----- 1165

#### 4.5.1.3 Herrajes y Accesorios

- Herrajes de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 21158.
- A continuación, se muestran los componentes de los herrajes de amarre y de suspensión respectivamente.
- Grapas de amarre del tipo compresión compuestas por un manguito que se comprime contra el cable, y están de acuerdo con la Norma UNE 21159.
- Amortiguadores: Según el RLAT es necesario incluir amortiguadores por un factor EDS mayor de 15 %. El fabricante de los amortiguadores deberá realizar un estudio de amortiguamiento de la línea para definir la instalación y la elección correcta del amortiguador
- Cajas de conexión: En función de la longitud de las bobinas se colocarán las cajas de conexión.
- Contrapesos: En el caso de que por desniveles en los vanos, se produzcan importantes pérdidas de peso del gravivano, se colocarán los contrapesos necesarios para compensar y limitar los desvíos de cadena correspondiente.
- Salvapájaros: Como medida preventiva, para evitar la colisión, se instalarán en el cable de tierra (OPGW). Estos accesorios serán espirales de 1 m de longitud x 0,3 m de diámetro y serán de color naranja o blanco, dispuestas como mínimo cada 10 metros lineales.

#### 4.5.1.4 Cables de Fase

Los empalmes asegurarán la continuidad eléctrica y mecánica en los conductores, debiendo soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor el 90% de su carga de rotura; para ello se utilizarán bien manguitos de compresión o preformados de tensión completa.

La conexión solo podrá realizarse en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas de amarre de una apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor. Se utilizarán uniones de compresión o de tipo mecánico (con tornillo)

Las conexiones, que se realizarán mediante conectores de apriete por cuña de presión o petacas con apriete por tornillo, asegurarán continuidad eléctrica del conductor, con una resistencia mecánica reducida

#### 4.5.1.5 Cables de Comunicación

Las cajas de distribución proporcionan una conexión y un acceso fácil al enlace óptico, teniendo en consideración el cuidado de la fibra y el cable.

La caja de empalme de rápido acceso proporciona una efectiva protección frente a los agentes externos ambientales. Estas se instalarán en los propios apoyos de la línea aérea. El número de cajas vendrá determinado por el metraje de las bobinas y por lo tanto se determinará en obra.

#### 4.5.1.6 Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa HM-20/B/20/IIa, de una dosificación de 200 Kg/m<sup>3</sup> y una resistencia mecánica de 200 Kg/m<sup>2</sup>, del tipo fraccionada en cuatro macizos independientes.

Cada bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 25 cm, formando zócalos, con objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones; dichos zócalos

terminarán en punta de diamante para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia. Para cada cimentación se colocará una capa de 10 cm de espesor de hormigón de limpieza de HM-150. Sus dimensiones serán las facilitadas por el fabricante según el tipo de terreno, definido por el coeficiente de compresibilidad. No se dispone de estudio geotécnico por lo que las cimentaciones indicadas deberán ser estudiadas antes de comenzar la obra. Las obtenidas a continuación se han realizado con una tensión admisible del terreno de 3 kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de balasto de 12 kg/cm<sup>3</sup>, un ángulo de arrancamiento del terreno de 30°.

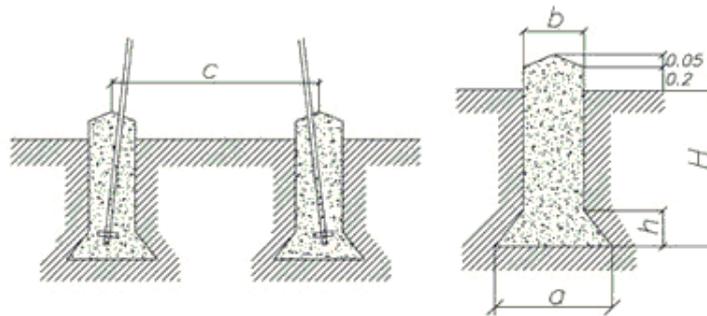


Ilustración 4. Cimentación tetrabloque. Apoyo Entronque.

A continuación, se muestra una tabla resumen de las cimentaciones de los apoyos de la línea con sus correspondientes medidas.

LAAT 220 kV ENTRADA/SALIDA SET REGADERA - SET AVEJARUCO - SET EL GRADO									
Nº de Apoyo	Denominación Apoyo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación total todas las patas (m <sup>3</sup> )	Volumen Hormigón total todas las patas (m <sup>3</sup> )
			a	h	b	H	Distancia entre hoyos c		
42	GCO-40000-25	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	2,15	0,70	1,30	3,95	7,30	30,48	31,94

Tabla 10. Tabla de cimentaciones apoyo entronque derivación

#### 4.5.2 Puesta a Tierra

Todos los apoyos se conectarán a tierra con una conexión independiente y específica para cada uno de ellos. Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberán tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión a tierra con sección inferior a los equivalentes en 25 mm<sup>2</sup> de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T. Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia. Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC07 del R.L.A.T.

Para el caso de los apoyos tetrabloque se colocará un electrodo horizontal (cable enterrado de 50 mm<sup>2</sup> de sección de Cu), dispuesto en forma de anillo enterrado como mínimo a una profundidad de 1 m. A dicho anillo se conectarán cuatro picas de 20 mm de diámetro y 2000 mm de longitud, conectadas mediante un cable desnudo de cobre de 50 mm<sup>2</sup>, atornillado a la estructura de la torre. En función del tipo de apoyo que sea (frecuentado o no frecuentado) se realizará la puesta a tierra según los estándares del operador eléctrico de la zona. Debido a la disposición de los apoyos, se

considera todos no frecuentados. Una vez se conozcan los valores de la resistividad eléctrica del terreno, se optimizará la puesta a tierra indicada en planos.

Una vez completada la instalación de los apoyos con sus correspondientes electrodos de puesta a tierra, se comprobarán que las tensiones de contacto medidas en cada apoyo son menores que las máximas admisibles.

Para el cálculo de las tensiones de contacto máximas se tendrán en cuenta las siguientes expresiones:

$$V_C = V_{CA} \left( 1 + \frac{R_{a1} + 1,5\rho_S}{1000} \right)$$

Donde:

$\rho_S$ : Resistividad del terreno ( $\Omega m$ ).

$V_{ca}$ : Tensión de contacto aplicada admisible

$R_{a1}$ : Resistencia del calzado.

La validación del sistema de puesta a tierra de los apoyos se realizará según indica el apartado 7.3.4.3 de la ITC 07 del RLAT, según se muestra en el siguiente esquema:

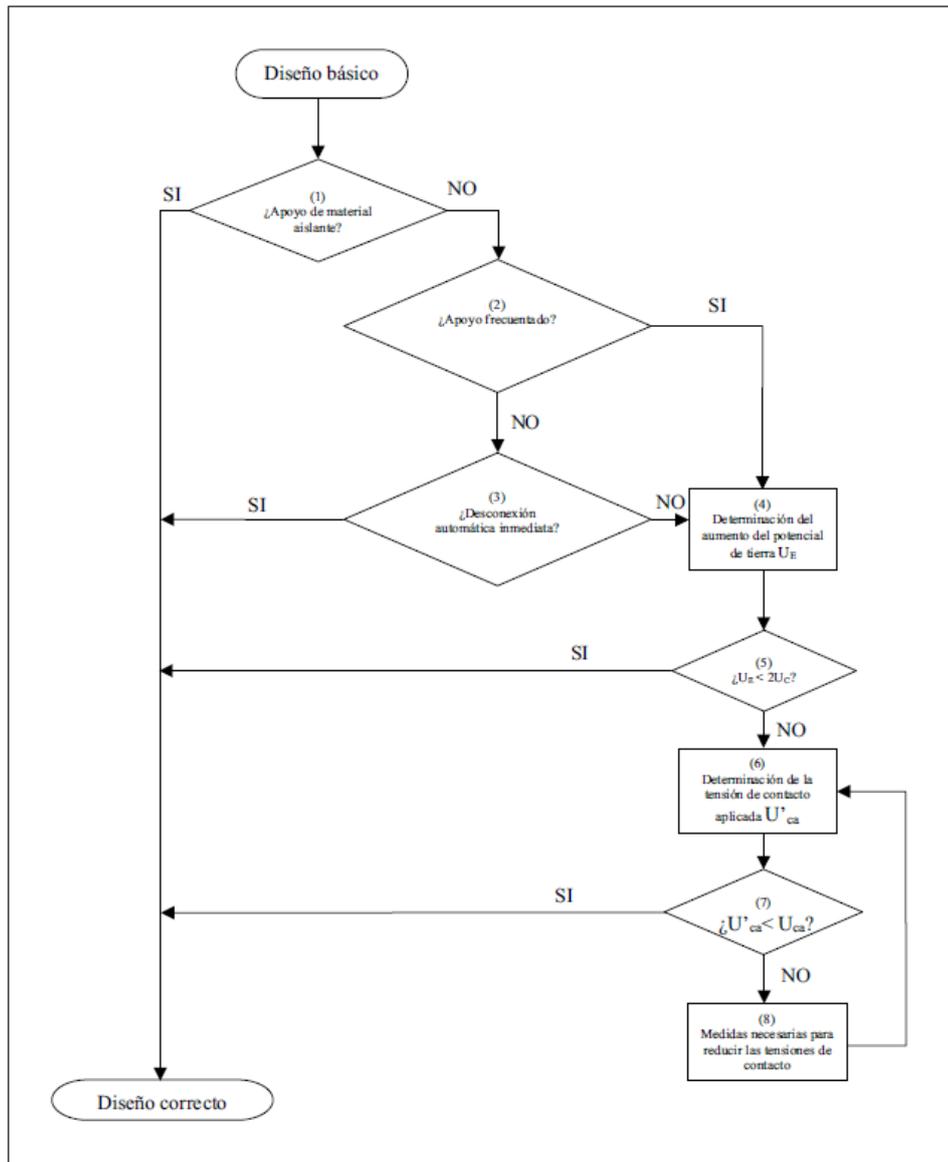


Ilustración 5. Esquema de Diseño de puesta a tierra apoyo entronque derivación.

### 4.5.3 Señalización

Todos los apoyos irán provistos de dos placas de señalización en la que se indicará: el número del apoyo (correlativos), tensión de la Línea (220 kV), símbolo de peligro eléctrico y logotipo de la empresa.

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se haya establecido.

### 4.5.4 Plazo de Ejecución

Para los trabajos de construcción, el plazo de ejecución será de 1 mes, con las siguientes actividades principales:

- Trabajos previos consistentes en labores de replanteo, instalación de casetas de obra, inicio de los trabajos.
- Realización de las cimentaciones de los nuevos apoyos para la derivación.
- Montaje de estructuras e izado de los apoyos para la nueva derivación aérea.
- Tendido del cable simple circuito LA-380 hasta los pórticos
- Tendido y conexionado con la línea actual de la nueva derivación.
- Energización de la línea eléctrica.

### 4.5.5 Cronograma de Ejecución

CRONOGRAMA DERIVACIÓN AÉREA 220 kV SET REGADERA - SET EL GRADO 220 kV				
MES 1				
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
IMPLANTACIÓN EN OBRA				
LLEGADA DE LOS ANCLAJES Y TRAMOS DE TORRES				
EXCAVACIÓN Y HORMIGONADO DE ANCLAJES				
LLEGADA APOYOS A OBRA				
MONTAJE DE APOYOS E IZADO				
LLEGADA DE CABLE LA-380				
LLEGADA DE CABLE OPGW				
LLEGADA DE AISLADORES Y HERRAJES				
TENDIDO DE CABLE Y AMARRADO				
TENDIDO DE OPGW				
COLOCACION DE PUESTA A TIERRA				
COLOCACIÓN DE AVIFAUNA Y REMATES				
PRUEBAS Y ENERGIZACIÓN				

*Tabla 11 Cronograma Derivación Aérea 220 kV SET Regadera – SET El Grado*

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Inproin</b></p> <p>Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p>VISADO VD04535-24A DE FECHA: 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

## 5 CONCLUSIÓN

Con el presente proyecto, se entiende haber descrito adecuadamente la nueva SET AVEJARUCO 30/220 kV para la evacuación de las plantas de energía renovable fotovoltaica PFV AVEJARUCO SOLAR y PSFV GRADO BENSOLAR, en el término municipal de El Grado (Huesca), sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Octubre 2024



Fdo: José Luis Ovelleiro Medina.  
Ingeniero Industrial.  
Colegiado nº. 1.937  
Al Servicio de la Empresa:  
INPROIN 2004, S.L.  
B-71485247



## Anexo 01. Cálculos eléctricos Subestación



## ÍNDICE

1	OBJETO.....	3
2	NORMATIVA.....	4
3	NIVELES DE AISLAMIENTO.....	5
3.1	DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD.....	5
4	CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO.....	8
4.1	HIPÓTESIS DE DISEÑO.....	8
4.2	CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO.....	9
5	CÁLCULO MECÁNICO DE EMBARRADOS RÍGIDOS.....	10
5.1	HIPÓTESIS DE DISEÑO.....	10
5.2	CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN.....	10
5.3	NORMATIVA APLICABLE.....	10
5.4	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES / EQUIPOS A INSTALAR.....	11
5.5	CÁLCULO MECÁNICO DEL EMBARRADO PRINCIPAL.....	11
5.5.1	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.....	11
5.5.2	TENSIÓN EN EL TUBO.....	12
5.5.3	REACCIONES SOBRE AISLADORES SOPORTE.....	14
5.5.4	FLECHA EN EL TUBO.....	14
5.5.4.1	Elongación del embarrado.....	15
5.5.5	ESFUERZO TÉRMICO EN CORTOCIRCUITO.....	15
5.6	CÁLCULOS DE EFECTO CORONA.....	16
5.6.1	CÁLCULO DE LA TENSIÓN DISRUPTIVA.....	16
6	COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO CON LOS PARARRAYOS.....	17
7	CÁLCULO DE CONDUCTORES.....	20
7.1	CONDUCTOR PARQUE INTEMPERIE 220 kV.....	20
7.2	CONDUCTOR PARQUE INTEMPERIE 30 kV.....	22
7.3	CABLE DE POTENCIA AISLADO. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	22
7.3.1	CONDUCTOR EN 30 kV PFV AVEJARUCO SOLAR. CONEXIÓN A TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	23
7.3.1.1	Intensidad por cortocircuito admisible.....	23
7.3.1.2	Pérdidas admisibles por caída de tensión.....	24
7.3.2	CONDUCTOR EN 30 kV PSFV GRADO BENSOLAR. CONEXIÓN A TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	25
7.3.2.1	Intensidad por cortocircuito admisible.....	25
7.3.2.2	Pérdidas admisibles por caída de tensión.....	26
8	CÁLCULOS DE LA RED DE TIERRAS.....	27
8.1	CONSIDERACIONES PREVIAS.....	27
8.1.1	NORMATIVA UTILIZADA.....	27
8.1.1.1	Procedimiento para el cálculo.....	27
8.1.2	DATOS DE PARTIDA PARA EL CÁLCULO.....	28
8.1.2.1	Características del sistema Eléctrico.....	28
8.1.2.2	Características del terreno y de los conductores de tierra.....	28
8.1.2.3	Características Geométricas de la malla de tierras.....	28
8.1.2.4	Datos Intensidad de cortocircuito.....	29
8.1.3	CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES.....	29
8.1.4	RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.....	31
8.1.5	INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA.....	31
8.1.6	EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO.....	33
8.2	RED DE TIERRAS SUPERIORES.....	35

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado : 0001937 JOSE LUIS OVELLA MEDINA</p> <p style="text-align: center;"><b>INDUSTRIAL</b> 535-24A DE FECHA 10/2024</p> <p style="text-align: center;"><b>VISADO</b> INGENIERIA INDUSTRIAL</p>
---	--	---

## 1 OBJETO

El objeto del presente anexo es la realización de los cálculos eléctricos justificativos asociados a la subestación de evacuación necesaria para los parques fotovoltaicos.

La infraestructura necesaria para la evacuación de estos parques fotovoltaicos objeto de este anexo es la siguiente:

- **Subestación Eléctrica Elevadora AVEJARUCO 30/220 kV:** En adelante SET AVEJARUCO. Se trata de una nueva subestación colectora, situada en el término municipal de El Grado (Huesca), que albergará tanto dos posiciones de línea, como otras 2 posiciones de transformador, cada una con un transformador elevador 30/220 kV, necesario para la conexión al nivel de 220 kV de las centrales fotovoltaicas indicadas y toda la apartamentación necesaria.

En el presente anexo, se llevan a cabo los cálculos eléctricos justificativos correspondientes a los diferentes niveles de tensión la instalación indicada.

El objeto de este documento es justificar, desde el punto de vista técnico, las soluciones adoptadas en cada uno de los diferentes niveles de tensión de las infraestructuras de evacuación anteriormente indicadas, para los elementos más críticos de las configuraciones adoptadas.

Este documento incluye la justificación de los siguientes elementos:

- Cálculo de cortocircuito
- Cálculo mecánico de embarrados rígidos.
- Determinación de efecto corona.
- Determinación de distancias eléctricas mínimas en embarrados tendidos.
- Red de tierras inferiores.
- Red de tierras superiores.

Cada apartado contiene la normativa aplicable en cada caso, las hipótesis de diseño, los cálculos justificativos, criterios de validación y conclusiones.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado : 0001937 JOSE LUIS OVELLA MEDINA</p> <p style="text-align: center;"><b>INDUSTRIAL</b> 535-24A DE FECH 10/2024</p> <p style="text-align: center;"><b>VISADO</b> INGENIERIA PRODUCTAS</p>
---	--	---

## 2 NORMATIVA

- 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 Nº 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.
- Norma CEI 865 de 1986, "Cálculo de los efectos de las corrientes de cortocircuito".
- Norma UNE EN 60865-1, "Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo".
- Norma CEI 909-1988, "Cálculo de corrientes de cortocircuito en redes de corriente alterna trifásica".
- Norma VDE 0102.
- Norma DIN 43670.

Si al aplicar las normas y reglamentos anteriores se obtuviesen valores que discrepasen con los que pudieran obtenerse con otras normas o métodos de cálculo, se considerará siempre el resultado más desfavorable, con objeto de estar siempre del lado de la seguridad.



### 3 NIVELES DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento de los equipos a instalar en la nueva subestación indicados cumplirán lo establecido en la ITC-RAT 12 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

Concretamente cumplirán con los niveles de aislamiento indicados en las tablas 1, 2 y 3 de la citada ITC-RAT 12 asociadas a los valores normalizados de la tensión más elevada para el material de los grupos A, B y C respectivamente, al tratarse de una instalación con diferentes niveles de tensión. Estos valores de tensión de aislamiento serán:

INSTALACIÓN	TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)
SET AVEJARUCO	220	245	460	1.050
	30	36	70	170

Se instalarán pararrayos en la salida de la línea de 220 kV, debido a que la aparatenta exterior está expuesta a descargas atmosféricas.

#### 3.1 DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD

Las distancias mínimas entre fases y entre fase y tierra de aislamiento en aire para los niveles de tensión de aislamiento indicados en el apartado anterior vienen fijados en las mismas tablas de la ITC-RAT 12 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y son:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra (mm)	Distancia mínima de aislamiento en aire entre fases (mm)
220	245	2.100	
30	36	320	

Por otra parte, la parte más baja de cualquier elemento aislante estará situado a una altura mínima sobre el suelo de 230 cm según establece el apartado 4.1.5 de la ITC-RAT 15, considerando como parte aislante, por ejemplo, el borde superior de la base metálica de los aisladores.

Los elementos en tensión que se encuentren sobre pasillos de servicio, deberán estar a una altura mínima en cm de  $H = 250 + d$ , siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas de la ITC-RAT 12, considerando como parte en tensión la línea de contacto del elemento aislante con su zócalo o soporte. En el caso de la subestación objeto de este proyecto, la altura mínima a considerar sería, para cada nivel de tensión:



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN  
 DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado (Huesca)



- Parque 220 kV:  $H=250+210= 460$  cm
- Parque 30 kV:  $H=250+32= 282$  cm

Distancia respetada como se puede observar en los planos adjuntos.

Los pasillos de servicio, tanto del parque intemperie de la subestación, como del interior de la sala de celdas de MT del edificio de control, dispondrán de la anchura suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de los equipos, cumpliendo con lo establecido en el apartado 6.1.1 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

En los planos adjuntos en este proyecto, puede comprobarse en la disposición en planta y alzado de los equipos del parque intemperie, que las distancias consideradas en el diseño de la subestación superan en todos los casos las distancias mínimas indicadas y marcadas en el Reglamento.

- **Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación**

Los sistemas de protección que deban establecerse en el interior de la instalación para evitar contactos accidentales con elementos en tensión, guardarán unas distancias mínimas medidas en horizontal a los elementos en tensión que se respetaran en la zona comprendida entre el suelo y una altura de 2 m y que según el sistema de protección elegido y expresadas en centímetros, serán:

- De elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima:  
 $B = d + 3$
- De elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima:  
 $C = d + 10$
- De elementos en tensión a cierres de cualquier tipo (paredes macizas, enrejados, barreras, etc..) con una altura que en ningún caso podrá ser inferior a 100 cm:  
 $E = d + 30$ , con un mínimo de 125 cm

Siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas de la ITC-RAT 12.

En el caso de la subestación objeto de este proyecto las distancias mínimas a considerar se indican en la tabla siguiente:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases 'd' (cm)	B (cm)	C (cm)	E (cm)
220	245	210	213	220	240
30	36	32	35	42	62



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN  
DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



- **Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación**

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberá existir entre estos y el cierre la distancia mínima de seguridad, medida en horizontal y expresada en centímetros, que se indica a continuación:

- De elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza de altura  $k < 250 + d$ :

$$F = d + 100$$

- De elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza de altura  $k \geq 250 + d$

$$B = d + 3$$

- De elementos en tensión al cierre cuando este es un enrejado de cualquier altura  $k \geq 220$  (La cuadrícula del enrejado será como máximo de 50x50 mm):

$$G = d + 150$$

Siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas de la ITC-RAT 12, para los diferentes niveles de tensión que tenemos en la nueva subestación.

En el caso de la subestación objeto de este proyecto, se ha considerado un cerramiento perimetral de malla metálica de 2,20 de altura mínima. Por lo que las distancias mínimas a considerar se indican en la tabla siguiente:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases 'd' (cm)	G (cm)
220	245	210	360
30	36	32	182

En el plano de planta de la subestación adjunto en este proyecto, puede comprobarse en la disposición de los equipos del parque intemperie, que las distancias consideradas en el diseño de la subestación superan en todos los casos las distancias mínimas indicadas y marcadas en el Reglamento.

## 4 CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO

### 4.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO

Con el objeto de verificar las características de la aparamenta eléctrica y conductores en los niveles de 220 y 30 kV, se ha realizado un estudio de cortocircuito en el sistema de alta tensión.

Tal y como se indica en IEC 60909-0, se han considerado las siguientes hipótesis para obtener los máximos valores de corriente de cortocircuito:

El factor  $c_{max}$  debe ser aplicado para los casos de alta y media tensión en el escenario más restrictivo (máxima corriente de cortocircuito) tal y como se indica en la Tabla 1 de la IEC 60909-0.

Table 1 – Voltage factor  $c$

Nominal voltage $U_n$	Voltage factor $c$ for the calculation of	
	maximum short-circuit currents $c_{max}^{1)}$	minimum short-circuit currents $c_{min}$
<b>Low voltage</b> 100 V to 1 000 V (IEC 60038, table I)	1,05 <sup>3)</sup> 1,10 <sup>4)</sup>	0,95
<b>Medium voltage</b> >1 kV to 35 kV (IEC 60038, table III)	1,10	1,00
<b>High voltage<sup>2)</sup></b> >35 kV (IEC 60038, table IV)		
<sup>1)</sup> $c_{max} U_n$ should not exceed the highest voltage $U_m$ for equipment of power systems. <sup>2)</sup> If no nominal voltage is defined $c_{max} U_n = U_m$ or $c_{min} U_n = 0,90 \times U_m$ should be applied. <sup>3)</sup> For low-voltage systems with a tolerance of +6 %, for example systems renamed from 380 V to 400 V. <sup>4)</sup> For low-voltage systems with a tolerance of +10 %.		

#### Datos de partida

##### SE EL GRADO 220 kV:

Icc trifásica máxima= 8,1 kA

(Informe Anual de la Corriente de Cortocircuito en la red de transporte del Sistema Eléctrico Peninsular Español)

##### Línea 220 kV SET GRADO – SET AVEJARUCO – SET REGADERA

simplex LA-510 Rail (483-AL1/52-ST1A)

- Resistencia  $R= 0,0643 \Omega/\text{km}$
- Reactancia  $X= 0,4128 \Omega/\text{km}$
- Longitud (Grado – Avejaruco):  $L= 5,975 \text{ km}$

##### Transformador T-1 SET AVEJARUCO:

- Potencia nominal  $S_N= 70 \text{ MVA}$
- Relación de transformación  $220/30 \text{ kV}$
- Tensión de cortocircuito  $U_{cc}= 13\%$
- Relación R/X.  $1/6$

**Transformador T-2 SET AVEJARUCO:**

- Potencia nominal  $S_N = 18 \text{ MVA}$
- Relación de transformación  $220/30 \text{ kV}$
- Tensión de cortocircuito  $U_{cc} = 13\%$
- Relación R/X.  $1/6$

**Fórmulas a aplicar**

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito simétrica inicial  $I''_{cc}$  se aplica la siguiente fórmula:

$$I''_{cc} = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}} A(efc.)$$

Siendo:

$c = 1,1$ , factor que considera la verdadera tensión y capacidad de línea y admitancias de cargas en paralelo.

$U_N$  = Tensión nominal.

$Z_{cc}$  = Impedancia de cortocircuito total desde el origen hasta el punto de cortocircuito a calcular.

La amplitud o valor de cresta de la corriente de cortocircuito o de choque se calculará por la expresión:

$$I_{ch} = K \cdot \sqrt{2} I''_{cc}, \text{ siendo } K = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3R/x}$$

**4.2 CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO**

Se ha modelizado el cálculo de cortocircuito trifásico y a continuación se indican las intensidades de cortocircuito trifásico calculadas para cada nivel de tensión, en los diferentes puntos:

Situación	$I''_{cc}$ TOTAL (kA)	$I_{ch}$ (kA)
SE AVEJARUCO 220 kV	7,14	16,70
SE AVEJARUCO 30 kV	9,61	25,18

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 0001937 JOSE LUIS OVELLA MEDINA</p> <p style="text-align: center;"><b>INDUSTRIAL</b> 535-24A DE FECHA 10/2024</p> <p style="text-align: center;"><b>ELABORADO</b> INGENIERIA PRODUCTOS</p>
---	--	--

## 5 CÁLCULO MECÁNICO DE EMBARRADOS RÍGIDOS

### 5.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO

Con el fin de permitir evoluciones futuras del sistema eléctrico sin impacto en la nueva subestación proyectada, se adoptan los siguientes valores de diseño:

$I_{cc3}$  (simétrica) = 40 kA (Nivel de 220 kV).

R/X (sistema) = 0,07

Duración del cortocircuito = 0,5 s.

- **Conductor rígido**

Las barras principales se va a realizar mediante tubos de Al en el nivel de 220 kV:

- Tubo 150/134 mm Ø en conexiones en barras principales (Parque 220 kV).

- **Condiciones del vano**

La geometría y condiciones de anclaje en los extremos de los vanos considerados como más desfavorables son las siguientes:

- Vano A.- Barras principales en el parque de 220 kV, con las siguientes condiciones:
  - Longitud de vano: 15 m
  - Distancia entre fases: 3,5 m
  - Anclajes: Fijo – Elástico.

### 5.2 CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN

La subestación proyectada se encuentra en una parcela aproximadamente a 460 m sobre el nivel del mar (Zona A según RLAT). Por lo tanto, se consideran las siguientes condiciones climatológicas, según se establece en el apartado 3.1.2.5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión

- Viento: Presión de viento a 140 km/h = 95,3 DaN/m<sup>2</sup>

### 5.3 NORMATIVA APLICABLE

Los cálculos que se realizan a continuación cumplen con la normativa vigente en España referente a este tipo de instalaciones y está basado en las siguientes Normas y Reglamentos:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. R. D. 3275/1982 de 12 de noviembre y sus modificaciones posteriores, la última por O. M. de 10/03/00.
- Instrucciones Técnicas Complementarias en Subestaciones. DECRETO nº 842/02 de 2-AGO en B.O.E.: 18-SEPT-02.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008.
- Norma CEI 865 de 1986, "Cálculo de los efectos de las corrientes de cortocircuito".
- Norma UNE EN 60865-1, "Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1:

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado : 0001937 JOSE LUIS OVELLO MEDINA INGENIERO INDUSTRIAL DE FECHA 10/2024</p> <p style="text-align: center;">535-24A EVALUADO</p>
---	--	--

Definiciones y métodos de cálculo”.

- Norma CEI 909-1988, “Cálculo de corrientes de cortocircuito en redes de corriente alterna trifásica”.
- Norma VDE 0102.
- Norma DIN 43670.

Si al aplicar las normas y reglamentos anteriores se obtuviesen valores que discrepasen con los que pudieran obtenerse con otras normas o métodos de cálculo, se considerará siempre el resultado más desfavorable, con objeto de estar siempre del lado de la seguridad.

## 5.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES / EQUIPOS A INSTALAR

### Tubo 150/134

Aleación	E-AlMgSi0,5, F22
Diámetro exterior (D) interior (d)	150/134 mm
Espesor de la pared (e)	8 mm
Peso propio unitario (Ppt)	9,64 kg/m
Sección (A)	3.567 mm <sup>2</sup>
Carga de rotura del material (a <sub>R</sub> )	195 N/mm <sup>2</sup>
Momento de inercia (J)	902 cm <sup>4</sup>
Momento resistente (W)	95,12 cm <sup>3</sup>
Módulo de elasticidad (Young) (E)	70.000 N/mm <sup>2</sup>
Límite de fluencia mínimo del material (R <sub>po2</sub> )	160 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de dilatación lineal (s)	0,023 mm/m°C
Intensidad máxima <sup>1</sup>	3.890 A.

### Características de los aisladores soporte

En los tramos del vano correspondientes a las barras principales en el parque de 220 kV, se instalan aisladores C12,5-1425, de las siguientes características mecánicas:

Carga de rotura a flexión	12.500 N
Carga de rotura a torsión	6.000 N
Altura del aislador	2.300 mm
Altura de la pieza soporte	170 mm

## 5.5 CÁLCULO MECÁNICO DEL EMBARRADO PRINCIPAL.

### 5.5.1 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

Como ya se ha dicho, la intensidad simétrica de cortocircuito trifásico (I<sub>cc</sub>) a efectos de diseño es de 40 kA en el parque de 220 kV.

La intensidad de cresta, (S/ CEI 909) vale:

$$I_p = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_{CC}$$

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado : 0001937 JOSE LUIS OVELLA MEDINA</p> <p style="text-align: center;">INGENIERO INDUSTRIAL 535-24A DE FECHA 10/2024</p> <p style="text-align: center;"><b>VISADO</b></p>
---	--	--

con:

$$\chi = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3R/X}$$

R/X es la relación de impedancias equivalentes del sistema en el punto de cortocircuito que, para la red de transporte en este nivel de tensión, vale típicamente 0,07.

Así,  $\chi = 1,814$  con lo que:

- $I_p = 102,63$  kA. para  $I_{cc} = 40$  kA.

### 5.5.2 TENSIÓN EN EL TUBO

- Esfuerzos por viento:
  - $F_v = 953 \cdot 150$  ( $\varnothing$  tubo mm)  $\cdot 10^{-3} = 142,91$  N/m
- Esfuerzos por peso propio:

En total:  $F_p = 128,536$  N/m

- Esfuerzos por cortocircuito:

La fuerza estática por unidad de longitud entre dos conductores paralelos recorridos por una intensidad se obtiene de la expresión:

$$F_s = 0,866 \frac{\mu_0 \cdot I_p^2}{2 \cdot \pi \cdot a}$$

Donde:

$I_p$  = Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico

$\mu_0$  = permeabilidad magnética del vacío ( $4\pi \cdot 10^{-7}$  N/A<sup>2</sup>).

$a$  = Distancia media entre fases

Sustituyendo y operando,

$$F_{s220} = 521,309 \text{ N/m}$$

Los esfuerzos dinámicos dependen a su vez de la frecuencia de vibración propia del tubo, que es función del tubo, el vano y los apoyos, y que permite calcular dos coeficientes que determinan el esfuerzo dinámico en cortocircuito sobre el tubo:

$V\sigma$  = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico.

$Vr$  = factor que tiene en cuenta el reenganche.

La frecuencia de vibración de un tubo vale, S/ CEI 865:

$$f_c = \frac{\gamma}{l^2} \times \sqrt{EI/m}$$

Donde:

$I$  = inercia de la sección del tubo.

$m$  = masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador

$E$  = Módulo de Young del material.

$l$  = longitud del vano.

$\gamma$  = coeficiente del tubo y los apoyos: 2,45 en este caso. (Ver tabla 3 S/CEI 865).

Sustituyendo y operando:

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 0001937 JOSE LUIS OVELLO MEDINA</p> <p style="text-align: center;">INDUSTRIAL 4535-24A DE FECHA 10/2024</p> <p style="text-align: center;">INGENIERIA PRODUCTIVAS <b>EVISADO</b></p>
---	--	--

$$f_c = 1,564 \text{ Hz (220 kV)}$$

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal del sistema establece los valores de  $V_\sigma$  y  $V_r$ :

$$f_c/50 = 0,031 \text{ (220 kV)}$$

En estas condiciones:

$$V_\sigma = 0,298 \text{ (220 kV)}$$

$$V_r = 1,8 \text{ (220 kV)}$$

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito, vale:

$$\sigma_m = V_\sigma \times V_r \times \beta \times \frac{F_s \times l^2}{8 \times z}$$

Donde:

$$\beta = 1 \text{ S/CEI 865}$$

Z = Módulo resistente de la sección del tubo

Así:

$$\sigma_m = 65,45 \text{ N/mm}^2 \text{ (220 kV)}$$

La tensión de trabajo total en el tubo vendrá dada por la suma geométrica de las tensiones producidas por los distintos esfuerzos, que se acumulan, en sus direcciones respectivas, a la calculada de cortocircuito. En este caso, y considerando todas las cargas uniformemente repartidas:

$$\sigma_i = \frac{1}{8} \times \frac{P \times l^2}{z}$$

Donde:

l = longitud del vano

z = módulo resistente de la sección

P = carga repartida que produce el esfuerzo

Entonces:

Por viento:  $\sigma_v = 33,408 \text{ N/mm}^2 \text{ (220 kV)}$

Por peso propio:  $\sigma_{pp} = 30,046 \text{ N/mm}^2 \text{ (220 kV)}$

La tensión máxima tiene el valor de:

$$\sigma_{to} = \sqrt{(\sigma_v + \sigma_m)^2 + (\sigma_p + \sigma_h)^2} = 103,323 \text{ N/mm}^2 \text{ (220 kV)}$$

El coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia vale:

$$160/\sigma_{to} = 1,54 \text{ (Parque 220 kV)}$$

En cuanto al esfuerzo en cortocircuito, la norma CEI 865 establece que el tubo soporta los esfuerzos si se cumple que:

$$\sigma_{to} \leq q \times R_{p0,2}$$

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 0001937 JOSE LUIS OVELLA MEDINA INGENIERO EN ELECTRICIDAD DE FECHA: 10/2024 VISADO</p>
---	--	--

Donde  $q$  = factor de resistencia del conductor, que vale 1,344 para tubo  $\varnothing$  150, y  $R_{p0,2} = 160$  N/mm<sup>2</sup>.

De esta forma se debe verificar:

$$\sigma_{to} \leq 1,344 * 160 = 215,038 \text{ N/mm}^2 \text{ (Parque 220 kV).}$$

### 5.5.3 REACCIONES SOBRE AISLADORES SOPORTE

El máximo esfuerzo se producirá en los aisladores intermedios, considerando dos veces el esfuerzo producido en el extremo de un vano, según CEI 865.

Las acciones a considerar en este caso son solo horizontales. Así,

Viento sobre el tubo:

$$F_v = 953 * 150 (\varnothing \text{ tubo mm}) * 10^{-3} = 142,91 \text{ N/m (Parque de 220 kV).}$$

Esfuerzo en cortocircuito: Según la norma de referencia, el valor de esfuerzo sobre los soportes tiene la expresión:

$$F_{da} = 0,866 * V_f * V_r * \frac{\mu_0 * I_{p3}^2}{2 * \pi * a}$$

Donde  $V_f$  = factor de carga, dependiente de la relación  $f_c/50 = 0,031$  (220 kV).

Así,

$$F_{da} = 307,921 \text{ N/m (220 kV)}$$

La suma de esfuerzos sobre el soporte central entre dos vanos vale:

$$F_t = 2 * (F_v + F_{da}) * l * \alpha \quad \text{con } \alpha = 0,5$$

Así,  $F_t = 6.743,57 \text{ N (Parque 220 kV)}$

Este esfuerzo se produce sobre el eje del tubo, que está situado 170 mm por encima de la cabeza del aislador, punto sobre el que el fabricante garantiza el esfuerzo. Por lo tanto:

$$F'_t = F_t * \frac{230(\text{altura aislador}) + 170(\text{pieza})}{230(\text{altura aislador})} = 7.242,60 \text{ N (Parque de 220 kV)}$$

El aislador trabajará, en las peores condiciones, con un coeficiente de seguridad frente a la carga inferior de rotura de:

$$12.500 \text{ (carga rotura flexión aislador)} / F'_t = 1,72 \text{ (Parque 220 kV).}$$

### 5.5.4 FLECHA EN EL TUBO

La flecha máxima para un vano se obtiene de la expresión:

$$f = \alpha_f * \frac{P * l^4}{E * J} * 100 \text{ (cm)}$$

Donde:

P: fuerza vertical por unidad de longitud (N/m)

l: Longitud del vano (m)

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 0001937 JOSE LUIS OVELLA MEDINA</p> <p style="text-align: center;">INDUSTRIAL 535-24A DE FECHA 10/2024</p> <p style="text-align: center;">INGENIERIA PRODUCTAS <b>VISADO</b></p>
---	--	--

E: Módulo de elasticidad del material (N/mm<sup>2</sup>)

J: Momento de inercia de la sección (cm<sup>4</sup>)

$\alpha_f$ : factor que depende del tipo de apoyo y que toma el valor 1,3.

La carga a considerar en este caso, es el peso propio del tubo, más el cable amortiguador.

Sustituyendo:

$$f = 13,41 \text{ cm (220 kV)}$$

#### 5.5.4.1 Elongación del embarrado

La flecha máxima para un vano se obtiene de la expresión:

$$f = \alpha_f \cdot \frac{P \cdot l^4}{E \cdot J} \cdot 100 \text{ (cm)}$$

Donde:

P: fuerza vertical por unidad de longitud (N/m)

l: Longitud del vano (m)

E: Módulo de elasticidad del material (N/mm<sup>2</sup>)

J: Momento de inercia de la sección (cm<sup>4</sup>)

$\alpha_f$ : factor que depende del tipo de apoyo y que toma el valor 1,3.

La carga a considerar en este caso, es el peso propio del tubo, más el cable amortiguador.

Sustituyendo:

$$f = 13,41 \text{ cm (220 kV)}$$

#### 5.5.5 ESFUERZO TÉRMICO EN CORTOCIRCUITO

La intensidad térmica en cortocircuito viene dada según CEI 865 por la expresión:

$$I_{\theta} = I_{cc} \times \sqrt{(m+n)}$$

Dónde: m y n son coeficientes térmicos de disipación, que valen 0,097 y 1.

Sustituyendo:

$$I_{\theta} = 41,902 \text{ kA. (220 kV)}$$

Este valor debe ser menor que la capacidad térmica del tubo, con densidad de corriente en cortocircuito  $\rho$  de 11,74 A/mm<sup>2</sup> (proceso adiabático).

Para el tubo actual, la capacidad térmica es:

$$S \cdot \rho = 3568,84 \cdot 11,74 = 41,90 \text{ kA (220 kV)}$$

## 5.6 CÁLCULOS DE EFECTO CORONA

### 5.6.1 CÁLCULO DE LA TENSIÓN DISRUPTIVA

Para el cálculo de la tensión crítica disruptiva ( $U_c$ ) a partir de la cual el efecto corona puede manifestarse, y aplicada a conductores cilíndricos, puede aplicarse la fórmula de Peek:

$$U_c = m_0 \cdot m_t \cdot \delta \cdot \sqrt{3} \cdot E_{of} \cdot R \cdot \ln\left(\frac{D}{R}\right)$$

Donde:

$m_0$ : coeficiente de irregularidad del conductor que toma el valor de 1 para tubo cilíndrico y liso.

$m_t$ : coeficiente meteorológico para tener en cuenta el efecto que produce la humedad, que toma el valor de 0,8 para tiempo húmedo y 1 para tiempo seco.

R: radio exterior del tubo en cm; para el tubo de 150 toma un valor de 7,5 cm.

D: distancia media geométrica entre conductores en cm. Dado que se encuentran situados en un mismo plano y partiendo de que estén equidistantes entre si x cm:

$$D = \sqrt[3]{x \cdot x \cdot 2x} = \sqrt[3]{2} \cdot x = 1,26 \cdot x \text{ cm}$$

Embarrado principal. Parque 220 kV:  $D = 1,26 \cdot 350 = 441 \text{ cm}$

$\delta$ : factor de corrección de la densidad del aire

$$\delta = 3,92 \cdot \frac{H}{273 + \theta}$$

donde H es la presión atmosférica en cm de mercurio y  $\theta$  es la temperatura del aire en grados Celsius. H a su vez es función de la altitud sobre el nivel del mar, se calcula con la fórmula de Halley:

$$\ln H = \ln 76 - \frac{2,3 \cdot \text{Altitud}}{18.336}$$

$$\phi = 15 - 6,5y$$

Donde y es la altitud en kilómetros.

La nueva subestación estará situada aproximadamente a 150 m de altura sobre el nivel del mar, por lo que  $h = 716,76 \text{ mm Hg}$  de presión y  $\phi = 11,96 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Sustituyendo,  $\delta = 1$

$E_{of}$ : valor eficaz de campo eléctrico crítico para la aparición del efecto corona, 21,1 kV/cm.

Sustituyendo valores en la expresión anterior se obtiene:

Embarrado principal 220 kV (150 mm)

$$U_c = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \sqrt{3} \cdot 21,1 \cdot 7,5 \cdot \ln(441/7,5) = 1.116,71 \text{ kV}$$

Esta tensión disruptiva está calculada para buen tiempo. Para el caso de tiempos de niebla, nieve o tempestad debe considerarse disminuida en un 20%, es decir, en este caso:

Embarrado secundario 220 kV (150 mm)

$$U_c = 0,8 \cdot 1.116,71 = 893,368 \text{ kV}$$

Por el hecho de estar en el mismo plano los conductores, la tensión disruptiva referida al conductor central debe ser disminuida en un 4% y aumentada en un 6% para los conductores laterales respectivamente.

Como se ve los valores obtenidos están muy alejados de la tensión eficaz entre fase y tierra de los conductores, por lo que no es de esperar que el efecto corona se produzca.

## 6 COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO CON LOS PARARRAYOS

En este apartado se pretende coordinar el aislamiento del conjunto de la aparamenta instalada con los niveles de protección de los pararrayos a instalar, para proporcionar protección a los aparatos contra los riesgos producidos por tensiones anormales de naturaleza diversa. Estas sobretensiones pueden provocar cebados y causar daños importantes al material, comprometiendo así el suministro de energía a los consumidores.

Se pretende utilizar pararrayos de resistencia variable de óxidos metálicos, en concreto de ZnO, para los cuales existen una serie de consideraciones técnicas que son las siguientes:

### 1) Determinación de la máxima tensión de operación del sistema

Para ello se utiliza la curva MCOV (Maximun Continuous Operating Voltage) o curva de voltaje máximo de operación continua de los pararrayos, que presenta como valor más desfavorable, el valor continuo a lo largo del tiempo de 0,8, lo que indica que los pararrayos pueden soportar una tensión del 80% de su tensión nominal durante un tiempo indefinido.

U <sub>n</sub> (kV)	U <sub>m</sub> (kV)	U <sub>m f-t</sub> (kV)	U <sub>1</sub> (kV)
220	245	141,45	176,81
30	36	20,78	25,98

Donde:

$$U_{mf-t} = \frac{U_m}{\sqrt{3}}$$

$$U_1 = \frac{U_{mf-t}}{0,8}$$

Así pues, los valores obtenidos en el nivel de 220 kV indican que los pararrayos de 176,81 kV, pueden soportar continuamente 141,45 kV (de manera análoga con el resto de niveles de tensión).

### 2) Consideración de las sobretensiones temporales de onda 50Hz, de tiempo apreciable (faltas a tierra, cortocircuitos, etc.)

Se admite una duración del defecto de puesta a tierra de 2 s, lo que supone una disminución de la tensión del 8%.

Para redes de puesta a tierra, el coeficiente de puesta a tierra, C<sub>pat</sub>, vale 0,8 para redes con neutro efectivamente puesto a tierra y entre 1 y 1,1 para redes con neutro aislado.

- Para el nivel de 220 kV tomamos un C<sub>pat</sub> de 0,8.
- Para el nivel de 30 kV tomamos un C<sub>pat</sub> de 0,8.

El coeficiente de defecto a tierra, C<sub>dt</sub>, se define por la relación entre la tensión eficaz máxima a la frecuencia de la red, entre fase perfectamente aislada y tierra, durante un defecto a tierra (que afecte a una o más fases en un punto cualquiera de la red), y la tensión eficaz entre fase y tierra a la frecuencia de la red que se obtendría en el punto considerado en ausencia del defecto a tierra. Su valor viene dado por la siguiente expresión:

$$C_{dt} = \sqrt{3} C_{pat}$$

La evaluación de las sobretensiones temporales de corta duración para cada nivel de tensión se hace mediante la expresión:

$$U_2 = \frac{U_{mf-t}}{1,08} \cdot C_{dt}$$



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN  
 DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado (Huesca)



$U_n$ (kV)	$U_{m\ f-t}$ (kV)	Cpat	$U_2$ (kV)
220	141,45	0.8	181,48
30	20,78	0,8	26,66

- 3) Elección del tipo de pararrayos en función de los valores obtenidos en los apartados anteriores.

Se elige el pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas en los apartados anteriores ( $U_1$  y  $U_2$ ). Además, se indican las tensiones residuales máximas admisibles de los pararrayos de la clase elegida.

$U_n$ (kV)	U selec (kV)	U comercial (kV)	$U_{resmax}$ (kV cresta)	clase
220	181,48	192	452	3
30	26,66	30	79,5	3

- 4) Verificación de la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección de los pararrayos.

Debe cumplirse que:

$$C = \frac{BIL}{U_{residual}} \geq 1,4$$

Donde, BIL (Basic Insulation Level) es el nivel de aislamiento a la onda de choque 1,2/50  $\mu$ s en kV cresta entre fases de los aparatos a proteger

$U_n$ (kV)	BIL	$U_{resmax}$ (kV cresta)	C
220	1.050	452	2,32
30	145	79,5	1,82

Por consiguiente, la instalación cumple la coordinación de seguridad exigida (C mayor de 1,4).

- 5) Elección de la línea de fuga mínima

La longitud de la línea de fuga se hace en función del nivel de contaminación existente en el lugar de emplazamiento de los pararrayos. Se considera que en el emplazamiento de la subestación no hay contaminación apreciable, por tanto:

Línea de fuga  $\geq 16 U_{me}$

Siendo  $U_{me}$  la tensión más elevada prevista para el material.

$U_n$ (kV)	$U_{me}$ (kV)	Línea de fuga mínima (mm)
220	245	3.920
30	36	576

6) Análisis de márgenes de protección

Se realizan según la expresión:

$$M_p = \left( \frac{BIL}{U_{res}} - 1 \right) \cdot 100$$

Se tiene:

$U_n$ (kV)	BIL	$U_{resmax}$ (kV cresta)	MARGEN (%)
220	1.050	452	132,3
30	145	79,5	82,4

Estos márgenes de protección son ampliamente superiores al valor mínimo del 20%

## 7 CÁLCULO DE CONDUCTORES

### 7.1 CONDUCTOR PARQUE INTEMPERIE 220 kV.

#### Conexión mediante cable

El conductor seleccionado para realizar la conexión entre aparatos de 220 kV es un conductor LA-510.

Las características del conductor son las siguientes:

- |                                |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|
| - Tipo de conductor:           | RAIL LA-510 (483-AL1/33-ST1A)      |
| - Diámetro del conductor:      | $\varnothing = 29,61 \text{ mm}$   |
| - Sección del conductor:       | $S = 517,3 \text{ mm}^2$           |
| - Peso propio del conductor:   | $m_s = 1.599,8 \text{ kg/km}$      |
| - Módulo de elasticidad:       | $E = 6.600 \text{ daN/mm}^2$       |
| - Carga de rotura              | $115.250 \text{ N}$                |
| - Intensidad máxima            | $1.090 \text{ A}$                  |
| - Resistencia Eléctrica (20°C) | $0,0593 \text{ } \Omega/\text{Km}$ |

Se pretende en este apartado comprobar que la elección del tipo de conductor elegido es correcta.

#### Intensidad máxima admisible:

Se establece una intensidad máxima que va a existir en la instalación (caso más desfavorable) es de 742,68 A (en el parque de 220 kV)

La intensidad máxima admisible que puede transportar el cable según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT-07, apartado 4.3 se calcula mediante la expresión:

$$I_{adm} = D \cdot S \cdot K$$

Siendo,

D= densidad de corriente reglamentaria admisible según la sección del cable en A/mm<sup>2</sup>

S= sección del conductor en mm<sup>2</sup>

K= coeficiente que depende de la composición del cable

En este caso se tiene:

D= 1,70 A/mm<sup>2</sup>

S= 517,3 mm<sup>2</sup>

K= 0,97 (correspondiente a la composición 45+7)

Por lo tanto,

$I_{adm} = 1706,055 \text{ A}$

#### Efecto Corona:

El efecto corona se produce cuando el conductor adquiere un potencial lo suficientemente elevado como para dar un gradiente de campo eléctrico radial igual o superior a la rigidez dieléctrica del aire. Será interesante por lo tanto, comprobar si en algún punto del parque intemperie 220 kV de la

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado : 0001937 JOSE LUIS OVELLO MEDINA 535-24A DE FECHA 10/2024 INGENIERIA PROYECTOS</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">VISADO</p>
---	--	---

subestación se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva. Para ello, utilizaremos la fórmula de Peek:

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot \delta \cdot m_t \cdot r \cdot \ln\left(\frac{DMG}{RMG}\right)$$

Donde:

$U_c$  = tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, o sea, tensión crítica disruptiva.

$V_c$  = tensión simple correspondiente.

29,8 = valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25°C de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio.

$m_c$  = coeficiente de rugosidad del conductor (se considera 0,85 para cables formados por hilos).

$m_t$  = coeficiente meteorológico (tiempo seco  $m_t=1$ , tiempo lluvioso  $m_t=0,8$ ).

$r$  = radio del conductor en cm (1,48 cms)

DMG = distancia media geométrica entre conductores en cm. Dado que se encuentran situados en un mismo plano y partiendo de que estén equidistantes entre si  $x$  cm:

$$D = \sqrt[3]{x \cdot x \cdot 2x} = \sqrt[3]{2} \cdot x = 1,26 \cdot x \text{ cm}$$

En este caso  $x= 400$  cm, por lo que  $D= 1,26 \cdot 400= 504$  cm

RMG = radio medio geométrico en cm.

$$RMG = \sqrt{r \cdot n \cdot d}$$

Siendo:

- $r$  = radio del conductor [cm]
- $d$  = distancia entre conductores de la misma fase en cm.
- $n$  = número de conductores

$\delta$  = factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar.

El valor de  $\delta$  se calcula por:

$$\delta = 3,92 \cdot \frac{H}{273 + \theta} = 0,962$$

Donde:

$h$  = presión barométrica en cm de columna de mercurio

$\theta$  = temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud del punto que se considere.

El valor de  $h$  es función de la altitud sobre el nivel del mar. En el caso de la subestación objeto de este proyecto, se encuentra ubicada a menos de 500 metros sobre el nivel del mar por lo que se consideran 716,76 mm Hg de presión ( $h= 71,67$  cm) y la temperatura estimada media, en este caso 12°C.

Por lo tanto se tiene:

- Para tiempo seco:  $U_c= 754,94$  kV > 245 kV
- Para tiempo húmedo:  $U_c= 603,95$  kV > 245 kV

Se observa que no se produce efecto corona.

## 7.2 CONDUCTOR PARQUE INTEMPERIE 30 kV.

### Conexión mediante tubo

La conexión de los transformadores de potencia y la salida en media tensión de las celdas de 30 kV, está prevista que se realice a través de tubo de aluminio del cual se conectarán los cables aislados de las celdas de media tensión de 30 kV y la reactancia de puesta a tierra.

El conductor seleccionado para realizar estas conexiones es un tubo de Al 100/88 mm por fase.

Las características principales para este tipo de tubo de Al son las siguientes:

Tipo de conductor .....	Tubo Al
Dimensiones Øext/Øint .....	100/80 mm
Sección .....	2.827 mm <sup>2</sup>
Peso .....	7,600 kg/m
Intensidad máx. admisible (80°C) .....	3.135 A
Vano admisible .....	18,50 m
Momento de Inercia .....	289,81 cm <sup>4</sup>
Momento Resistente .....	47,90 cm <sup>3</sup>

### Intensidad máxima admisible:

La intensidad máxima admisible más desfavorable que va a existir en la conexión con los transformadores es de 1.347,15 A (en el parque de 30 kV).

Se establece un factor de corrección por temperatura de 0,84 para una temperatura de servicio de 90 °C y temperatura ambiente hasta 55°C.

Además, por exposición continua al sol se establece un factor de 0,90.

Todo ello supone un factor general de 0,756.

La intensidad máxima que puede transportar el tubo será:  $0,756 \cdot 3.135 = 2.370$  A.

Por lo tanto, al ser la intensidad máxima admisible del tubo superior a la corriente máxima de la instalación, el tubo es válido.

## 7.3 CABLE DE POTENCIA AISLADO. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

A continuación, se establecen los cálculos eléctricos justificativos necesarios para la elección del cable aislado necesario, en el nivel de 30 kV, desde las celdas de protección de transformador hasta las bornas de M.T. del transformador 220/30 kV.

Según los cálculos de cortocircuito analizados en el apartado cuatro del presente anexo, los valores de cortocircuito en los puntos de conexión en 30 kV de la subestación son valores de 9,61 kA, el cual se considera lo suficientemente y admisible.

Los datos principales son los siguientes:

- Tensión nominal: 30 kV.
- Tensión más elevada: 36 kV.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Intensidad de cortocircuito: 9,61 kA.
- Duración del cortocircuito: consideramos  $t_s = 1$  s.

Los cálculos eléctricos que se llevan a cabo para el dimensionamiento del cable aislado, serán los siguientes:

- Intensidad máxima admisible.
- Intensidad de cortocircuito admisible por el conductor.
- Perdidas admisibles por caída de tensión.

### 7.3.1 CONDUCTOR EN 30 kV PFV AVEJARUCO SOLAR. CONEXIÓN A TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

El grupo de celdas perteneciente a el PFV AVEJARUCO SOLAR conectara con el transformador T-1 a través de la celda de protección de transformador. Se establece como potencia de evacuación, la potencia nominal del transformador de 70 MVA, ello hace una intensidad nominal:

$$I_n: 1347,15 \text{ A.}$$

Se establece un circuito compuesto por tres cables por fase, instalado en canalización enterrada y bajo tubo para el transporte de la energía desde la celda hasta el transformador de potencia:

Cable aislado: **3 x (3 x 1 x 630 mm) AI HEPRZ1 18/30 kV** con pantallas de cobre de 16 mm<sup>2</sup>.

Características eléctricas principales son las siguientes:

Tensión de operación: .....	30 kV
Tensión de operación máxima: .....	36 kV.
Tensión de impulso: .....	170 kV.
Resistencia conductor 50 Hz y 90°: .....	0,066 Ohm/km.
Capacidad: .....	0,437 µF/km.
Resistencia en CC (20 °C) .....	0,047 Ω/km
Reactancia .....	0,093 Ω/km
Intensidad admisible enterrado bajo tubo: .....	615 A.

En nuestro caso se establece una instalación en cable enterrado bajo zanja, a 1000 mm de profundidad lo cual hace que se establezca los siguientes factores de corrección según se recogen en la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

$$I_{max} = n \cdot I_{cond} \cdot K_1 = 3 \cdot 615 \cdot 0,75 = 1383,75 \text{ A}$$

K<sub>1</sub>: El único factor de corrección es por el de agrupamiento de ternas de conductores separados 0,200 m entre ellos: 0,75.

Lo anterior hace que se puede establecer que la intensidad admisible del cable en las condiciones de instalación indicadas será de 1.383,75 A. Lo cual es superior a la intensidad nominal prevista en servicio permanente (1347,15 A).

#### 7.3.1.1 Intensidad por cortocircuito admisible.

La intensidad de cortocircuito admisible por el conductor definido es la siguiente:

Duración del cortocircuito en conductor	t	1 s
Sección total del circuito	S	1890 mm <sup>2</sup>

Factor K del material conductor	K	148	$A \cdot s^{1/2}/mm^2$
Factor b del material conductor	$\beta$	228	K
Temperatura inicial	$\theta_i$	105	°C
Temperatura final	$\theta_f$	250	°C
Intensidad de cortocircuito admisible	$I_{cc}$	168173,899	A

Por otro lado, según se establece en la norma UNE 211435 (Composición de pantalla: 23 x 1,4 mmD). Establecemos la capacidad admisible de la pantalla de cobre del cable aislado.

Duración del cortocircuito en pantalla	t	0,5	s
Sección total del circuito	S	0,7854	mm <sup>2</sup>
Factor K del material conductor	K	226	$A \cdot s^{1/2}/mm^2$
Factor b del material conductor	$\beta$	234,5	K
Temperatura inicial	$\theta_i$	70	°C
Temperatura final	$\theta_f$	180	°C
Factor A		0,41	
Factor B		0,12	
Factor F corrector térmico		0,5	
Factor de corrección proceso no adiabático	$\epsilon$	1,08750399	
Intensidad cortocircuito admisible 1 hilo adiabático	$I_{cc1}$	139,403	A
Intensidad cortocircuito admisible pantalla	$I_{cc}$	3032,024	A

### 7.3.1.2 Pérdidas admisibles por caída de tensión.

Finalmente, consideraremos las pérdidas que se produzcan en dicho conductor en servicio continuo y para la longitud del trazado, el cual consideraremos que es de 60 metros.

Caída de tensión máxima permitida		1,5	%
Longitud de la línea (Recorrido) en km		0,02	km
Factor de potencia del circuito	$\cos\phi$	0,95	
Temperatura ambiente		40	°C
Temperatura máxima de servicio		105	°C
Intensidad máxima del cable en servicio		1384,295662	A
Intensidad de cálculo del cable		1347,151	A
Temperatura del cable		101,6	°C
Resistencia a 20 °C (1 cable)	R	6,30E-02	$\Omega/km$
Resistencia en el punto de trabajo		9,35E-02	$\Omega/km$
Reactancia de los cables	XL	0,093	$\Omega/km$
Caída de tensión	$\Delta U$	1,834	V
Caída de tensión porcentual	$\Delta U (\%)$	0,0061	%
Pérdida de potencia	P	3394,938	W
Pérdida de potencia porcentual	P(%)	0,0048	%

Como puede observarse el porcentaje de potencia perdida en este tramo es prácticamente mínimo lo cual podemos concluir indicando que el cable definido anteriormente es válido para el servicio especificado.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN  
 DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado (Huesca)



### 7.3.2 CONDUCTOR EN 30 kV PSFV GRADO BENSOLAR. CONEXIÓN A TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

El grupo de celdas perteneciente a el PSFV GRADO BENSOLAR conectara con el transformador T-1 a través de la celda de protección de transformador. Se establece como potencia de evacuación, la potencia nominal del transformador de 18 MVA, ello hace una intensidad nominal:

$$I_n = 346,41 \text{ A.}$$

Se establece un circuito compuesto por tres cables por fase, instalado en canalización enterrada y bajo tubo para el transporte de la energía desde la celda hasta el transformador de potencia:

Cable aislado: **(3 x 1 x 630 mm) AI HEPRZ1 18/30 kV** con pantallas de cobre de 16 mm<sup>2</sup>.

Características eléctricas principales son las siguientes:

Tensión de operación: .....	30 kV
Tensión de operación máxima: .....	36 kV.
Tensión de impulso: .....	170 kV.
Resistencia conductor 50 Hz y 90°: .....	0,066 Ohm/km.
Capacidad: .....	0,437 µF/km.
Resistencia en CC (20 °C) .....	0,047 Ω/km
Reactancia .....	0,093 Ω/km
Intensidad admisible enterrado bajo tubo: .....	615 A.

En nuestro caso se establece una instalación en cable enterrado bajo zanja, a 1000 mm de profundidad lo cual hace que se establezca los siguientes factores de corrección según se recogen en la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

$$I_{max} = 615 \text{ A}$$

La intensidad admisible del cable en las condiciones de instalación indicadas es superior a la intensidad nominal prevista en servicio permanente (346,41 A).

#### 7.3.2.1 Intensidad por cortocircuito admisible.

La intensidad de cortocircuito admisible por el conductor definido es la siguiente:

Duración del cortocircuito en conductor	t	1 s
Sección total del circuito	S	630 mm <sup>2</sup>
Factor K del material conductor	K	148 A·s <sup>1/2</sup> /mm <sup>2</sup>
Factor b del material conductor	β	228 K
Temperatura inicial	θ <sub>i</sub>	105 °C
Temperatura final	θ <sub>f</sub>	250 °C
Intensidad de cortocircuito admisible	I <sub>cc</sub>	56057,966 A

Por otro lado, según se establece en la norma UNE 211435 (Composición de pantalla: 23 x 1,4 mmD). Establecemos la capacidad admisible de la pantalla de cobre del cable aislado.

Duración del cortocircuito en pantalla	t	0,5 s
Sección total del circuito	S	0,7854 mm <sup>2</sup> A·s <sup>1/2</sup> /mm
Factor K del material conductor	K	226 <sup>2</sup>
Factor b del material conductor	β	234,5 K

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p>
		<p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 0001937 JOSE LUIS OVELLO MEDINA <b>INDUSTRIAL</b> 535-24A DE FECHA 10/2024 <b>VALIDADO</b> INGENIERIA PRODUCTOS</p>

Temperatura inicial	$\theta_i$	70 °C
Temperatura final	$\theta_f$	180 °C
Factor A		0,41
Factor B		0,12
Factor F corrector térmico		0,5
Factor de corrección proceso no adiabático	$\varepsilon$	1,08750399
Intensidad cortocircuito admisible 1 hilo adiabático	$I_{cc1}$	139,403 A
Intensidad cortocircuito admisible pantalla	$I_{cc}$	3032,024 A

### 7.3.2.2 Pérdidas admisibles por caída de tensión.

Finalmente, consideraremos las pérdidas que se produzcan en dicho conductor en servicio continuo y para la longitud del trazado, el cual consideraremos que es de 60 metros.

Longitud de la línea (Recorrido) en km		0,02 km
Factor de potencia del circuito	$\cos\phi$	0,95
Temperatura ambiente		40 °C
Temperatura máxima de servicio		105 °C
Intensidad máxima del cable en servicio		615,0160269 A
Intensidad de cálculo del cable		346,410 A
Temperatura del cable		60,6 °C
Resistencia a 20 °C (1 cable)	R	6,30E-02 $\Omega$ /km
Resistencia en el punto de trabajo		7,82E-02 $\Omega$ /km
Reactancia de los cables	XL	0,093 $\Omega$ /km
Caída de tensión	$\Delta U$	<b>1,240 V</b>
Caída de tensión porcentual	$\Delta U$ (%)	<b>0,0041 %</b>
Pérdida de potencia	P	<b>562,975 W</b>
Pérdida de potencia porcentual	P(%)	<b>0,0031 %</b>

Como puede observarse el porcentaje de potencia perdida en este tramo es prácticamente mínimo lo cual podemos concluir indicando que el cable definido anteriormente es válido para el servicio especificado.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado : 0001937 JOSE LUIS OVELLA MEDINA</p> <p style="text-align: center;"><b>INDUSTRIAL</b> 535-24A DE FECHA 10/2024</p> <p style="text-align: center;"><b>ENSAYADO</b> INGENIERIA PRODUCTOS</p>
---	--	--

## 8 CÁLCULOS DE LA RED DE TIERRAS

La subestación dispondrá de una red de tierras diseñada de forma que en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la instalación eléctrica donde las personas puedan circular o permanecer, y exista el riesgo de que puedan estar sometidas a una tensión peligrosa durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella, estas queden protegidas.

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación, se provoca una elevación del potencial del electrodo, a través del cual circula la corriente hacia tierra, apareciendo sobre el terreno gradientes de potencial. Por lo tanto, al diseñar los electrodos de puesta a tierra deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencia: tensiones de paso y contacto.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga funcionar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

### 8.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

#### 8.1.1 NORMATIVA UTILIZADA

Las normativas aplicadas para este cálculo del sistema de puesta a tierra son:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- IEEE Std 80/2013 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding". (se trata de una guía de aplicación).
- IEC 60364 Instalaciones eléctricas en edificios.

##### 8.1.1.1 Procedimiento para el cálculo

Para determinar el cumplimiento de las condiciones de seguridad requeridas, se seguirá el procedimiento de cálculo que se indica a continuación, según lo señalado en el apartado 2.1 de la ITC-RAT 13:

- Investigación de las características del terreno.
- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el exterior de la instalación.
- Comprobación de que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos anteriores son inferiores a los valores máximos.
- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo como consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Se pondrán a tierra los siguientes elementos:

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobras y celdas MT.

- Puertas metálicas del local.
- Vallas y cercas metálicas.
- Blindajes metálicos del cable.
- Carcasas del transformador.
- Circuitos de BT de los transformadores de medida.
- Descargadores para la eliminación de sobretensiones.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de p.a.t.
- Neutro transformadores.
- Mallazo de la Subestación, cimentación del Edificio de control, y otras.

El sistema de puesta a tierra para las instalaciones de Alta (220 y 30 kV) y Baja Tensión único, estando compuesto por:

- Malla de puesta a tierra de la Subestación, para Parque Intemperie y Edificio de Control.

Las tierras de protección y de servicio también pertenecen al mismo sistema, puesto que se cumple  $V_d < 1.000 \text{ V}$ .

### 8.1.2 DATOS DE PARTIDA PARA EL CÁLCULO

#### 8.1.2.1 Características del sistema Eléctrico

Las características del Sistema Eléctrico serán las siguientes:

- Relación de tensiones ..... 220/30 kV
- Frecuencia del sistema..... 50 Hz
- Relación impedancias (X/R) ..... 10
- Duración de la corriente de falta ( $I_f$ )..... 0,5 s

#### 8.1.2.2 Características del terreno y de los conductores de tierra

Las características del terreno y de los conductores de tierra serán las siguientes:

- Profundidad a la que está enterrada la malla (h) ..... 0,6 m
- Espesor de la capa superficial ( $h_s$ ) ..... 0,1 m
- Resistividad capa superficial ( $\rho_s$ )..... 3.000  $\Omega \cdot \text{m}$  (1)
- Resistividad del terreno: ..... 200  $\Omega \cdot \text{m}$  (2)
- Cable de tierra ..... Cu 120 mm<sup>2</sup>

(1) Resistividad estimada de acuerdo a la ITC-RAT-13.

(2) En el momento de elaboración del presente cálculo no se dispone de datos de estudio de resistividad del terreno. Es por ello que tal y como se establece en la ITC-RAT 13 consideramos una resistividad de 200  $\Omega \cdot \text{m}$ .

#### 8.1.2.3 Características Geométricas de la malla de tierras

La malla de tierras de la subestación tendrá la tipología que se indica a continuación:

- Longitud del lado mayor de la malla ( $L_x$ ) ..... 84,70 metros
- Longitud del lado menor de la malla ( $L_y$ ) ..... 49,15 metros



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN  
 DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado (Huesca)



- Número de picas .....4
- Longitud de las picas .....2 metros

La malla de tierras sobresaldrá un (1) metro del cerramiento de la subestación. Dicho cerramiento estará conectado a la malla de tierras.

#### 8.1.2.4 Datos Intensidad de cortocircuito

La intensidad de cortocircuito considerada para la malla de tierras de la subestación tendrá en cuenta un horizonte temporal amplio para contemplar la evolución futura de la red, así como las aportaciones de las líneas que puede albergar en su desarrollo final.

De acuerdo a los datos disponibles , las intensidades de cortocircuito consideradas en cada nivel de tensión de la subestación son las siguientes:

- Sistema de 220 kV (Icc) ..... 7,14 kA Monofásico (Rígido a tierra).
- Sistema 30 kV (Icc) ..... 0,5 kA Monofásico  
 (Puesta a tierra mediante reactancia limitadora 500 A).

Tal y como puede extraerse de los datos anteriores, el valor de la intensidad de cortocircuito más crítica para ser considerado el cálculo de los conductores de puesta a tierra, así como para el cálculo de las tensiones de paso y contacto será el sistema de 220 kV, debido a que el sistema de 30 kV dispondrá de una reactancia que limitará la falta a tierra.

#### 8.1.3 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES

- Reglamento Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión (ITC-RAT 13)

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada  $U_{ca}$  en función de la duración de la corriente de falta, tal y como se indica en la ITC-RAT 13 será la siguiente:

Duración de la corriente de falta $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible $U_{ca}$ (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
> 10,00	50

Las tensiones máximas admisibles de paso y contacto se calcularán según se especifica en el punto 1.1 de la ITC-RAT 13 utilizando las siguientes expresiones:

- Tensión de contacto:

$$U_c = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 Z_B} \right] = U_{ca} \left[ 1 + \frac{R_{a1} + 1,5 \rho_S}{1000} \right] \quad (1)$$

- Tensión de paso:

$$U_p = U_{pa} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[ 1 + \frac{2R_{a1} + 6 \rho_S}{1000} \right] \quad (2)$$

Donde:

- **R<sub>a1</sub>**: Resistencia equivalente de calzado con suela aislante ( $\Omega$ ) = 2.000  $\Omega$
- **R<sub>a2</sub>**: Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie.



- $\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ) = 200  $\Omega \cdot m$  (valor estimado)
- $\rho_s^*$ : resistividad de la capa superficial (gravilla) ( $\Omega \cdot m$ ) = 3.000  $\Omega \cdot m$
- $h_s$ : espesor capa de gravilla (m) = 0,1 m.
- **Upa**: Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies ( $U_{pa} = 10 U_{ca}$ ).
- **Uc**: Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).
- **Up**: Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

Para calcular la resistividad superficial aparente del terreno en los casos en que el terreno se recubre de una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left( \frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s^*}}{2h_s + 0,106} \right)$$

Donde:

- **Cs**: Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.
- **hs**: Espesor de la capa superficial, en metros.
- $\rho$ : Resistividad media del terreno natural.
- $\rho^*$ : Resistividad de la capa superficial.

A continuación, se incluyen los resultados obtenidos:

- Coeficiente reductor ( $C_s$ ): .....0,68
- Tensión de contacto máxima admisible en la instalación ( $U_c$ ): .....1.033,03 V
- Tensión de paso máxima admisible en la instalación ( $U_p$ ): .....35.201,19 V

- Según IEEE-80-2013 dichos valores son (para una persona de 70 kg):

- Tensión de paso:  $E_{step} = (1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s) \frac{0,157}{\sqrt{t_s}}$
- Tensión de contacto:  $E_{touch} = (1000 + 1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \frac{0,157}{\sqrt{t_s}}$

Siendo  $C_s$  el factor de reducción siguiente:

$$C_s = 1 - \left( \frac{0,09 \cdot \left( 1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2 \cdot h_s + 0,09} \right)$$

Donde:

$\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ) = 200  $\Omega \cdot m$

$\rho_s$  : resistividad de la gravilla ( $\Omega \cdot m$ ) = 3.000  $\Omega \cdot m$

$h_s$ : espesor capa de gravilla (m) = 0,1 m

Con lo que:  $C_s = 0,67$

- $E_{step} = 3.076,72$  V
- $E_{touch} = 935,70$  V

### 8.1.4 RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Para calcular la resistencia de la red de tierra se utiliza la siguiente expresión:

$$R_s = \rho \left( \frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left( 1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right) = 1,48 \Omega$$

Donde:

$\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ) = 200  $\Omega \cdot m$

L: Longitud total de conductor enterrado (m) = 1.955 m

h: Profundidad de enterramiento del conductor (m) = 0,6 m

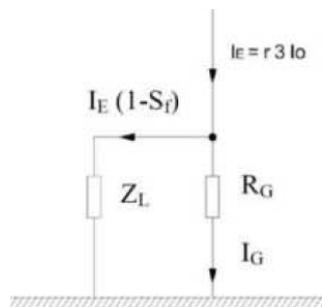
A: Superficie ocupada por la malla ( $m^2$ ) = 4.163,01  $m^2$

### 8.1.5 INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA

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

En caso de falta a tierra, la corriente que retorna a tierra,  $I_E$ , una parte lo hace por la conexión a tierra de los apoyos más cercanos a la subestación (10 a 20 primeros), por supuesto de líneas que parten de ésta y cuyos hilos de guarda o hilos de acero de acompañamiento de la F.O., están conectados a la malla de tierra a través de los pórticos de entrada, en el caso de tener líneas con acometida en aéreo a la subestación. Las pantallas de los cables subterráneos de las salidas que sean subterráneas mediante cables aislados cuya pantalla está conectada a la red de tierras de la subestación harán la misma función.

Únicamente la corriente que finalmente pasa a tierra de la malla ( $I_G$ ) es la que contribuye a elevar el potencial de los elementos de la subestación durante un defecto. Para hallar el valor de esta corriente, dado que la puesta a tierra de las líneas se comporta como una impedancia en paralelo con la resistencia de la malla de tierra, basta con aplicar un divisor de corriente entre impedancias, también llamado factor divisor de corriente ( $S_f$ ).



Divisor de corriente a tierra ( $I_E$ ) entre la malla ( $I_G$ ) y las líneas

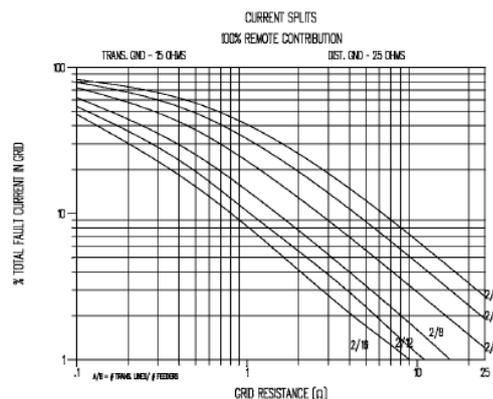
$$I_G = I_E \cdot S_f \cdot D_f = I_E \cdot \frac{Z_L}{R_G + Z_L}$$

Donde:

- $I_G$ : Corriente que pasa a tierra a través de la malla en A.
- $S_f$ : Factor divisor de corriente en p.u.
- $D_f$ : Factor decremental para determinar la corriente de falta a tierra.
- $Z_L$ : Impedancia equivalente de todos los hilos de guarda de cables y pantallas de cables subterráneos unidos a la malla de tierra de la Subestación en  $\Omega$ .
- $R_G$ : Resistencia de la malla de tierra en  $\Omega$ .

Para estimar el porcentaje de la intensidad de cortocircuito que deriva hacia la malla, se utilizará la siguiente gráfica de la Norma IEEE-80. Esta norma es de uso extendido en el cálculo de redes de tierra de Subestaciones. De acuerdo con la citada norma se puede aplicar un factor de división  $S_f$  en función de los caminos de retorno adicionales que suponen los hilos de guarda de las líneas de distribución y de transmisión que llegan a la subestación.

Para determinar esta reducción se utilizan los gráficos siguientes (IEEE Std 80-2013 Anexo C).



Dado que en la subestación hay 2 líneas y 2 transformadores, se adopta un 100% de contribución remota.

Para determinar esta reducción se utiliza el gráfico anterior, partiendo de la resistencia de puesta a tierra ( $R_g$ ) y el número de líneas de transmisión y de distribución.

Como la resistencia de puesta a tierra es de  $1,48 \Omega$ , el factor de división de corriente que resulta es del 26,66%.

Por lo tanto, la Intensidad total disipada a tierra por la malla será:

$C_p$ : Factor de incremento por futuras ampliaciones. En este caso 1,2.

$$I_g = 7,14 \cdot 26,66\% \cdot 1,2 = 2,3 \text{ kA}$$

### 8.1.6 EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Utilizando el estándar IEEE 80, se pueden calcular unos valores previstos de tensiones de paso y contacto para unos determinados niveles de falta, y para un diseño previo de la malla de red de tierras.

Los datos iniciales utilizados para el cálculo han sido:

Resistividad del terreno ( $\rho$ ) .....	200 $\Omega \cdot m$
Espaciado medio entre conductores (D) .....	4,50 m
Profundidad del conductor enterrado (h) .....	0,6 m
Diámetro del conductor (120 mm <sup>2</sup> ) (d) .....	0,014 m
Longitud del conductor enterrado (L) .....	1.955 m
Intensidad de defecto ( $I_g$ ) .....	2,30 kA

Partiendo de los valores indicados, e introducidos en las fórmulas desarrolladas en el estándar IEEE 80, se obtienen los siguientes valores intermedios:

$$K_h = \sqrt{1 + h} = 1,26$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n = 2,84$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n)^{\frac{1}{2}}} = 1$$

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d = 14,84$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_c}{L_p} = 14,57$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}} = 1,02$$

$$n_c = \left[ \frac{L_x \cdot L_y}{A} \right]^{0,7 \cdot A} = 1$$

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} = 1$$

$L_c$  = longitud del conductor de la malla = 1.955 m

$L_p$  = longitud del perímetro de la malla = 267,70 m

$L_x$  = longitud máxima de la malla en la dirección x = 84,70 m

$L_y$  = longitud máxima de la malla en la dirección y = 49,15 m

$D_m$  = máxima distancia entre dos puntos en la malla = 97,93 m

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[ \ln \left( \frac{D^2}{16h \cdot d} + \frac{(D + 2h)^2}{8D + d} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \ln \left( \frac{8}{\pi(2n - 1)} \right) \right] = 0,66$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) \right] = 0,38$$

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado : 0001937 JOSE LUIS OVELLA MEDINA INGENIERO EN ELECTRICIDAD DE FECHA 10/2024 VISADO</p>
---	--	--

De acuerdo con la IEEE-80-2013, la fórmula que permite obtener el valor de la tensión de contacto es:

$$E_{contacto} = \rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L} = 355,71 \text{ V}$$

Y la fórmula que permite obtener la tensión de paso:

$$E_{paso} = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L} = 345,70 \text{ V}$$

Los valores obtenidos son menores que los valores límite tanto de la IEEE-80-2013 como de la MIE-RAT13.

	CRITERIO	Según ITC-RAT 13	IEEE 80-2013	Valores previstos	Resultado
Tensión de paso	$U_p < U_p$ (teórico)	35.201,19 V	3.076,72 V	345,70 V	Cumple
Tensión de contacto	$U_c < U_c$ (teórico)	1.033,03 V	935,70 V	355,71 V	Cumple

(\*) **NOTA ACLARATORIA:** Los valores iniciales de resistividad eléctrica del terreno son estimativos. Será necesario realizar en el estudio geotécnico del terreno un análisis de tomografías en el cual se indique el valor de dicha resistividad. De igual forma, una vez la instalación esté finalizada deberá de realizarse toma de datos de los valores de tensiones de paso y contacto efectivos, para asegurarse de que no hay peligro en ningún punto de la instalación.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 0001937 JOSE LUIS OVELLO MEDINA INGENIERO EN ELECTRICIDAD DE FECHA: 10/2024 VISADO</p>
---	--	--

## 8.2 RED DE TIERRAS SUPERIORES

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto de hilos de guarda y/o de puntas Franklin sobre columnas. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de la estructura metálica que los soporta, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

Para el diseño del sistema de protección de tierras superiores se ha adoptado el modelo electro geométrico de las descargas atmosféricas y que es generalmente aceptado para este propósito.

El criterio de seguridad que se establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los hilos de guarda.

Este apantallamiento se consigue mediante una disposición que asegura que la zona de captación de descargas peligrosas de los hilos de guarda y de las puntas Franklin contiene totalmente a la correspondiente a las partes bajo tensión.

La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado ( $r$ ) y que viene dado por la siguiente expresión:

$$r = 8 \times I^{0,65}$$

en donde:

$$I = 1,1 \cdot U \cdot N / Z, \text{ siendo:}$$

$$U = \text{tensión soportada a impulsos tipo rayo} = 1425 \text{ kV}$$

$$N = \text{número de líneas conectadas a la subestación} = 2$$

$$Z = \text{Impedancia característica de las líneas} = 400\Omega \text{ (valor típico)}$$

Sustituyendo y aplicando estos valores se obtiene:

$$I = 1,1 \cdot 1.425 \cdot 2/400 = 7,83 \text{ kA}$$

Luego la zona de captura será:

$$r = 8 \cdot 3,918^{0,65} = 30,5 \text{ m}$$

El radio crítico de 30,5 m con centro en las puntas Franklin, en el centro en los amarres de los hilos de guarda y en su punto más bajo, cuyo emplazamiento se refleja en los planos correspondientes, garantiza el apantallamiento total de la instalación.



## Anexo 2. Cálculos Mecánicos LAAT 220 kV



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
 EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: «TM» («PROVINCIA»)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
  
 Nº Colegiado: 1937  
 VISADO Nº 04535-24A  
 D.º DE INGENIERO: 24660/2024  
**E-VISADO**

**INDICE**

1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES..... 3

2 CLASIFICACION DE LA LINEA ..... 4

3 ACCIONES A CONSIDERAR ..... 4

4 HIPÓTESIS DE CÁLCULO..... 4

5 TABLA DE VANOS..... 5

6 DISTANCIAS DE SEGURIDAD..... 6

6.1 DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO ..... 6

6.2 SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES..... 6

6.3 DISTANCIAS A MASA..... 8

7 CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS ..... 9

7.1 ACCIONES A CONSIDERAR..... 9

8 RESUMEN DE CÁLCULOS ..... 15

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP5OQA verificable en <https://coiiair.e-gestion.es>



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
 EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: «TM» («PROVINCIA»)



## 1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES.

### Datos de cálculo conductor LA-380

El conductor elegido para la línea es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

Denominación:	LA-380 (337-AL1/44-ST1A)
Sección total (mm <sup>2</sup> ):	381,5
Diámetro total (mm):	25,4
Número de hilos de aluminio:	54
Número de hilos de acero:	7
Carga de rotura (kg):	11135
Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km):	0,0857
Peso (kg/m):	1,276
Coefficiente de dilatación (°C):	1,93E-5
Módulo de elasticidad (kg/mm <sup>2</sup> ):	7000
Densidad de corriente (A/mm <sup>2</sup> ):	3,58
Tense máximo (Zona A):	4454 Kg - EDS (En zona A): 18%

El conductor de tierra a utilizar en la construcción de la línea será del tipo compuesto OPGW, de las siguientes características:

Denominación:	OPGW-48
Diámetro (mm):	17
Peso (kg/m):	0,624
Sección (mm <sup>2</sup> ):	180
Coefficiente de dilatación (°C):	1,5E-5
Módulo de elasticidad (Kg/mm <sup>2</sup> ):	12000
Carga de rotura (Kg):	8000
Tense máximo (ZonaA):	3200 Kg - EDS (En zona A): 15%

## 2 CLASIFICACION DE LA LINEA

Según el Vigente Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, la línea en proyecto se clasifica:

Por su altitud:.....A

Por su nivel de tensión: 220 kV:..... categoría especial

## 3 ACCIONES A CONSIDERAR

Las acciones a considerar en el cálculo mecánico de conductores son las definidas a tal efecto en el Vigente Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión y hacen referencia a:

- Cargas permanentes: (peso propio)
- Sobrecargas de viento sobre conductores: viento= 140 km/h

## 4 HIPÓTESIS DE CÁLCULO

### Tensión máxima del tendido (To):

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales (To), se realizará teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores según apartado 3.2.1 de ITC07 del R.L.A.T.
- Que la tensión de trabajo de los conductores a una temperatura media según la zona (15 °C para Zona A y 10 °C para Zona B o C) sin ninguna sobrecarga, no exceda un porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (Every Day Stress).

### Vano de Regulación:

El vano ideal de regulación, limitado por dos apoyos de amarre, viene dado por:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

$a_r$ : Longitud proyectada del vano de regulación (m).

$b_i$ : Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i.(m)

$a_i$ : Proyección horizontal de  $b_i$  (m)

### Ecuación de cambio de condiciones:

La “ecuación de cambio de condiciones” nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 \cdot (T + A) = B$$

$$A = \alpha \cdot (\theta - \theta_0) \cdot S \cdot E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} \cdot \frac{P_0^2}{T_0^2} \cdot S \cdot E$$

$$B = \frac{a_r^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E$$

ar: Longitud proyectada del vano de regulación (m).

To: Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).

θo: Temperatura en las condiciones iniciales (°C).

Po: Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).

T: Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).

θ: Temperatura en las condiciones finales (°C).

P: Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).

S: Sección del conductor (mm²).

E: Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm²).

α: Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C).

Como se señaló anteriormente, la sobrecarga en condiciones finales será:

$$P = P_{\text{cond}} + \text{Sobrecarga hielo o viento}$$

### Flecha máxima

Las flechas que se alcanzan en cada vano, se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p \cdot a \cdot b}{8 \cdot T} \cdot \left(1 + \frac{a^2 \cdot p^2}{48 \cdot T^2}\right)$$

a: Longitud proyectada del vano (m).

h: Desnivel (m).

b: Longitud real del vano (m)  $\rightarrow b = \sqrt{a^2 + h^2}$

T: Componente horizontal de la tensión (kg).

p: Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m).

El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de **9 metros**.

## 5 TABLA DE VANOS

LAAT 220 kV ENTRADA/SALIDA SET REGADERA - SET AVEJARUCO - SET EL GRADO						
APOYO	COTA (m)	VANO ANTERIOR (m)	VANO ENTRONQUE (m)	VANO POSTERIOR (m)	FUNCIÓN	ÁNGULO INTERIOR (g)
42	457,34	400,71	29,09	401,24	Entronque	82,1-117,9



## 6 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

### 6.1 DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., En todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (con un mínimo de 6 m.)}$$

Al nivel de tensión de 220 kV le corresponde una  $D_{el}$  de 1,7 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de  $D_{add} + D_{el} = 7$  metros, para la línea de 220 kV

$D_{add} + D_{el}$ : Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.

Cuando las líneas atraviesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas la altura mínima será de 7 metros, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos. Por lo tanto la mínima distancia de los conductores al terreno que se ha mantenido es de 7 m.

### 6.2 SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T., esto es:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

D: Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.

K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T.

F: Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T.

L: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos  $L=0$ .

$D_{pp}$ : Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de  $D_{pp}$  se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.

En las siguientes tablas se indican la distancia mínima entre fases según el Reglamento y la distancia real entre fases que se ha considerado



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
 EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: «TM» («PROVINCIA»)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
 INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº.Colegiado.: 0001937  
 JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA  
**VISADO Nº. : VD04535-24A**  
**DE FECHA : 24/10/2024**  
**E-VISADO**

Entronque

APOYO				Línea Ppal/ Derivación	Distancia entre fases exigida mínima (m)	Distancia existente fase-fase (m)	Distancia existente fase- protección (m)
42	ENTR.		GCO-40000-25	Principal	2,3	5,6	8,02
		82 g	3,53	Derivación 82 g	3,53	5,6	7,76
		282 g	3,53	Derivación 282 g	3,53	5,6	6,98



### 6.3 DISTANCIAS A MASA

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a Del.

Del: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

En nuestro caso  $Del = 1,7$  metros línea de 220 kV

#### Desviación de la cadena de aisladores

Se calcula el ángulo de desviación de la cadena de aisladores en los apoyos de alineación, con presión de viento mitad de lo establecido con carácter general, según la ecuación:

$$tg\gamma = \frac{K_v * d * \left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + \frac{E_c}{2}}{P\left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + T_{-t+\frac{v}{2}} * \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}\right) + \frac{P_c}{2}}$$

$\gamma$ : Ángulo de desviación.

$E_c$ : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg).

$P_c$ : Peso de cada cadena (kg).

$a_1$  y  $a_2$ : Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m).

$h_1$  y  $h_2$ : Desnivel de vano anterior y posterior (m).

$t+v/2$ : Componente horizontal de la tensión según Zona con sobrecarga 1/2 de viento a 120 km/h.

$d$ : Diámetro del conductor (m).

$P$ : Peso unitario del conductor (kg/m).

$K_v$ : Presión mitad del viento (kg/m<sup>2</sup>).

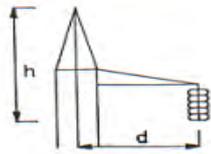
#### Cúpula del cable de tierra

En el cálculo de la cúpula para el cable de tierra se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinado por este punto y el conductor de fase no exceda de 35°.

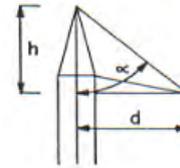
Así la altura mínima de la cúpula  $tg35 = \frac{d}{h_{\min}}; \quad h_{\min} = \frac{d}{tg35};$

Estas distancias, para apoyos de amarre y suspensión, son las siguientes:

Apoys de suspensión:



Apoys de amarre:



## 7 CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS

### 7.1 ACCIONES A CONSIDERAR

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la zona en la que se encuentra (Zona A)

#### Cargas verticales:

Carga vertical permanente (Pvp):

$$P_{vp} = n \cdot \left[ P_{cond} \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left( \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right] \quad (\text{kg})$$

Siendo:

a1 y a2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior.

Pcond: Peso propio del conductor, en kg/m.

Pcadl: Peso de la cadena, aisladores más herrajes, en kg.

n: Número de conductores.

h1 y h2: Desnivel del vano anterior y posterior (m).

T: Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (kg).

Sobrecarga por hielo (Sh):

$$S_h = P_h \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

Ph: Sobrecarga de hielo.

#### Cargas horizontales:

Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):

$$F = q \cdot d \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \quad (\text{kg})$$

q: Presión del viento sobre el conductor (kg/m<sup>2</sup>). Siendo

$$q = 60 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \quad \text{kg/m}^2 \text{ cuando } d \leq 16 \text{ mm y}$$



$$q = 50 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \text{ kg/m}^2 \text{ cuando } d \geq 16 \text{ mm.}$$

d: diámetro del conductor en mm.

Resultante de ángulo (Ra):

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \text{ (mg)}$$

Siendo, al igual que antes,  $\alpha$  el ángulo interno que forman los conductores entre sí

Desequilibrio de tracciones (Dt):

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$

Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Un >66kV, 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Un >66kV, 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Desequilibrio en apoyos de anclaje:

Un >66kV, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Desequilibrio en apoyos de fin de línea:

100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

Desequilibrios muy pronunciados:

Deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.

Rotura de conductores (Rc):

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima}$$



Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra.

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):

- El 50% en líneas de 1 o 2 conductores por fase.
- El 75% en líneas de 3 conductores.

No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.

Rotura de conductores en apoyos de anclaje:

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):

El 100% para líneas con un conductor por fase.

El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.

Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.

Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

Rotura de conductores en apoyos especiales.

Se considerará el esfuerzo que produzca la solicitud más desfavorable para cualquier elemento del apoyo.

Consideraciones especiales:

Los apoyos implicados en cruzamientos con carreteras y líneas de ferrocarril se considerarán de seguridad reforzada, tal y como indica le RLAT-08

Además la línea deberá estar preparada para la instalación de un único circuito

## Cimentaciones

En la fecha de realización de este proyecto, no se tienen datos del estudio geotécnico de la traza de la línea, por lo que antes de empezar la obra, será necesario realizar varias catas para saber las características mecánicas del terreno

## Cimentaciones monobloque

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \cdot \left(h + \frac{2}{3} \cdot t\right) + F_v \cdot (h_t / 2 + 2/3 \cdot t)$$

F = Esfuerzo nominal del apoyo en Kg

h = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.

t = Profundidad de la cimentación en m.

Fv = Esfuerzo del viento sobre la estructura en Kg.

ht = Altura total del apoyo en m.

Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde:  $M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4$ ;  $M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a$

Siendo:

M1 = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.

M2 = Momento debido a las cargas verticales.

K = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad (Kg/cm<sup>2</sup> x cm)

a = Anchura de la cimentación en metros.

p = Peso de la torre y herrajes en Kg.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 de la ITC07 del R.L.A.T., debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

### Cimentaciones tetrabloque

Las cimentaciones de las torres de patas separadas están constituidas por cuatro bloques de hormigón de sección cuadrada o circular. Cada uno de estos bloques se calcula para resistir el esfuerzo de arrancamiento y distribuir el de compresión en el terreno.

Cuando la pata transmita un esfuerzo de tracción (F<sub>t</sub>), se opondrá a él el peso del propio macizo de hormigón (P<sub>h</sub>) más el del cono de tierras arrancadas (P<sub>c</sub>) con un coeficiente de seguridad de 1,5

$$(P_c + P_h) / F_t \geq 1,5$$

Cuando el esfuerzo sea de compresión (F<sub>c</sub>), la presión ejercida por éste más el peso del bloque de hormigón sobre el fondo de la cimentación (de área A) deberá ser menor que la presión máxima admisible del terreno (σ):

$$(F_c + P_h) / A \leq \sigma$$

Las dimensiones de las cimentaciones a realizar en cada uno de los apoyos, incluidos los volúmenes de excavación y hormigonado, se especifican en la memoria

### Aisladores

Según establece la ITC07 del R.L.A.T., apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} \geq 3$$

También se tendrá que comprobar que la cadena de aisladores seleccionada cumple los niveles de aislamiento para tensiones soportadas (tablas 12 y 13 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.) en función de las Gamas I (corta duración a frecuencia industrial y a la tensión soportada a impulso tipo rayo) y II (impulso tipo maniobra y la tensión soportada a impulso tipo rayo).

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  T.M.: «TM» («PROVINCIA»)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreso</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  Nº Colegiado: 1937  D.º de Ingreso: 1997</p> <p>VISADO Nº 04535-24A  D.º DE INGENIERO: 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	---	--

Según el tipo de ambiente donde se encuentre el conductor (tabla 14 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.), el R.D. 223/2008 recomienda que longitud de la línea de fuga entre fase y tierra de los aisladores a utilizar. Para obtener la línea de fuga mínima recomendada se multiplica el número indicado por el reglamento (tabla 14) según el tipo de ambiente por la tensión nominal de la línea.

### Herrajes

Según establece el apartado 3.3 del de la ITC07 del R.L.A.T., los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobare sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
 EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: «TM» («PROVINCIA»)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
 INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº.Colegiado.: 0001937  
 JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA  
 VISADO Nº. : VD04535-24A  
 DE FECHA : 24/10/2024  
**E-VISADO**

## Resumen de hipótesis

Zona A

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Fin de línea.	V	CARGAS PERMANENTES	No aplica	CARGAS PERMANENTES
	T	VIENTO		No aplica
	L	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES		ROTURA DE CONDUCTORES

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo longitudinal

T = Esfuerzo transversal

\*APLICA RESULTANTE DE ÁNGULO EN 3ª Y 4ª HIPÓTESIS



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
 EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: «TM» («PROVINCIA»)



## 8 RESUMEN DE CÁLCULOS

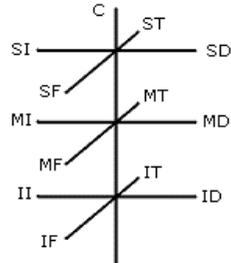
### Cálculo apoyos

Los esfuerzos máximos y los esfuerzos que tienen que cumplir cada tipo de apoyo son los siguientes:

#### HIPOTESIS 1. VIENTO

APOYO				Esfuerzos totales 1ª Hipótesis				
				Vertical (kg)	Transversal (Kg)	Longitudinal (Kg)	Esfuerzo Equivalente (Kg)	Momento Torsor (Kgxm)
2	ENTR.	FL	GCO-40000-25	2448	640	5862	7126	0

### HIPOTESIS 4. ROTURA FASE



APOYO			Rotura	Esfuerzos totales 4ª Hipótesis Rotura Fase				
				Vertical (kg)	Transversal (Kg)	Longitudinal (Kg)	Esfuerzo Equivalente (Kg)	Momento Torsor (Kgxm)
2	ENTR.	GCO-40000-25	SI Principal ANTERIOR	2448	0	2400	2717	1880
			SD Principal ANTERIOR	2448	0	2400	2717	1880
			MI Principal ANTERIOR	2448	0	2400	2717	1880
			MD Principal ANTERIOR	2448	0	2400	2717	1880
			II Principal ANTERIOR	2448	0	2400	2717	1880
			ID Principal ANTERIOR	2448	0	2400	2717	1880
			SI Derivación 82	2448	3330	2800	6460	0
			SD Derivación 282	2448	3330	2800	6460	0
			MI Derivación 82	2448	3330	2800	6460	0
			MD Derivación 282	2448	3330	2800	6460	0
			II Derivación 82	2448	3330	2800	6460	0
			ID Derivación 282	2448	3330	2800	6460	0



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: «TM» («PROVINCIA»)



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº.Colegiado.: 0001937  
JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA  
VISADO Nº. : VD04535-24A  
DE FECHA : 24/10/2024  
**E-VISADO**

## HIPOTESIS 4. ROTURA PROTECCIÓN

APOYO			Rotura	Esfuerzos totales 4ª Hipótesis Protección				
				Vertical (kg)	Transversal (Kg)	Longitudinal (Kg)	Esfuerzo Equivalente (Kg)	Momento Torsor (Kgxm)
2	ENTR.	GCO-40000-25	Principal ANTERIOR	2448	0	2400	2400	0
			Derivación 82	2448	2460	2800	15373	0
			Derivación 282	2448	2460	2800	15373	0



## Anexo 03. Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición

## ÍNDICE

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

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

De acuerdo a la Ley 7/2022, del 8 de abril de 2022 referente a “residuos y suelos contaminados para una economía circular” y al RD 105/2008, del 1 de febrero de 2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (en adelante RCD) se elabora el presente Anexo de Gestión de Residuos.

El presente anexo contiene una estimación de los residuos previstos en los trabajos directamente relacionados con la ejecución de la Subestación y servirá como base para la redacción, por parte del promotor del proyecto, del correspondiente Plan de Gestión de Residuos, en el cual se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

### 1.1 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS. RCD - RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA DEMOLICIÓN

- **RCDs de Nivel I.-** Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.
- **RCDs de Nivel II.-** Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

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



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN  
DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	<b>5.- Tierra, piedras y lodos de drenaje</b>
	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
	<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



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN  
DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP50CA verificable en <https://coiiair.e-gestion.es>

## 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 SET. 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	4809,97	m <sup>2</sup>
RCD's previstos	0,002	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Volumen de RCD's	9,62	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 pétreo</b>		<b>7,02 m<sup>3</sup></b>	-	<b>6,68 t</b>
Asfaltos-Bituminosos	2,00%	0,19 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,29 t
Madera	15,00%	1,44 m <sup>3</sup>	0,6 t/m <sup>3</sup>	0,87 t
Metales y sus aleaciones	15,00%	1,44 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	2,16 t
Papel y cartón	15,00%	1,44 m <sup>3</sup>	0,9 t/m <sup>3</sup>	1,30 t
Plástico	13,00%	1,25 m <sup>3</sup>	0,6 t/m <sup>3</sup>	0,75 t
Vidrio	3,00%	0,29 m <sup>3</sup>	1,2 t/m <sup>3</sup>	0,35 t
Otros	10,00%	0,96 m <sup>3</sup>	1 t/m <sup>3</sup>	0,96 t

<b>RCD's: Naturaleza pétreo</b>		<b>2,58 m<sup>3</sup></b>	-	<b>3,58 t</b>
Arena, grava y otros áridos	10,00%	0,96 m <sup>3</sup>	1,2 t/m <sup>3</sup>	1,15 t
Hormigón	10,00%	0,96 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	1,44 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%	0,65 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,98 t

<b>RCD: Potencialmente peligrosos</b>	0,20%	<b>0,02 m<sup>3</sup></b>	1 t/m <sup>3</sup>	<b>0,02 t</b>
---------------------------------------	-------	---------------------------	--------------------	---------------

<b>RCD's TOTAL</b>		<b>9,62 m<sup>3</sup></b>		<b>10,27 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:

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.

RESIDUO RCD's	PREVISTO (T)	LÍMITE (T)
Hormigón	1,45 t	80 t
Ladrillos, tejas y material cerámico	0 t	40 t
Metal	2,17 t	2 t
Madera	0,87 t	1 t
Vidrio	0,35 t	1 t
Plástico	0,76 t	0,5 t
Papel y cartón	1,3 t	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 un coste de 1.134,23 € para el almacenamiento de los residuos dentro de la obra y su transporte al Gestor autorizado de residuos.

OBJETO	SET		UNITARIO (€/Tn)	TOTAL
	CANTIDAD (Tn)			
<b>RCD's: Naturaleza no pétreo</b>				
Asfaltos-Bituminosos	0,29		10	2,89 €
Madera	0,87		12	10,39 €
Metales y sus aleaciones	2,16		35	75,76 €
Papel y cartón	1,30		25	32,47 €
Plástico	0,75		20	15,01 €
Vidrio	0,35		20	6,93 €
Otros	0,96		15	14,43 €
<b>RCD's: Naturaleza pétreo</b>				
Arena, grava y otros áridos	1,15		5,5	6,35 €
Hormigón	1,44		15	21,64 €
Materiales de yesos	0,00		15	- €
Otros	0,98		15	14,72 €
Material excavacion a vertedero	0,00		5,5	- €
RCD: Potencialmente peligrosos	0,02		450	8,66 €
<b>RCD's TOTAL</b>				<b>209,23 €</b>
<b>ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs</b>				
DESCRIPCIÓN	ESTIMACIÓN		UNITARIO	TOTAL
Horas de formación básica en la gestión de residuos para los trabajadores de la obra.	25	h	25,00	625,00 €
Retirada y devolución de bobinas en caso de que el fabricante no viniera a recogerlas	1	ud	300,00	300,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>1.134,23 €</b>



## Anexo 04. Estudio de Campos Magnéticos



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

**Impreso**

COLEGIADO Nº 1937  
D.º DE LA R.º DE LA RIOJA

VISADO Nº 04535-24A  
D.º DE LA R.º DE LA RIOJA

PROYECTO Nº 24660/2024

**E-VISADO**

ÍNDICE

1 OBJETO ..... 3

2 NORMATIVA ..... 3

3 METODOLOGIA DE ANALISIS..... 4

4 SUBESTACION AVEJARUCO 30/220 KV ..... 5

    4.1 CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION Y DATOS DE CÁLCULO ..... 5

    4.2 RESULTADOS ..... 6

5 EVALUACION DE LOS RESULTADOS ..... 9

6 CONCLUSIONES ..... 10

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP50QA verificable en <https://coiiair.e-gestion.es>



## 1 OBJETO

El objeto de este anexo es valorar los campos magnéticos que se producirán en las instalaciones de evacuación de la energía producida por los parques fotovoltaicos, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El municipio afectado por la implantación de la subestación es El Grado.

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”.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937  ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A  INGENIERO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

### 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 de la subestación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado 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 SUBESTACION AVEJARUCO 30/220 KV

### 4.1 CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION Y DATOS DE CÁLCULO

La configuración de la instalación considerada es la siguiente:

Planta:

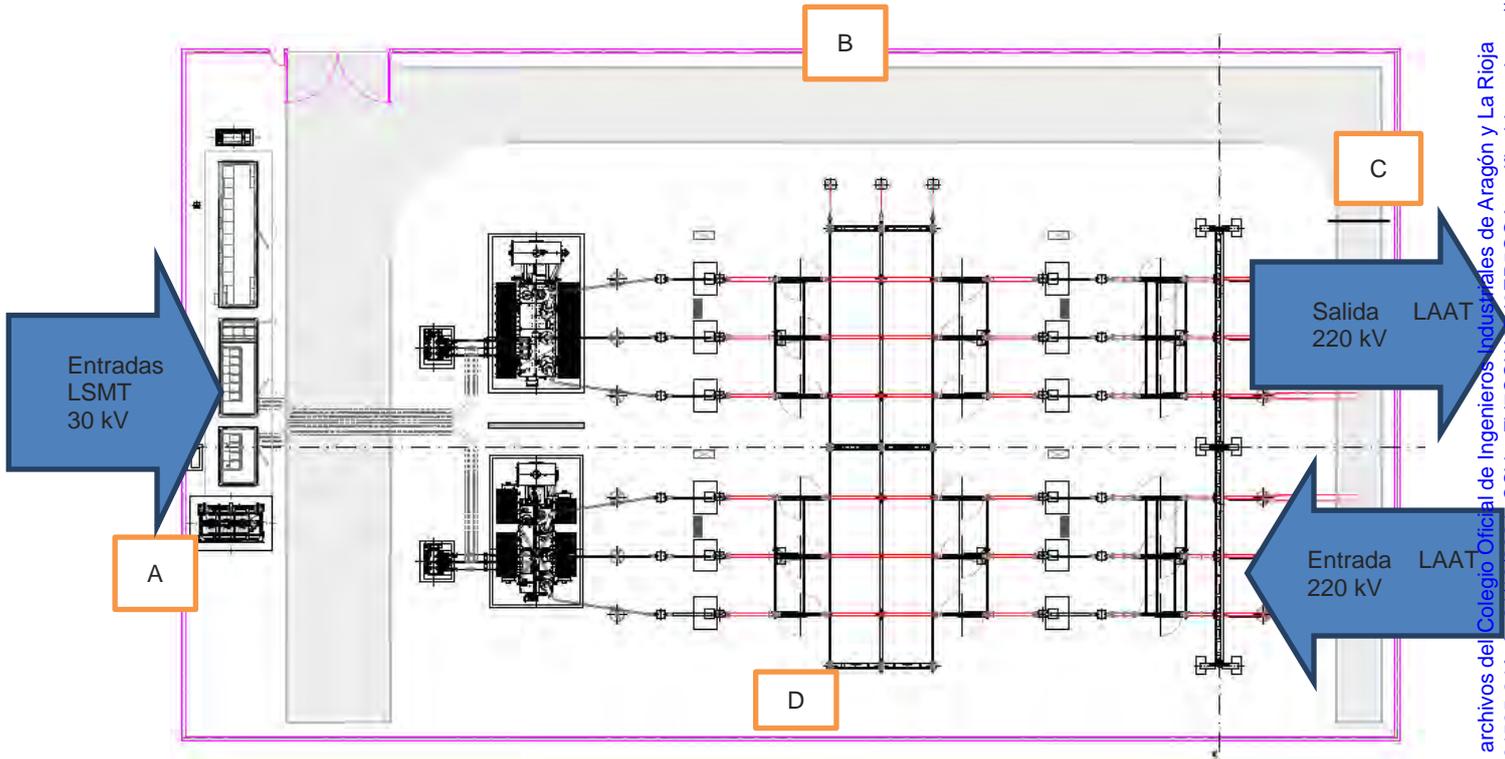


Figura 1

Sección:

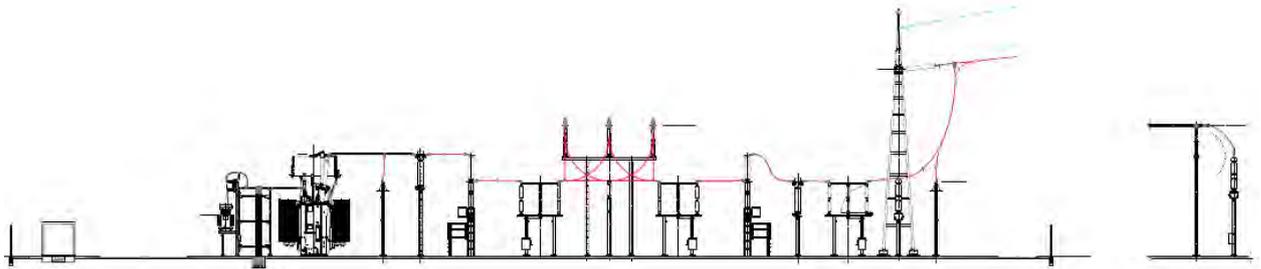


Figura 2

La misma consta de las siguientes líneas de entrada:

- L1: LAAT 220 kV SET REGADERA – SET GRADO
- L2: LSMT 30 kV PFV AVEJARUCO SOLAR
- L3: LSMT 30 kV PSFV GRADO BENSOLAR

Y la siguiente posición de salida:

- L4: LAAT 220 kV SET REGADERA – SET GRADO

Se realiza el cálculo ignorando los transformadores auxiliares y el cableado de las celdas de AT y otros equipos ya que los campos magnéticos producidos por estas instalaciones producen muy poca variación en los resultados del cálculo total. A continuación, se muestra un modelo 3D de los cables de la instalación.

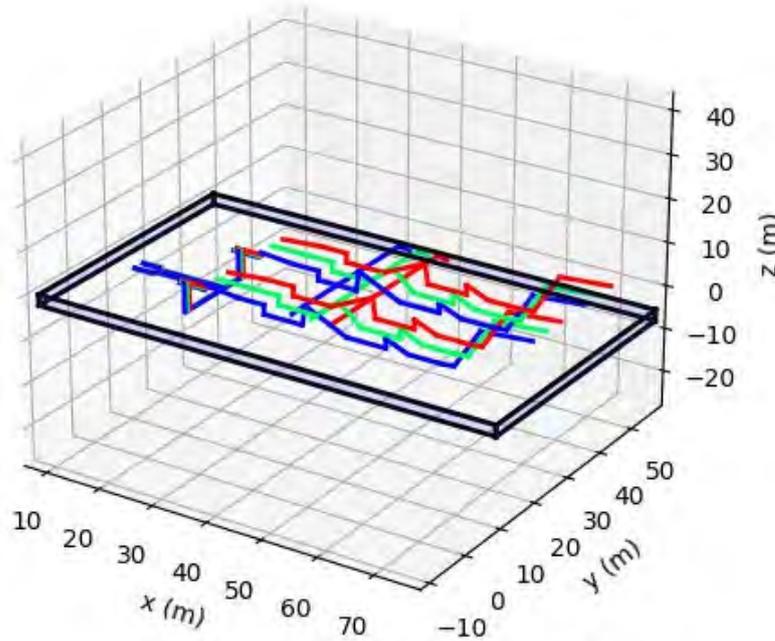


Figura 3

## 4.2 RESULTADOS

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 subestación.

Se ha obtenido el campo magnético en la subestación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del centro (Requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Los valores más elevados de campo en el exterior accesible por el público se producen en la parte D de la instalación teniendo un valor de 6,17  $\mu$ T.

En la figura siguiente se representa el campo magnético en la totalidad de la subestación de maniobra y en los alrededores de la misma.

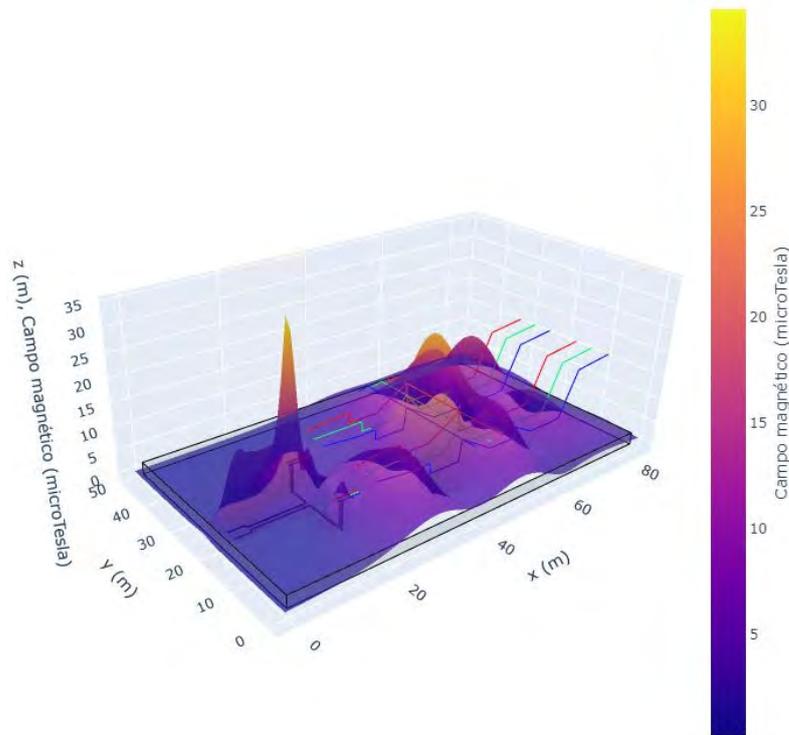


Figura 4

Las siguientes gráficas representan los valores del campo magnético en las proximidades de la subestación, siguiendo las alineaciones de la valla, a 1 metro de altura.

Lado A: (máximo 1,00  $\mu$ T)

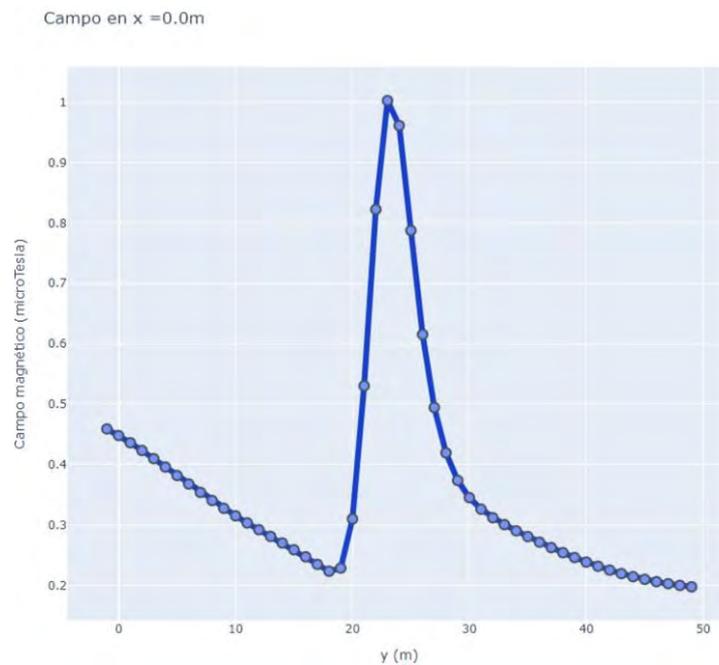


Figura 5.

Lado B (máximo 2,63  $\mu$ T)

Campo en y = 48.0m

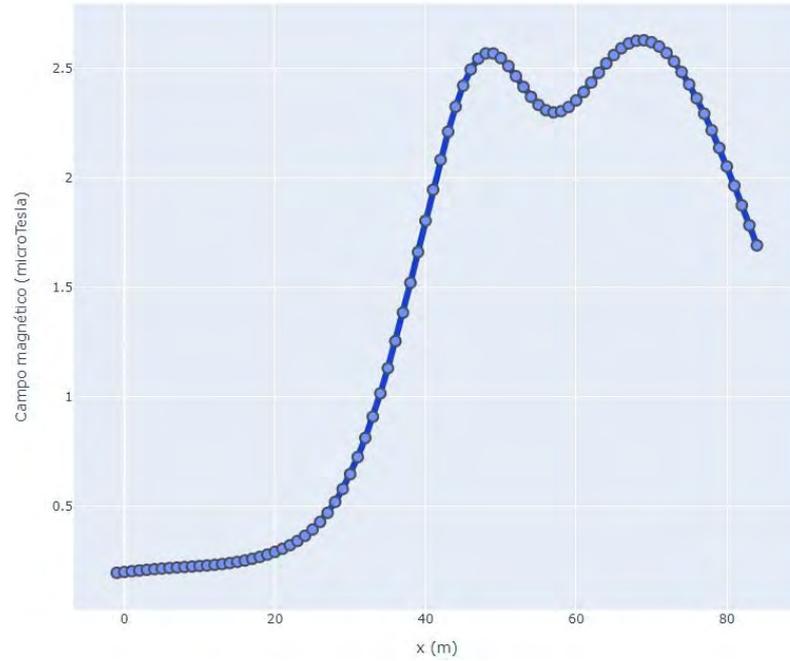


Figura 6.

Lado C (máximo 3,41  $\mu$ T)

Campo en x = 83.0m

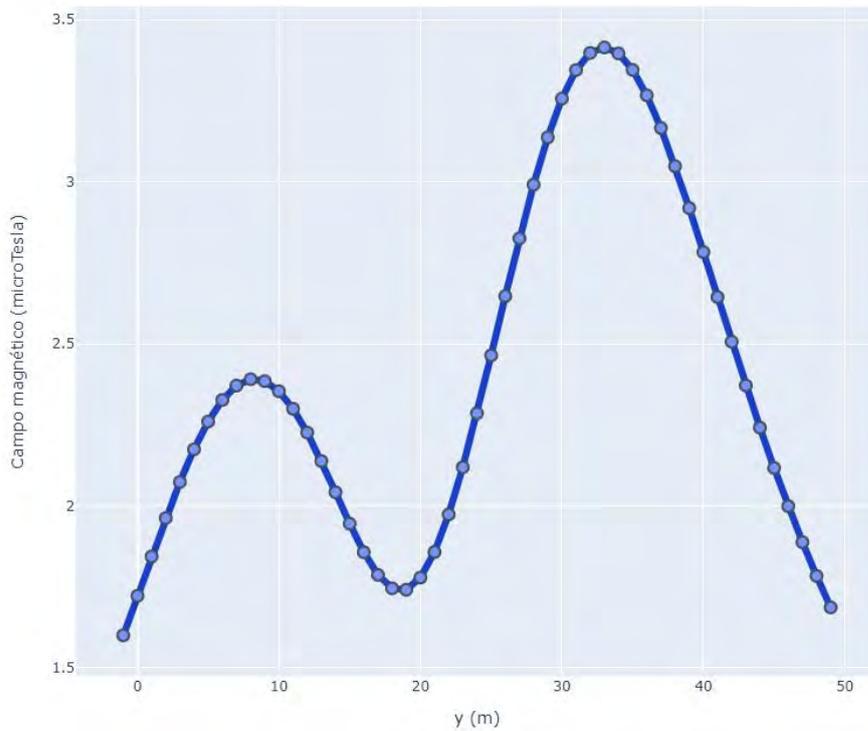


Figura 7.

Lado D (máximo 6,17  $\mu$ T)

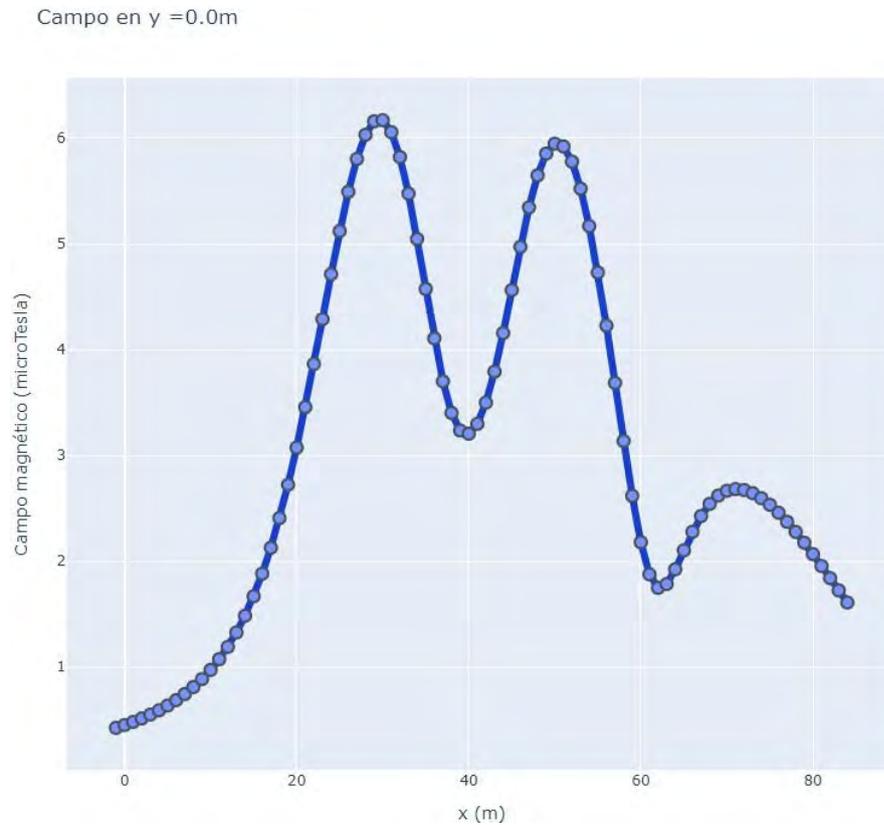


Figura 8.

## 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.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> 
--	--	--

## 6 CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad de la subestación eléctrica 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.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP5OQA verificable en <https://coiiair.e-gestion.es>



## Anexo 05. Relación de Bienes y Derechos Afectados



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado (Huesca)



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO T.M.: El Grado (Huesca)													
TRAMO AÉREO													SUBESTACIÓN
DATOS PARCELA						APOYOS		VUELO			OC. TEMPORAL		SUP. AFECTADA (m²)
ID. AFECCIÓN	REF. CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUP. PARCELA (m²)	TÉRMINO MUNICIPAL	ENUM.	SUP. AFECTADA (m²)	AFECCIÓN LINEAL (m)	SUP. AFECTADA (m²)	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD SUP. AFECTADA (m²)	PORTERIAS SUP. AFECTADA (m²)	ACOPIOS SUP. AFECTADA (m²)	
1	22161A00700361	7	361	163290	EL GRADO	AP42	129,28	29,10	577,78	982,49		500,00	5.727,92
TOTALES							129,28	29,10	577,78	982,49	0,00	500,00	5.727,92

## DOCUMENTO 2. PLANOS



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN  
DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: «TM» («PROVINCIA»)



## ÍNDICE

GRA2-AVE-IGI-PLN-1000\_SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

GRA2-AVE-IGI-PLN-1001\_CATASTRO

GRA2-AVE-IGI-PLN-1002\_IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO

GRA2-AVE-IGI-PLN-1003\_MOVIMIENTO DE TIERRAS. PERFIL LONGITUDINAL

GRA2-AVE-IGI-PLN-1004\_PLANTA Y SECCIÓN GENERAL

GRA2-AVE-IGI-PLN-1005\_CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES

GRA2-AVE-IGI-PLN-1007\_RED DE TIERRAS

GRA2-AVE-IGI-PLN-1008\_EDIFICIOS PREFABRICADOS PROTECCIÓN Y CONTROL,  
CELDA MT Y TRAFOS SSAA

GRA2-AVE-IGI-PLN-1009\_CERRAMIENTO PERIMETRAL Y ACCESOS

GRA2-AVE-IGI-PLN-1010\_PLANTA PERFIL

GRA2-AVE-IGI-PLN-1011\_MONTAJE APOYO

GRA2-AVE-IGI-PLN-1012\_APOYO TETRABLOQUE

GRA2-AVE-IGI-PLN-1013\_AISLADORES

GRA2-AVE-IGI-PLN-1014\_PLACA SEÑALIZACIÓN

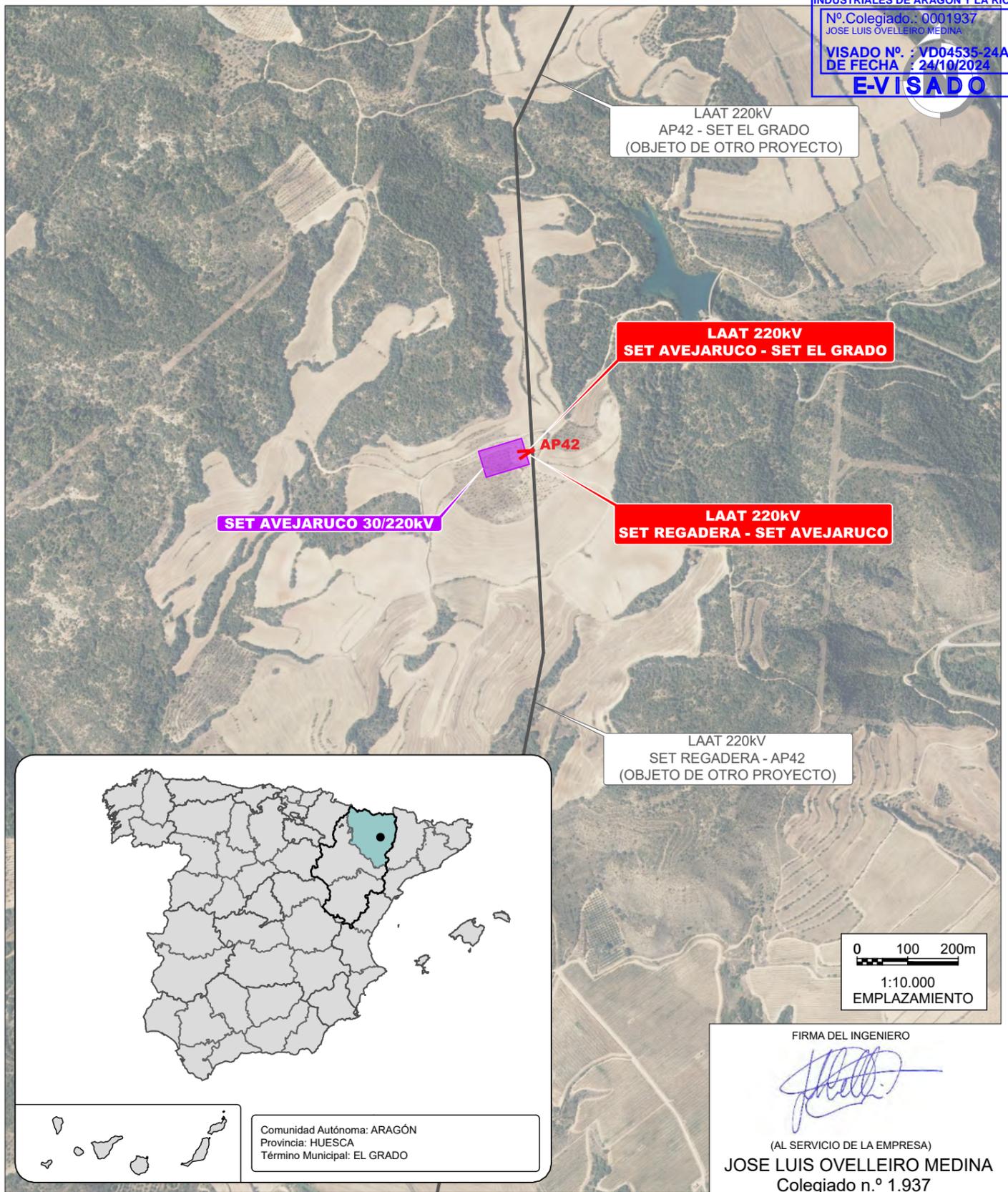
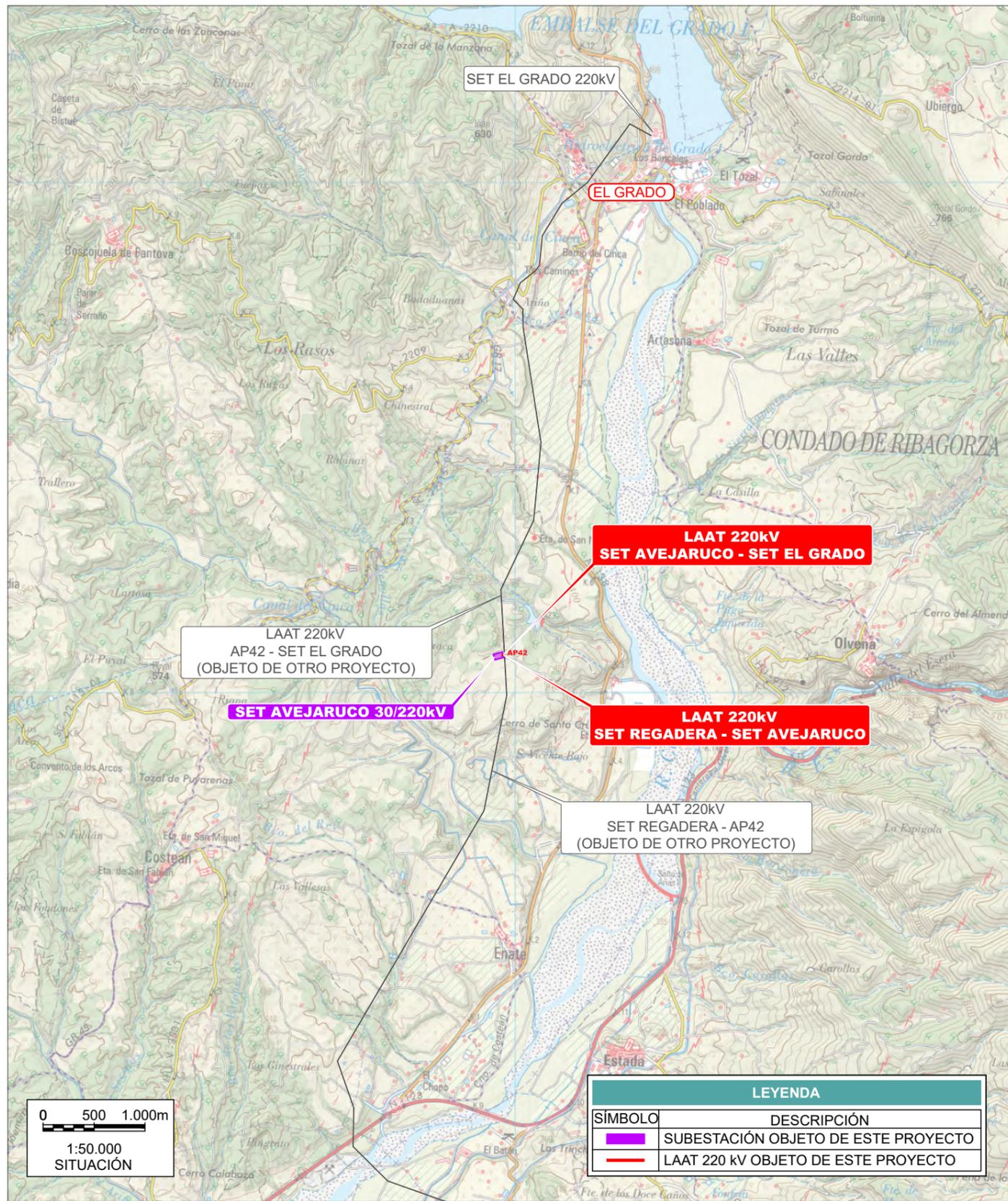
GRA2-AVE-IGI-SLD-1000\_ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO

GRA2-AVE-IGI-SLD-1001\_UNIFILAR PROTECCIÓN Y MEDIDA

GRA2-AVE-IGI-SLD-1002\_ALIMENTACIONES DE CORRIENTE ALTERNA

GRA2-AVE-IGI-SLD-1003\_ALIMENTACIONES DE CORRIENTE CONTINUA

GRA2-AVE-IGI-SLD-1004\_COMUNICACIÓN. SISTEMA DE MEDIDA

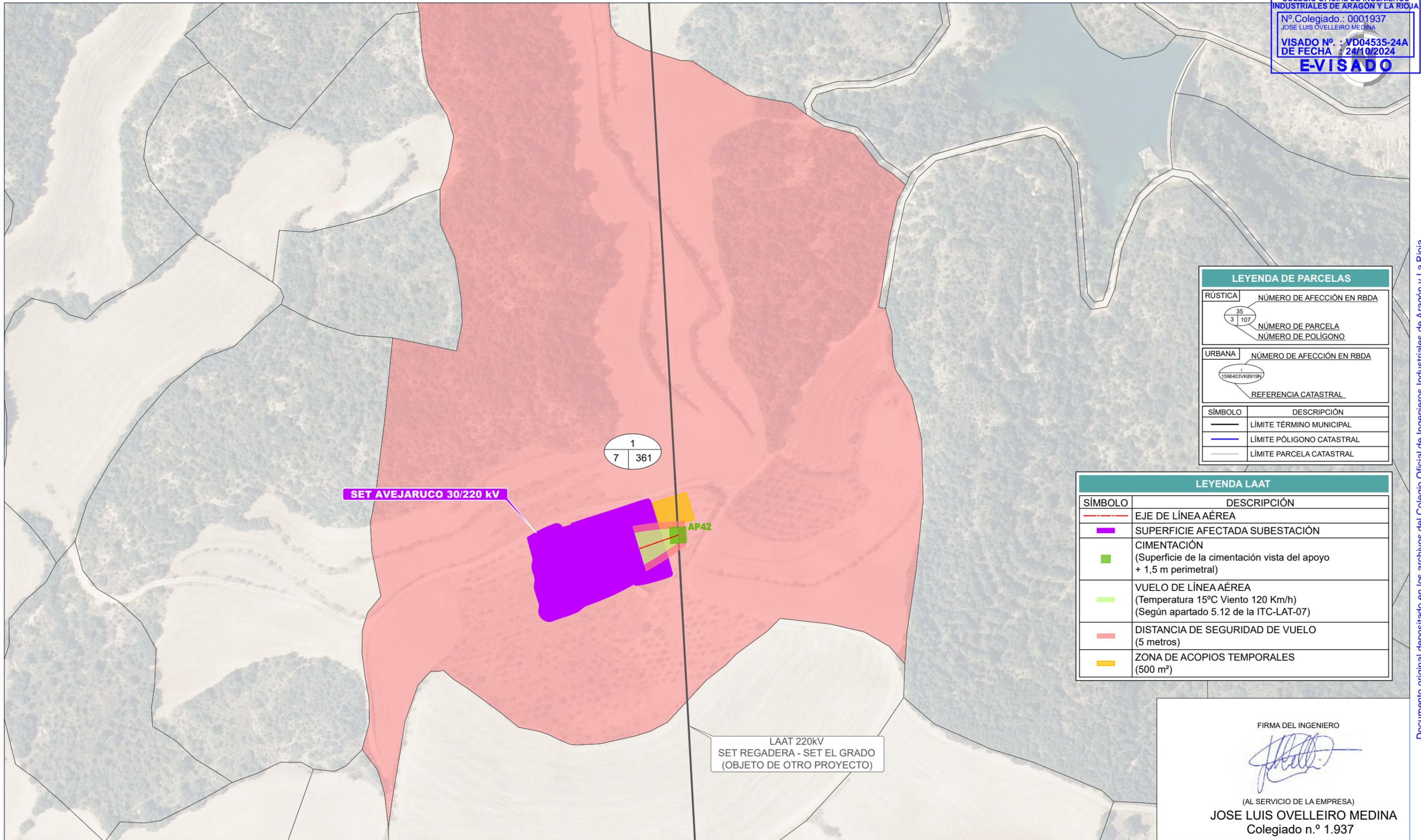


LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SUBESTACIÓN OBJETO DE ESTE PROYECTO
	LAAT 220 kV OBJETO DE ESTE PROYECTO

Comunidad Autónoma: ARAGÓN  
 Provincia: HUESCA  
 Término Municipal: EL GRADO

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

 						CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
						ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:	TÍTULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO			
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024	ESCALA: INDICADAS	FECHA: 27-09-2024	TAMAÑO: A3	N° PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1000	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:							

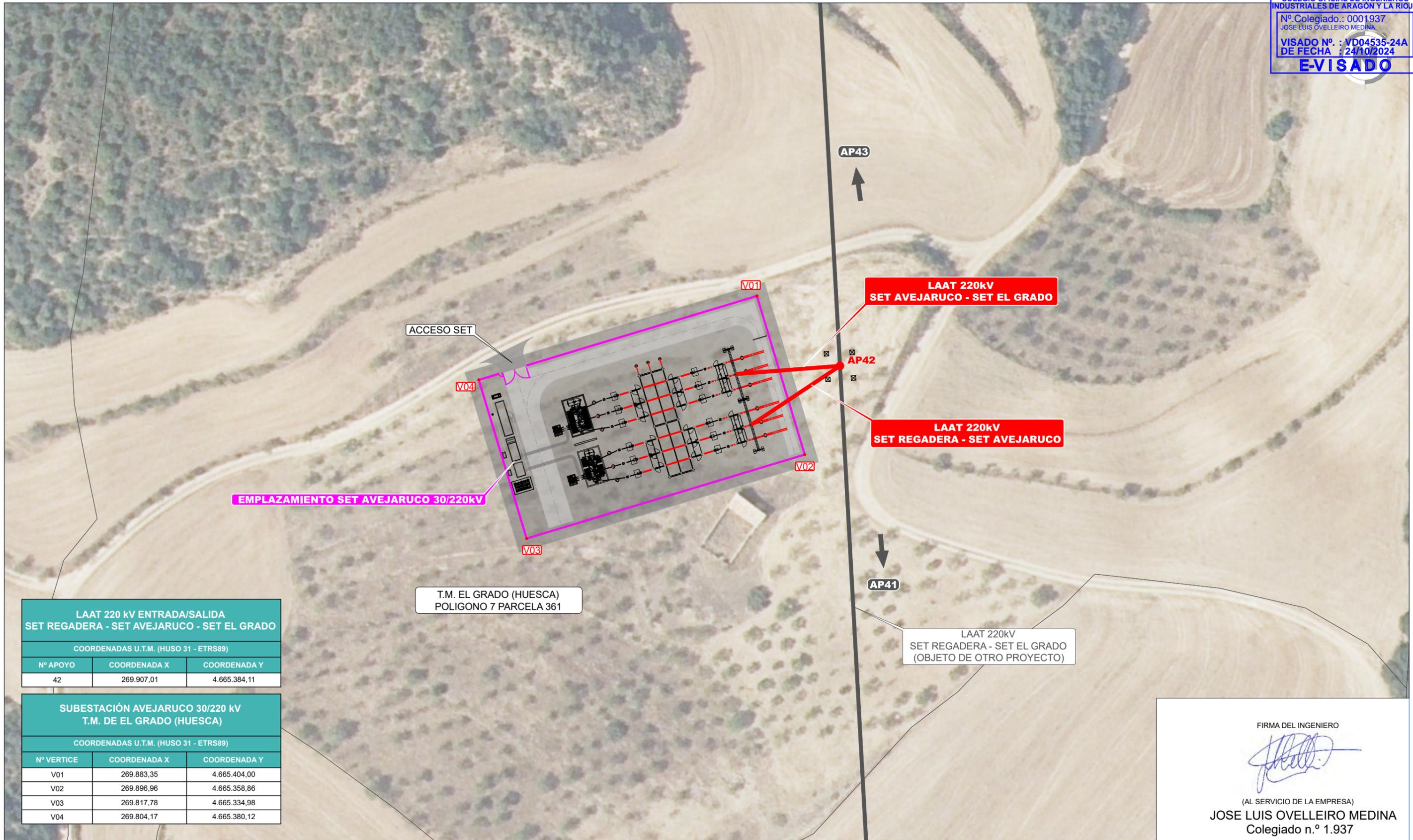


LEYENDA DE PARCELAS	
RÚSTICA	NÚMERO DE AFECCIÓN EN RBDA
35 3   107	NÚMERO DE PARCELA NÚMERO DE POLÍGONO
URBANA	NÚMERO DE AFECCIÓN EN RBDA
1596403VK8919N	REFERENCIA CATASTRAL
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
—	LÍMITE PÓLIGONO CATASTRAL
—	LÍMITE PARCELA CATASTRAL

LEYENDA LAAT	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
---	EJE DE LÍNEA AÉREA
■	SUPERFICIE AFECTADA SUBESTACIÓN
■	CIMENTACIÓN (Superficie de la cimentación vista del apoyo + 1,5 m perimetral)
■	VUELO DE LÍNEA AÉREA (Temperatura 15°C Viento 120 Km/h) (Según apartado 5.12 de la ITC-LAT-07)
■	DISTANCIA DE SEGURIDAD DE VUELO (5 metros)
■	ZONA DE ACOPIOS TEMPORALES (500 m²)

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

 CLIENTE:						DIBUJADO: GFP		FIRMA:		PROYECTO: <b>ST AVEJARUCO 30/220 kV</b> NUDO EL GRADO 220 kV					
						REVISADO: JRA		FIRMA:							
ESTADO:						APROBADO: JLO		FIRMA:		TÍTULO: <b>ESTUDIOS Y PROYECTOS CATASTRO</b>					
						ESCALA: 1:2.500		TAMAÑO: A3						FECHA: 27-09-2024	
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:										
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024										

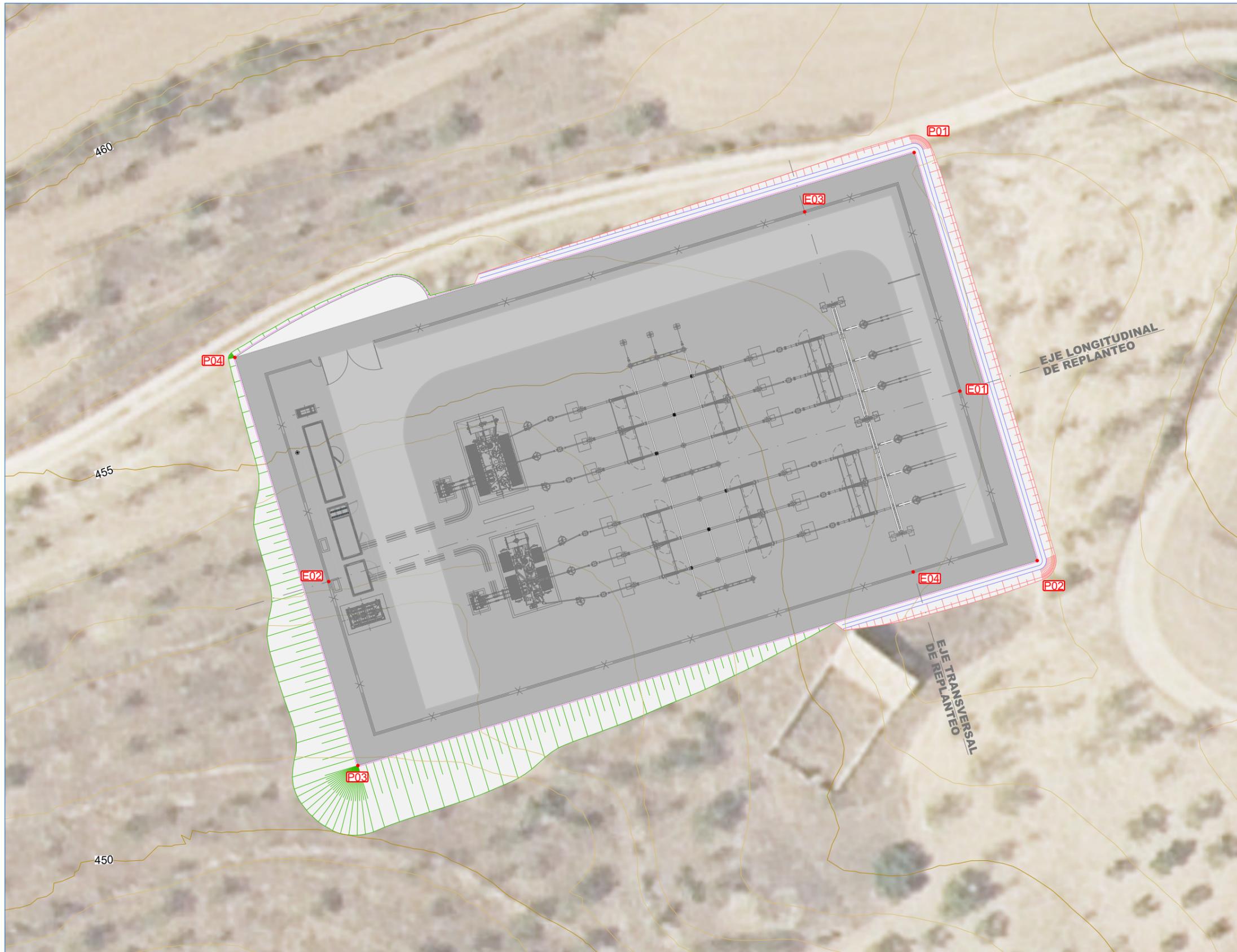


LAAT 220 kV ENTRADA/SALIDA SET REGADERA - SET AVEJARUCO - SET EL GRADO		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 31 - ETRS89)		
Nº APOYO	COORDENADA X	COORDENADA Y
42	269.907,01	4.665.384,11

SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV T.M. DE EL GRADO (HUESCA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 31 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
V01	269.883,35	4.665.404,00
V02	269.896,96	4.665.358,86
V03	269.817,78	4.665.334,98
V04	269.804,17	4.665.380,12

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

 						CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO			
						ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:				
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024	ESCALA: 1:1.000 0 20 40 m	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1002	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:							



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SECCION EN DESMONTE
	SECCION EN TERRAPLEN
	PLATAFORMA SET

CARACTERÍSTICAS	
TALUD DE DESMONTE	3H/2V
TALUD DE TERRAPLEN	1H/1V
TIERRA VEGETAL	30cm
FIRME PLATAFORMA (base granular zahorras)	1H/1V 15cm

COORDENADAS PLATAFORMA			
PUNTO	COORDENADAS U.T.M. (HUSO 31 - ETRS 89)		
	X	Y	Z
P01	269.885,45	4.665.407,93	455,90
P02	269.900,88	4.665.356,75	455,90
P03	269.815,67	4.665.331,06	455,90
P04	269.800,24	4.665.382,23	455,90

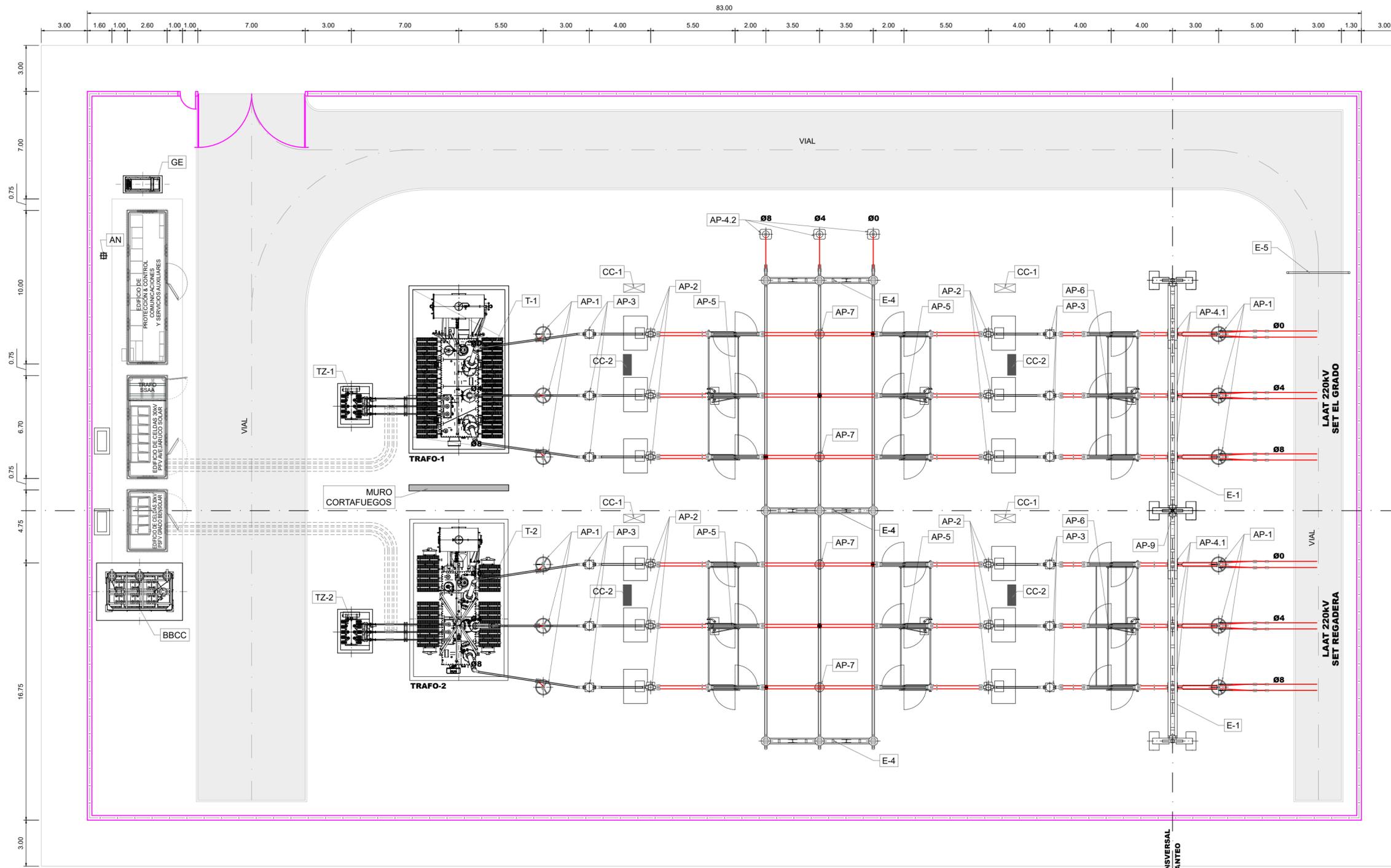
COORDENADAS EJES DE REPLANTEO			
PUNTO	COORDENADAS U.T.M. (HUSO 31 - ETRS 89)		
	X	Y	Z
E01	269.891,18	4.665.378,01	455,90
E02	269.812,01	4.665.354,13	455,90
E03	269.871,71	4.665.400,49	455,90
E04	269.885,33	4.665.355,35	455,90

FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 Colegiado n.º 1.937

						CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
						ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:	TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS MOVIMIENTO DE TIERRAS			
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024	ESCALA: 1:500 0 10 20 m	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1003	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:							



EJE LONGITUDINAL DE REPLANTEO

EJE TRANSVERSAL DE REPLANTEO

FIRMA DEL INGENIERO

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

**CUADRO DE EQUIPOS PARQUE EXTERIOR DE 30kV**

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
TZ-1	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA CON SECCIONADOR Y AUTOVALVULAS
TZ-2	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA CON SECCIONADOR Y AUTOVALVULAS
BBCC	1	BANCO DE CONDENSADORES

**CUADRO DE EQUIPOS PARQUE EXTERIOR DE 220kV**

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-1	12	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 220kV
AP-2	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
AP-3	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
AP-4.1	6	TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO
AP-4.2	3	TRANSFORMADOR DE TENSION INDUCTIVO
AP-5	4	SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS
AP-6	2	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA
AP-7	4	AISLADORES DE APOYO 220kV
T-1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/220kV
T-2	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/220kV

**OTROS EQUIPOS AUXILIARES**

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-9	1	PARARRAYO CON DISPOSITIVO DE CEBADO
GE	1	GRUPO ELECTROGENO
E-1	2	ESTRUCTURA PORTICO DE LINEA 220kV
E-4	3	SOPORTE CON AISLADORES DE BARRAS PRINCIPALES 220kV
E-5	1	PORTICO DE GALIBO EN VIAL DE 3m
AN	1	ESTRUCTURA ANTENA DE TELECOMUNICACIONES
CC-1	4	ARMARIO DE CENTRALIZACIÓN DE CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA
CC-2	4	CAJA CENTRALIZACIÓN CIRCUITOS DEL INTERRUPTOR

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:					

CLIENTE: **IGNIS**

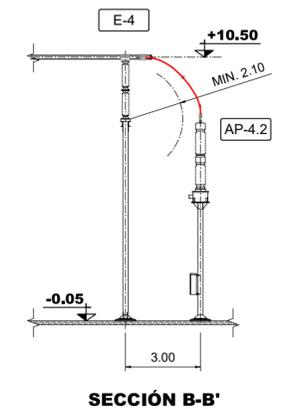
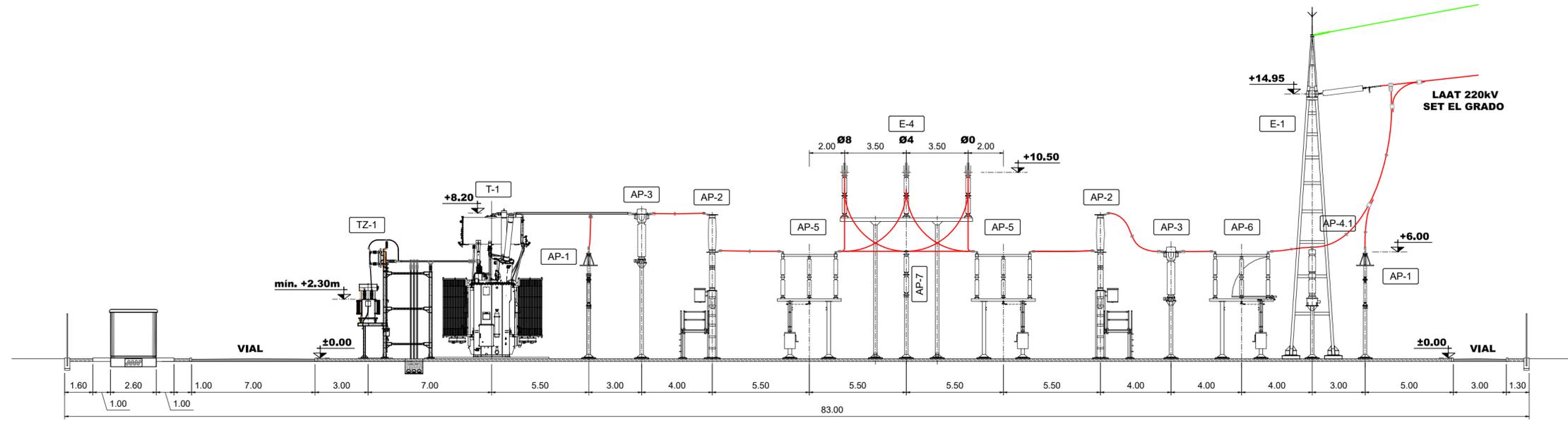
PROYECTO: **ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV**

TITULO: **ESTUDIOS Y PROYECTOS PLANTA GENERAL**

Nº PLANO: **GRA2-AVE-IGI-PLN-1004**      FECHA: **27-09-2024**

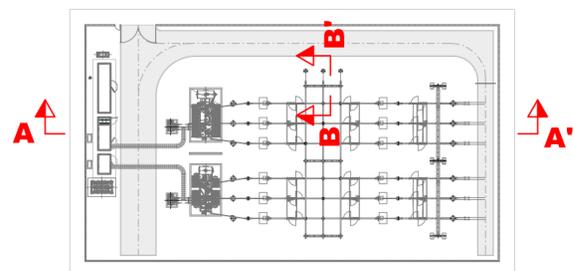
ESCALA: 1:200      TAM: **A2**

DIBUJADO: GFP      FIRMA:      HOJA: 1      SIGUE: 2  
 REVISADO: JRA      FIRMA:      REVISION:  
 APROBADO: JLO      FIRMA:      R1



SECCIÓN A-A' (FASE 4)

SECCIÓN B-B'



OTROS EQUIPOS AUXILIARES		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-9	1	PARARRAYO CON DISPOSITIVO DE CEBADO
GE	1	GRUPO ELECTROGENO
E-1	2	ESTRUCTURA PORTICO DE LINEA 220kV
E-4	3	SOPORTE CON AISLADORES DE BARRAS PRINCIPALES 220kV
E-5	1	PORTICO DE GALIBO EN VIAL DE 3m
AN	1	ESTRUCTURA ANTENA DE TELECOMUNICACIONES
CC-1	4	ARMARIO DE CENTRALIZACIÓN DE CIRCUITOS DE CONTROL Y FUERZA
CC-2	4	CAJA CENTRALIZACIÓN CIRCUITOS DEL INTERRUPTOR

CUADRO DE EQUIPOS PARQUE EXTERIOR DE 30kV		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
TZ-1	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA CON SECCIONADOR Y AUTOVALVULAS
TZ-2	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA CON SECCIONADOR Y AUTOVALVULAS
BBCC	1	BANCO DE CONDENSADORES

CUADRO DE EQUIPOS PARQUE EXTERIOR DE 220kV		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-1	12	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 220kV
AP-2	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
AP-3	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
AP-4.1	6	TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO
AP-4.2	3	TRANSFORMADOR DE TENSION INDUCTIVO
AP-5	4	SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS
AP-6	2	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA
AP-7	4	AISLADORES DE APOYO 220kV
T-1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/220kV
T-2	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/220kV

FIRMA DEL INGENIERO

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

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:					

CLIENTE: **IGNIS**

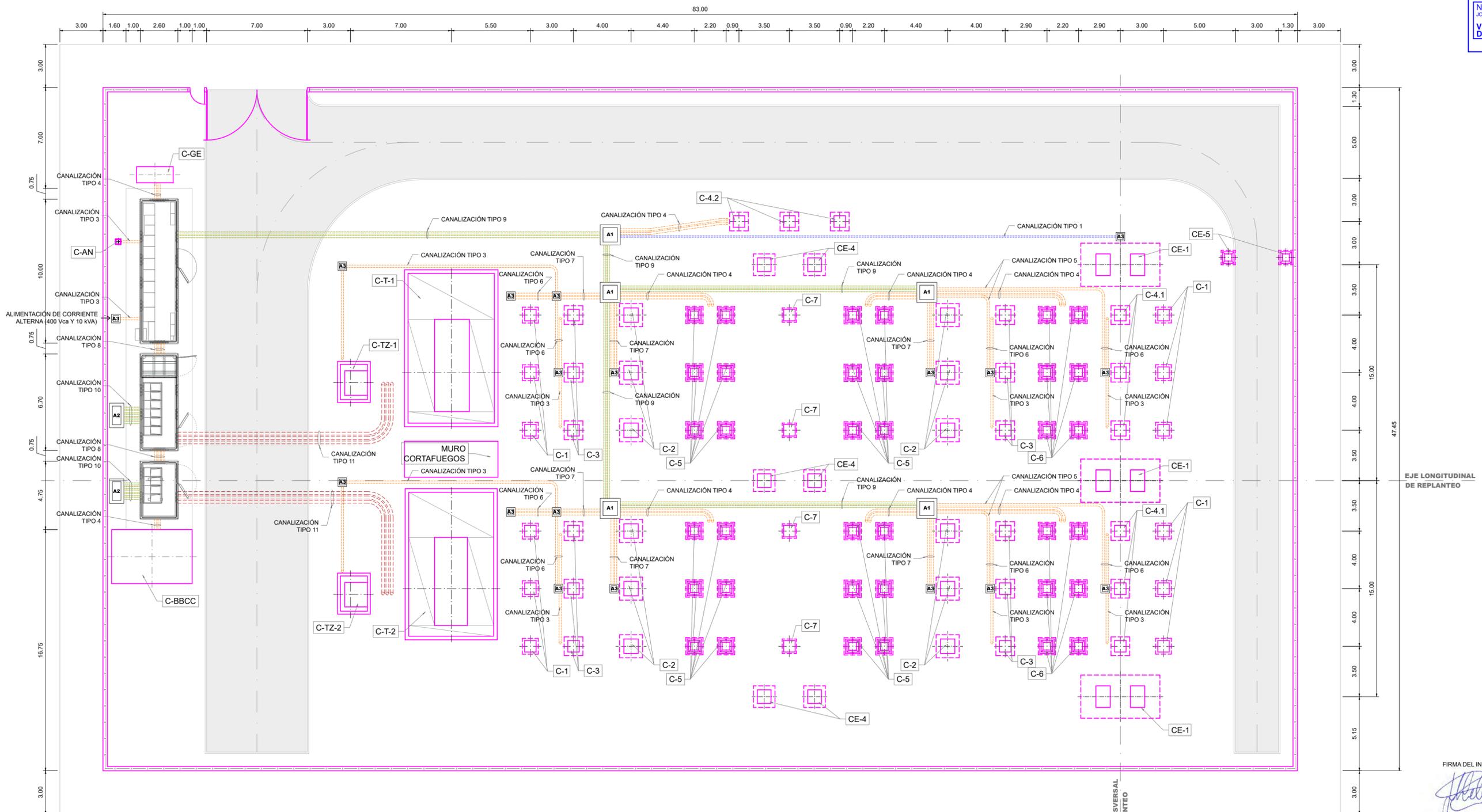
PROYECTO: **ST AVEJARUCO 30/220 kV  
 NUDO EL GRADO 220 kV**

TITULO: **ESTUDIOS Y PROYECTOS  
 PLANTA GENERAL**

Nº PLANO: **GRA2-AVE-IGI-PLN-1004**      FECHA: **27-09-2024**

ESCALA: 1:200      TAM: **A2**

DIBUJADO: GFP      FIRMA: JRA      HOJA: 1      SIGUE: 2  
 REVISADO: JRA      FIRMA: JLO      REVISION: R1  
 APROBADO: JLO      FIRMA: JLO



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

CUADRO DE CIMENTACIONES PARQUE EXTERIOR DE 30kV		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
C-TZ-1	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA CON SECCIONADOR Y AUTOVALVULAS
C-TZ-2	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA CON SECCIONADOR Y AUTOVALVULAS
C-BBCC	1	BANCO DE CONDENSADORES

CUADRO DE CIMENTACIONES PARQUE EXTERIOR DE 220kV		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
C-1	12	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 220kV
C-2	12	INTERRUPTOR UNIPOLAR
C-3	12	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
C-4.1	6	TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO
C-4.2	3	TRANSFORMADOR DE TENSION INDUCTIVO
C-5	24	SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS
C-6	12	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA
C-7	4	AISLADORES DE APOYO 220kV
C-T-1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/220kV
C-T-2	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/220kV

CANALIZACIONES		
TIPO	SECCIÓN	Nº DE TUBOS PEAD
1	o	1 TUBO Ø90mm
3	o	1 TUBO Ø160mm
4	oo	2 TUBOS Ø160mm
5	o	2 TUBOS Ø160mm
6	oo	3 TUBOS Ø160mm
7	oo	2 TUBOS Ø160mm 2 TUBOS Ø160mm
8	ooo	3 TUBOS Ø160mm
9	oo	2 TUBOS Ø125mm 2 TUBOS Ø160mm
10	oooo	5 TUBOS Ø125mm 5 TUBOS Ø160mm
11	ooo	3 TUBOS Ø200mm

CIMENTACIONES OTROS EQUIPOS AUXILIARES		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
C-GE	1	GRUPO ELECTROGENO
CE-1	3	ESTRUCTURA PORTICO DE LINEA 220kV
CE-4	6	SOPORTE CON AISLADORES DE BARRAS PRINCIPALES 220kV
CE-5	2	PORTICO DE GALIBO EN VIAL DE 3m
C-AN	1	ESTRUCTURA ANTENA DE TELECOMUNICACIONES

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:					

CLIENTE:  
**IGNIS**

PROYECTO: **ST AVEJARUCO 30/220 kV  
 NUDO EL GRADO 220 kV**

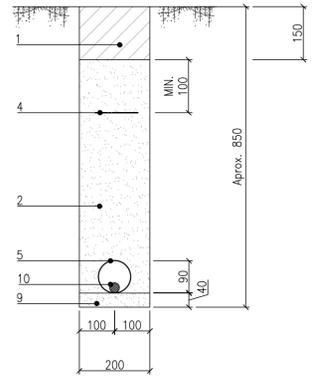
TITULO: **ESTUDIOS Y PROYECTOS  
 CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES. PLANTA**

Nº PLANO: **GRA2-AVE-IGI-PLN-1005**      FECHA: **27-09-2024**      DIBUJADO: **GFP**      FIRMA:      HOJA: **1**      SIGUE: **2**

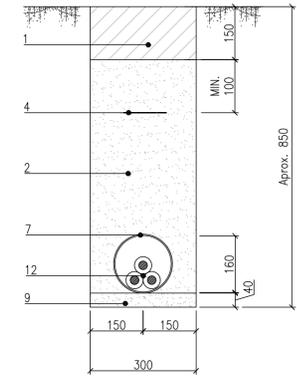
REVISADO: **JRA**      FIRMA:      REVISION: **R1**

APROBADO: **JLO**      FIRMA:      TAM: **A2**

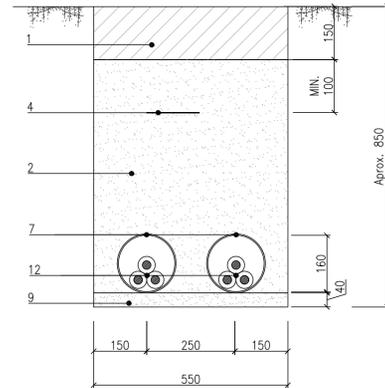
ESCALA: 1:200  
 0      4,0      8,0 m



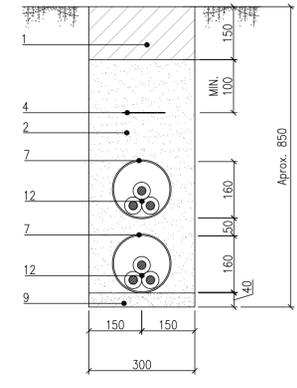
CANAL TIPO 1  
ESCALA :1/10



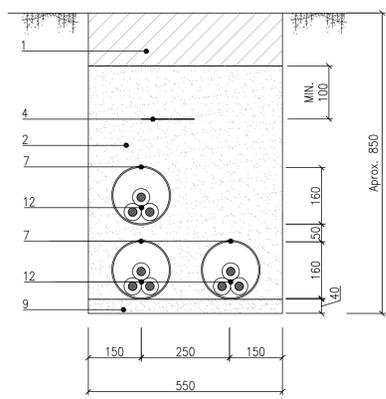
CANAL TIPO 3  
ESCALA :1/10



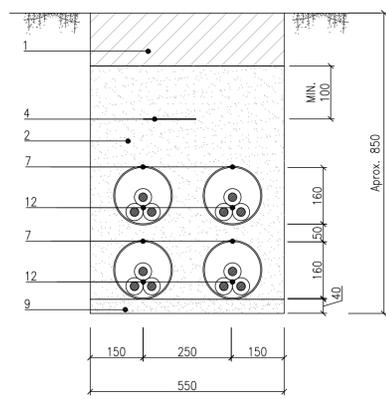
CANAL TIPO 4  
ESCALA :1/10



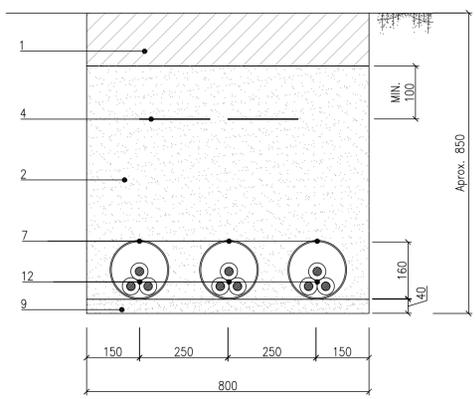
CANAL TIPO 5  
ESCALA :1/10



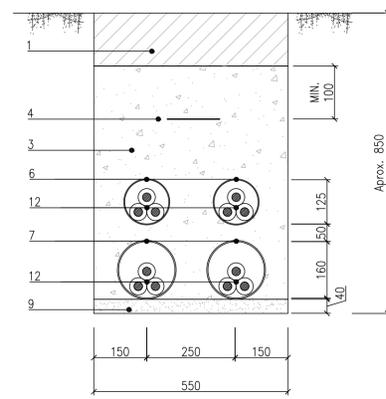
CANAL TIPO 6  
ESCALA :1/10



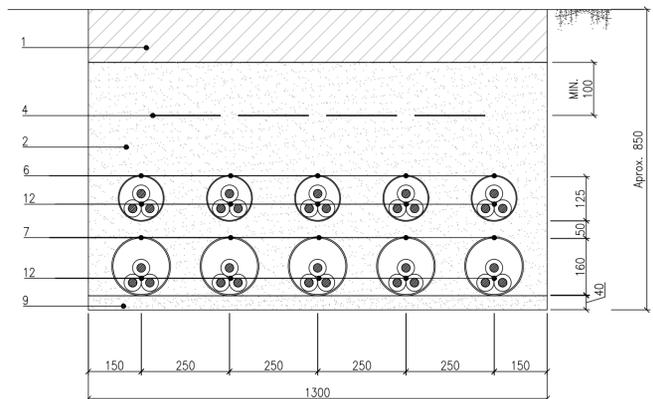
CANAL TIPO 7  
ESCALA :1/10



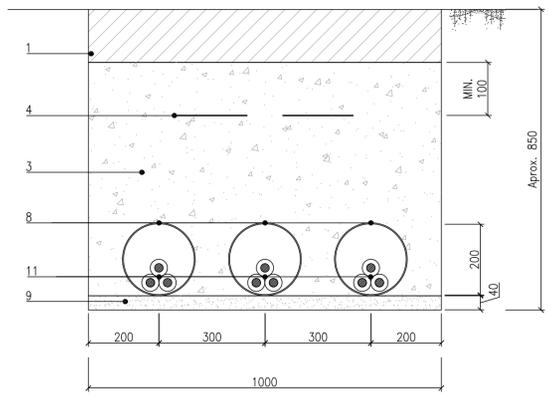
CANAL TIPO 8  
ESCALA :1/10



CANAL TIPO 9  
ESCALA :1/10



CANAL TIPO 10  
ESCALA :1/10



CANAL TIPO 11  
ESCALA :1/10

**LEYENDA**

1. ACABADO PARQUE O PAVIMENTO DE HORMIGÓN
2. COMPACTACIÓN AL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.
3. HORMIGÓN HM-20/B/20/I SR.
4. CINTA SEÑALIZADORA DE POLIETILENO SEGÚN RU 0205B.
5. TUBO PEAD Ø90 mm
6. TUBO PEAD Ø125 mm
7. TUBO PEAD Ø160 mm
8. TUBO PEAD Ø200 mm
9. LECHO DE ARENA.
10. CABLES DE F.O.
11. CABLES DE M.T.
12. CABLES DE B.T.
13. CABLES DE CONTROL

**NOTAS:**

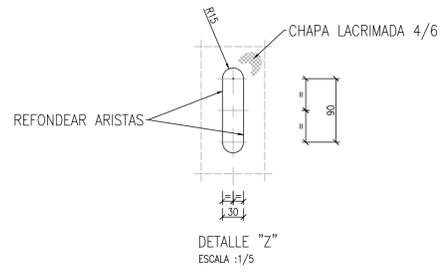
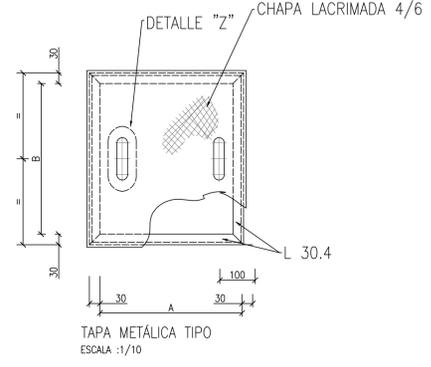
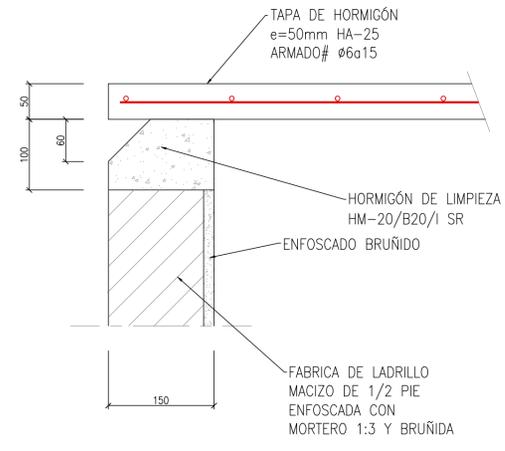
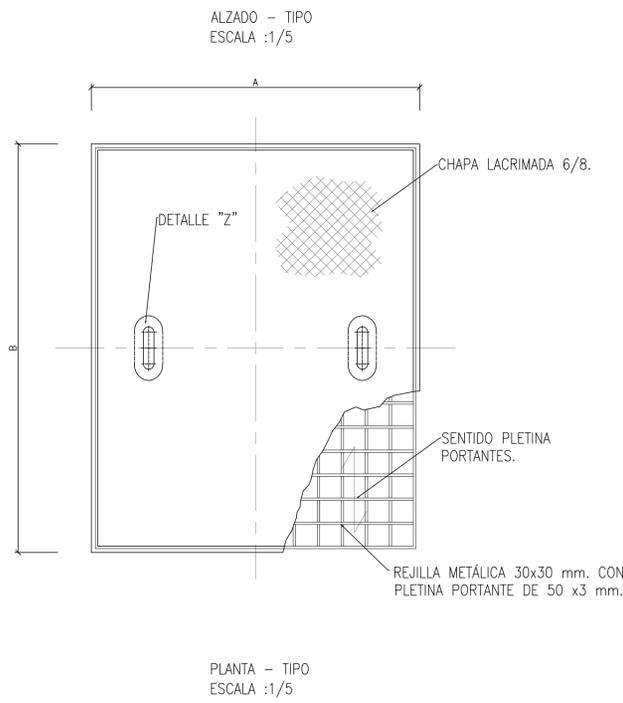
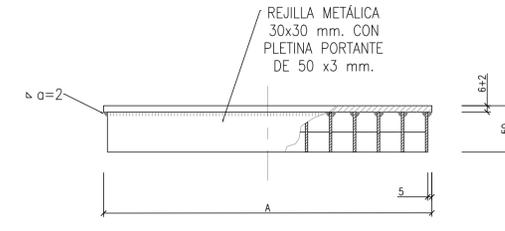
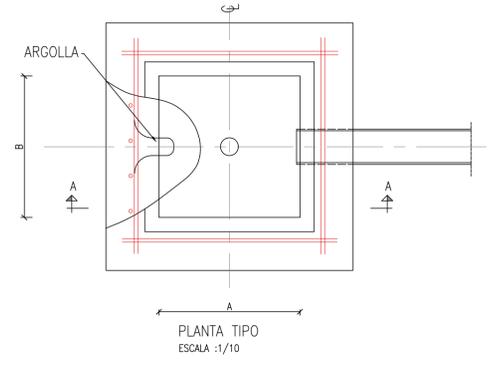
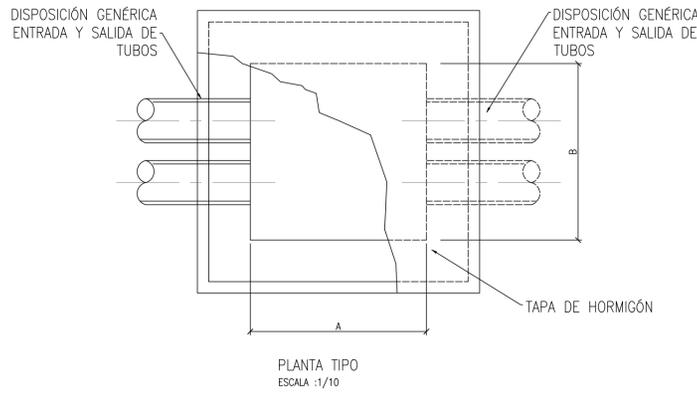
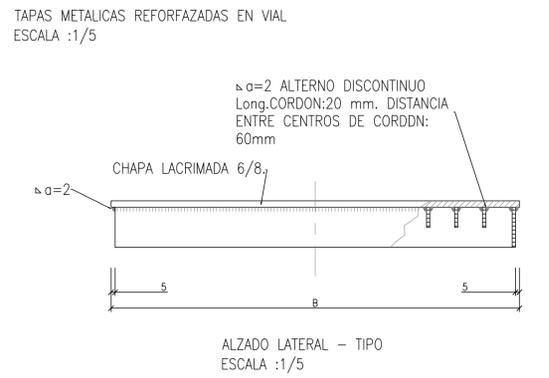
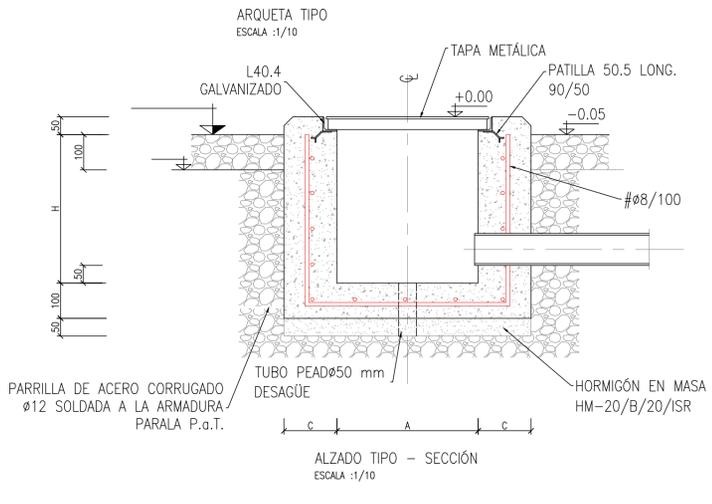
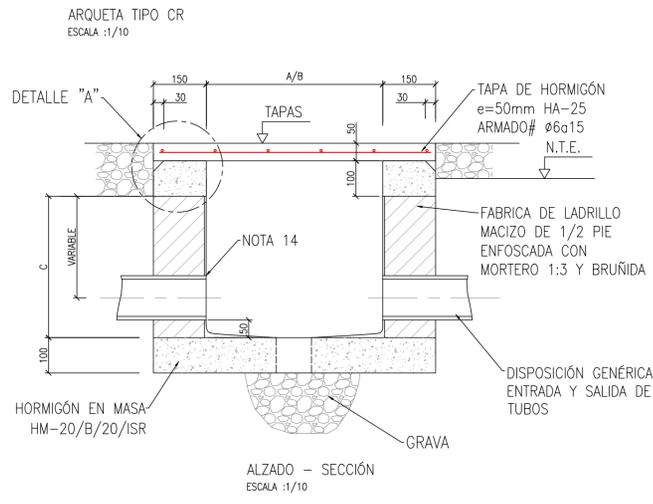
1. SE INSTALARÁN 2 TUBOS DE TELECOMUNICACIONES DE Ø125mm.
2. EN EL INTERIOR DE CADA TUBO DE POTENCIA SE INSTALARÁ UNA CUERDA DE NYLON DE Ø10mm.
3. EN EL INTERIOR DE CADA TUBO DE COMUNICACIONES Y DE CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL SE INSTALARÁ UNA CUERDA DE NYLON DE Ø8MM.
4. DURANTE LA FASE DE TENDIDO SE RESPETARAN LOS RADIOS MÍNIMOS DE CURVATURA SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES DE CADA FABRICANTE.
5. REPOSICIÓN, RELLENO Y HORMIGONADO SEGÚN PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.
6. SE UBICARÁN ARQUETAS DE COMUNICACIONES CADA 150-200m O EN TODOS LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN DEL RECORRIDO DE LAS CANALIZACIONES QUE SEAN MAYOR O IGUAL A 45°.
7. LA SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE LOS TUBOS Y LA BASE O LAS PAREDES LATERALES SERÁ DE 100mm.
8. LA SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE LOS TUBOS DE POTENCIA Y LA BASE DEL SEPARADOR DE TELECOMUNICACIONES SERÁ DE 100mm.
9. LA SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE LOS TUBOS DE COMUNICACIONES Y LA CARA SUPERIOR DEL ENCOFRADO SERÁ DE 100MM.
10. LAS CLASES GENERAL Y ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN SE ESPECIFICARÁN EN CASO NECESARIO EN FUNCIÓN DE LA AGRESIVIDAD PREVISTA DEL TERRENO.
11. LAS ARISTAS DE LAS CARAS EN CONTACTO CON LOS CABLES LLEVARÁN UN CHAFLÁN DE 10X10mm.
12. LAS ARQUETAS BAJO VIAL, DEBERÁN SOPORTAR TRÁFICO RODADO. CLASE RESISTENTE D-400 SEGÚN NORMA UNE-EN 124-1:2015.
13. LOS TRAMOS DE ZANJA BAJO VIAL DEBERÁN REFORZARSE CON HORMIGÓN.
14. A LA ENTRADA DE LAS ARQUETAS LOS TUBOS DEBERÁN QUEDAR SELLADOS EN SUS EXTREMOS PARA EVITAR LA ENTRADA DE ROEDORES Y AGUA.
15. LA TAPA LLEVARÁ ASIDEROS DE ACERO GALVANIZADO EN EL INTERIOR DEL PARQUE. PARA ARQUETAS SOBRE VIAL SERÁ DE FUNDICIÓN DE ACERO CLASE RESISTENTE D-400
16. LA EJECUCIÓN DE LAS ZANJAS Y ARQUETAS SE REALIZARAN SEGÚN ESPECIFICACIONES DE IGNIS

FIRMA DEL INGENIERO

*(Firma manuscrita)*

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

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:		CLIENTE:			
PROYECTO:		ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
TÍTULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES. SECCIONES TIPO			
Nº PLANO:	FECHA:	DIBUJADO:	FIRMA:	HUJAS:	SIGUE:
GRA2-AVE-IGI-PLN-1005	27-09-2024	GFP	JRA	2	3
ESCALA: 1:10	TAM:	REVISADO:	FIRMA:	REVISION:	
0 0,2 0,4 m	A1	JRA	JLO	R1	



Arqueta	Dimensiones (M)		
	A	B	C
Tipo			
CR(*)	0.30	0.30	0.40

\* ARQUETA DE PASO Y DERIVACIÓN

Arqueta	Dimensiones en mm				Armadura		Tapas			
	A	B	H	C	N° capas	Armadura	N°	La	Lb	Perfil
A1	1000	1000	1000	200	2	#10 a 100 mm	-	-	-	-
A2	600	1300	1000	200	2	#10 a 100 mm	4	660	340	L60.6
A3	400	400	400	100	1	#10 a 100 mm	1	460	460	L30.4

- NOTAS
- ACABADO: GALVANIZADO POR INVERSIÓN EN CALIENTE
  - MATERIAL: ACERO S-275-JR
  - LA ARQUETA A1, TENDRÁ DIMENSIONES, ANCLAJES Y ACABADOS, NECESARIOS Y CONDICIONADAS POR EL ARMARIO M.U.

HORMIGONES (ARTICULO 39.2 EHE)			
FUNCIÓN	TIPO	CONTROL	COEFICIENTE MINORACIÓN MINORACIÓN
HORMIGÓN EN MASA	HM-20/B/ISR	NORMAL	1.50
ARQUETAS	HA-30/B/20/IIa+Qb SR	NORMAL	1.50

ARMADURAS (ARTICULO 32 EHE-08)				
TIPO	LIMITE ELÁSTICO fyk	CONTROL	COEFICIENTE MINORACIÓN MINORACIÓN	RECUBRIMIENTO
B 500 S	5100 kp/cm <sup>2</sup>	NORMAL	1.15	4cm

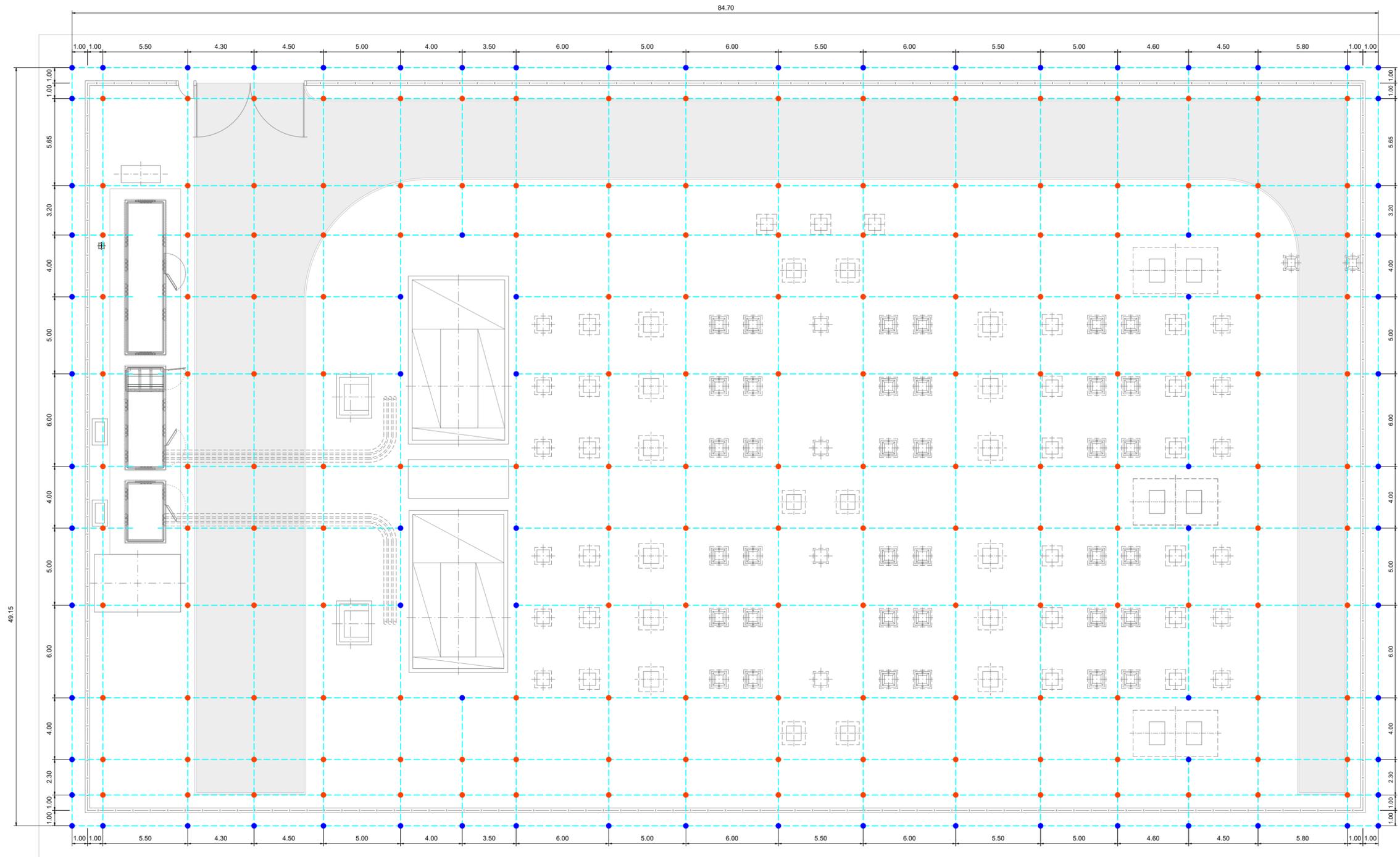
  

LONGITUD DE ANCLAJE (ARTICULO 66.5 EHE)		POSICIÓN I: l <sub>bj</sub> = mØ <sub>s</sub> (f <sub>yk</sub> /20)Ø		POSICIÓN II: l <sub>bj</sub> = 1.4mØ <sub>s</sub> (f <sub>yk</sub> /14)Ø	
ØBARRA MAYOR	ØBARRA MENOR	HORMIGÓN	POSICIÓN I	HORMIGÓN	POSICIÓN II
10	12	16	20	25	HA-25/B/20IIa
25	30	40	50	75	HA-25/B/20IIa
40	45	60	75	105	HA-25/B/20IIa

- NOTAS:
- SE INSTALARÁN 2 TUBOS DE TELECOMUNICACIONES DE Ø125mm.
  - EN EL INTERIOR DE CADA TUBO DE POTENCIA SE INSTALARÁ UNA CUERDA DE NYLON DE Ø10mm.
  - EN EL INTERIOR DE CADA TUBO DE COMUNICACIONES Y DE CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL SE INSTALARÁ UNA CUERDA DE NYLON DE Ø8mm.
  - DURANTE LA FASE DE TENDIDO SE RESPETARÁN LOS RADIOS MÍNIMOS DE CURVATURA SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES DE CADA FABRICANTE.
  - REPOSICIÓN, RELLENO Y HORMIGONADO SEGÚN PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.
  - SE UBICARÁN ARQUETAS DE COMUNICACIONES CADA 150-200m O EN TODOS LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN DEL RECORRIDO DE LAS CANALIZACIONES QUE SEAN MAYOR O IGUAL A 45°
  - LA SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE LOS TUBOS Y LA BASE O LAS PAREDES LATERALES SERÁ DE 100mm.
  - LA SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE LOS TUBOS DE POTENCIA Y LA BASE DEL SEPARADOR DE TELECOMUNICACIONES SERÁ DE 100mm.
  - LA SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE LOS TUBOS DE COMUNICACIONES Y LA CARA SUPERIOR DEL ENCOFRADO SERÁ DE 100mm.
  - LAS CLASES GENERAL Y ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN SE ESPECIFICARÁN EN CASO NECESARIO EN FUNCIÓN DE LA AGRESIVIDAD PREVISTA DEL TERRENO.
  - LAS ARISTAS DE LAS CARAS EN CONTACTO CON LOS CABLES LLEVARÁN UN CHAFLÁN DE 10x10mm.
  - LAS TAPAS DE HORMIGÓN DE LAS ARQUETAS SE MODULARÁN PARA LIMITAR EL PESO, DE FORMA QUE SEA POSIBLE SU RETIRADA POR UNA PERSONA.
  - LOS TRAMOS DE ZANJA BAJO VIAL DEBERÁN REFORZARSE CON HORMIGÓN.
  - A LA ENTRADA DE LAS ARQUETAS LOS TUBOS DEBERÁN QUEDAR SELLADOS EN SUS EXTREMOS PARA EVITAR LA ENTRADA DE ROEDORES Y AGUA.
  - LA TAPA LLEVARÁ ASIDEROS DE ACERO GALVANIZADO EN EL INTERIOR DEL PARQUE. PARA ARQUETAS SOBRE VIAL SERÁ DE FUNDICIÓN DE ACERO CLASE RESISTENTE D-400.

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

R1	PRIMERA EDICIÓN	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:					
CLIENTE:					
PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV					
TÍTULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES. DETALLES DE ARQUETAS					
Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1005	FECHA: 27-09-2024	DIBUJADO: I GFP	FIRMA:	HUJA: 3	SIGUE: -
REVISADO: JRA	FIRMA:	APROBADO: JLO	FIRMA:	REVISIÓN:	
ESCALA: INDICADAS	TAM: A1	FIRMA:			



FIRMA DEL INGENIERO

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

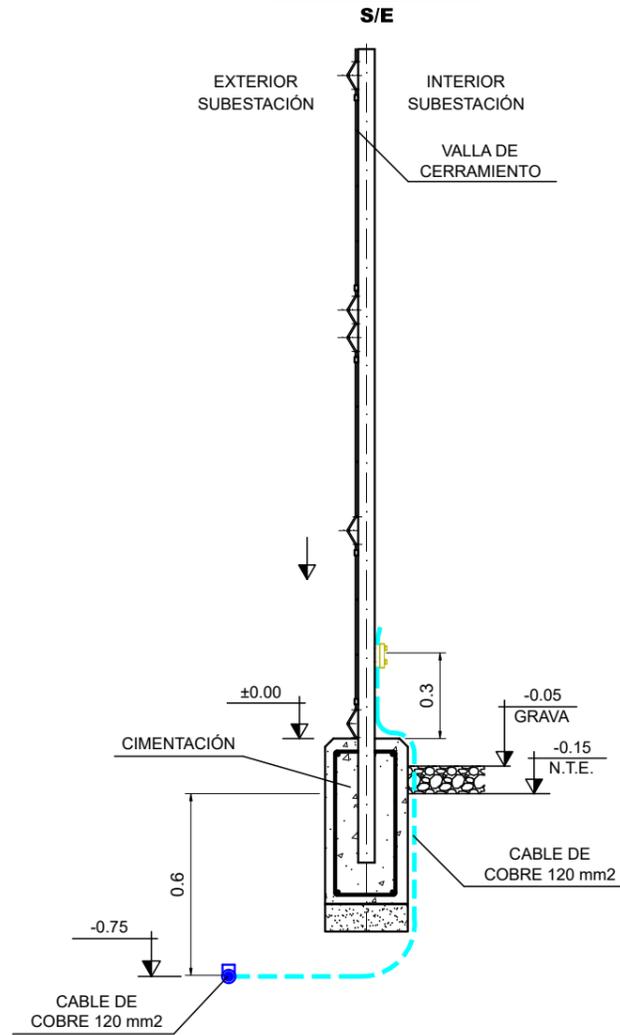
NOTAS	
1. LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DEBERÁN SER CONECTADOS A LA MALLA DE TIERRAS DENTRO DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL: -PUERTAS ENTRADA SUBESTACIÓN -PUERTAS CASETAS -PUERTAS EXTERIORES EDIFICIO -CERCOS METÁLICOS DE ARQUETAS (TANTO DE CABLES COMO DE DRENAJE) Y CANALES Y CANALES REFORZADOS -CERRAMIENTO APROXIMADAMENTE CADA 20 m -MUERTOS DE ARRASTRE -RAILES DE VIALES DE RODADURA -CIMENTACIONES DE EDIFICIOS Y CASETAS	
2. SE DARÁ CONTINUIDAD EN LOS EDIFICIOS A LAS ARMADURAS DE MURO DE CIMENTACIÓN Y SOLERA. 3. LA MALLA DE TIERRA SE REALIZA CON CABLE Cu. 120 mm <sup>2</sup> A 60cm DE PROFUNDIDAD. 4. EL CABLE DE TIERRA PERIMETRAL EXTERIOR SE COLOCARÁ A UN METRO DEL EJE DE LA VALLA APROXIMADAMENTE. 5. SE DEJARÁN DERIVACIONES DE LA MALLA DE TIERRA DE INTEMPERIE PARA UNIR CON LA MALLA DE TIERRA DE LOS EDIFICIOS. 6. EL CABLE NUNCA QUEDARÁ EMBUTIDO EN EL HORMIGÓN, EL PASO DE MUROS Y CIMENTACIONES SE HARÁ CON TUBO DE P.V.C. Ø50mm COMO MÍNIMO. 7. SE DEJARÁ UNA PUNTA DOBLE DE 1.50m MÍNIMO DESDE EL NIVEL DEL TERRENO EXPLANADO (-0.15), PARA LA CONEXION DE SOPORTES ESTRUCTURALES.	

LEYENDA	
	SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN "CRUZ" (166 uds.)
	SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN "T" (76 uds.)
	CABLE DE COBRE 120 mm <sup>2</sup> (1955m)

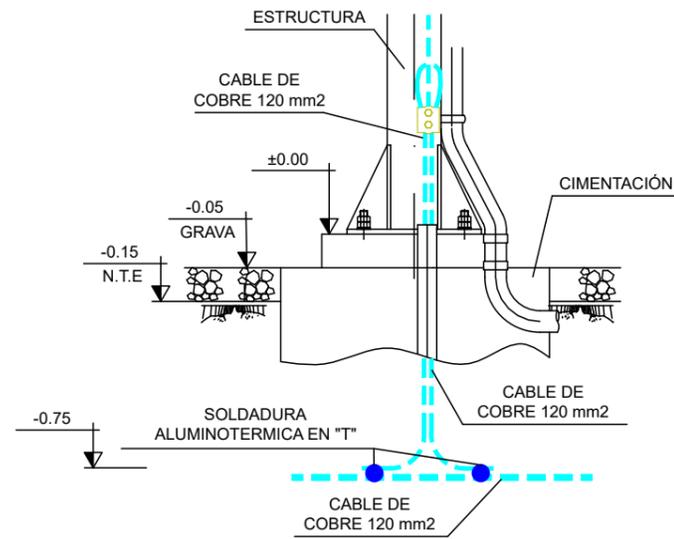
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:					

		CLIENTE:			
PROYECTO:		ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
TITULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS RED DE TIERRAS			
Nº PLANO:	FECHA:	DIBUJADO:	FIRMA:	HOJA:	SIGUE:
GRA2-AVE-IGI-PLN-1007	27-09-2024	GFP	JRA	1	2
ESCALA: 1:200		TAM:	REVISADO:	REVISION:	
		A2	JRA	R1	
		INGENIERIA Y PROYECTOS			

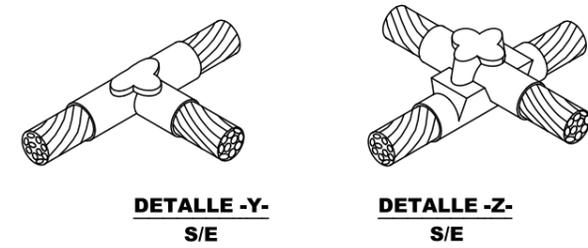
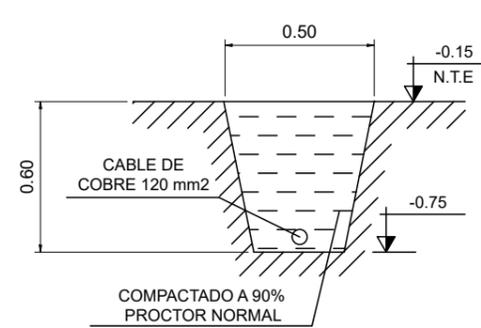
**CONEXION A TIERRA DEL CERRAMIENTO**



**CONEXION A TIERRA DE ESTRUCTURAS**



**ZANJA PARA CABLE**



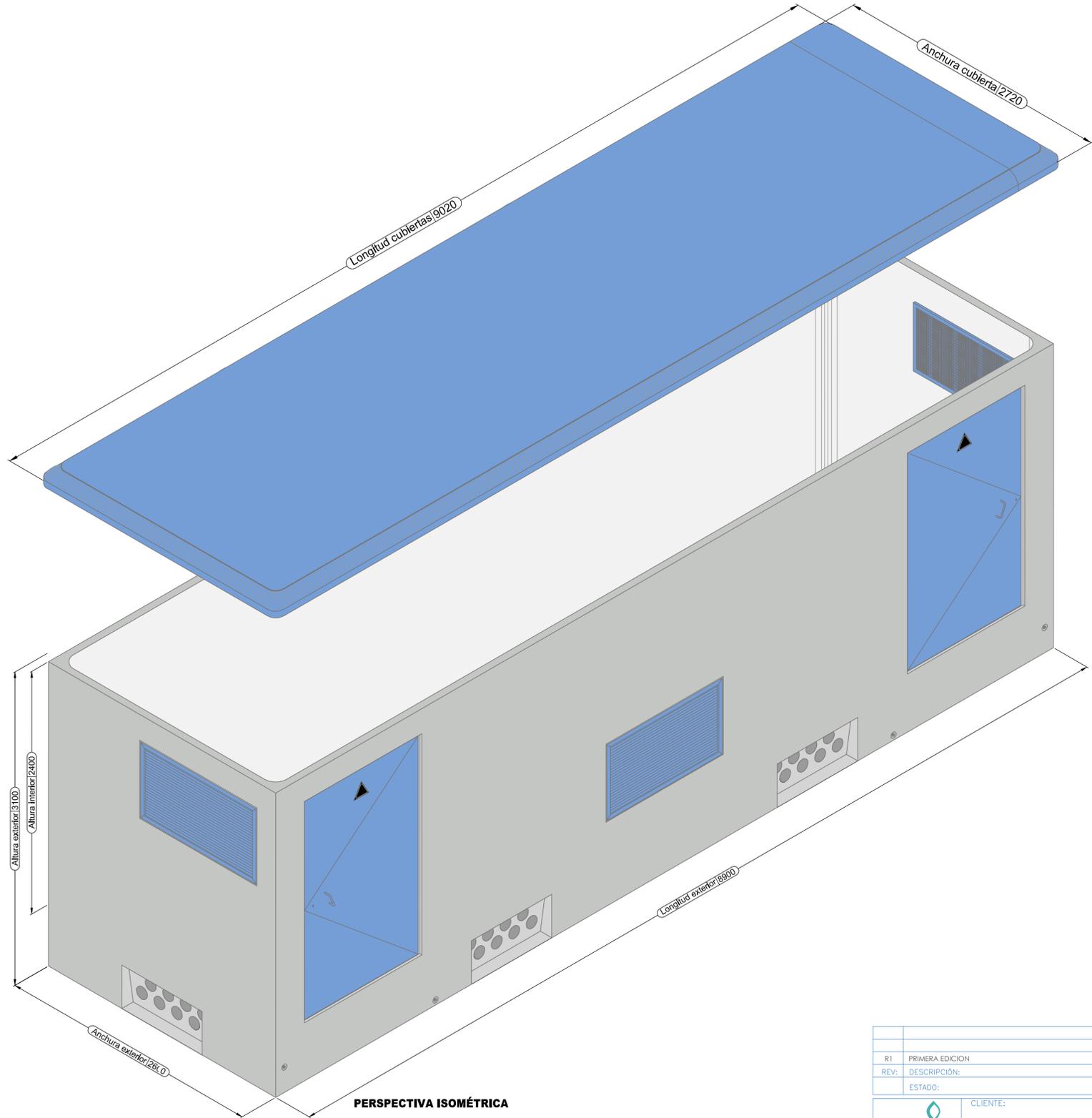
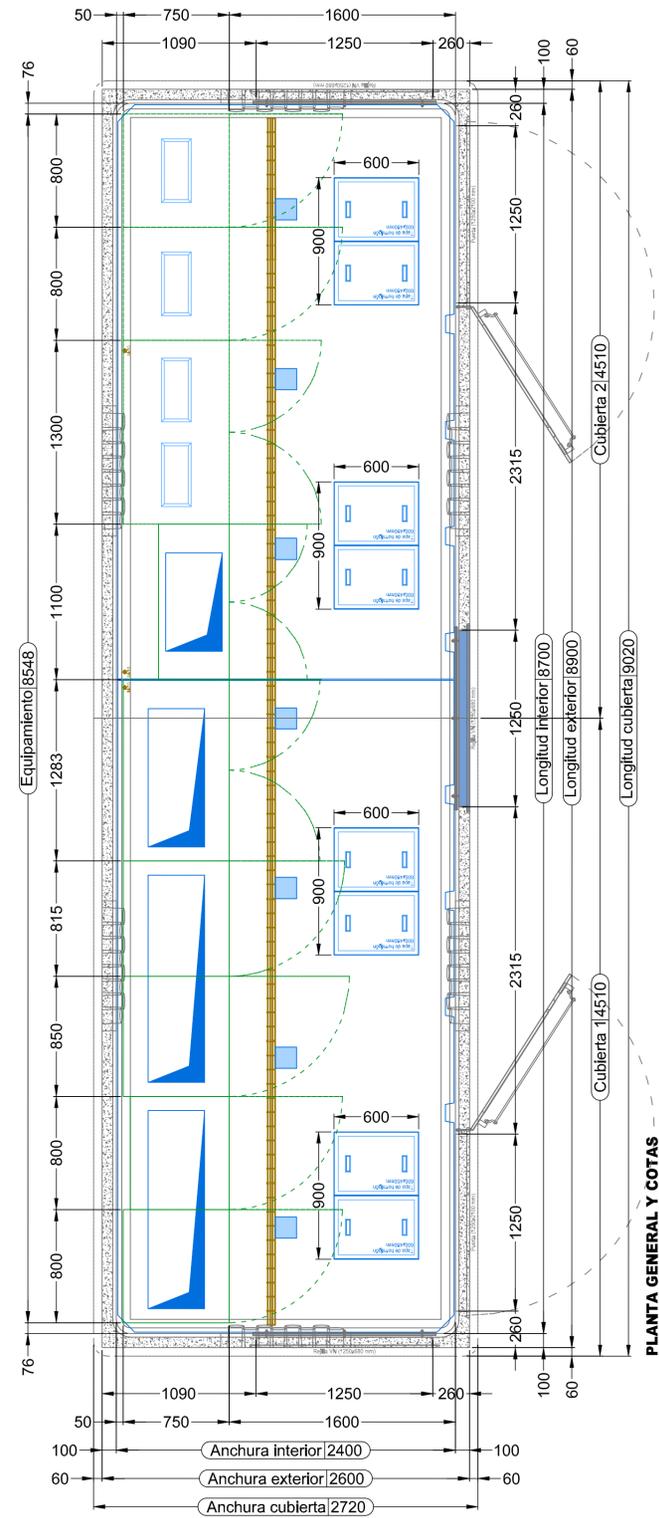
FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 Colegiado n.º 1.937

							CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:		TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS RED DE TIERRAS		
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024		ESCALA: S/E	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1000	HOJA: 2	SIGUE: -	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:								

EDIFICIO TIPO DE PROTECCIÓN & CONTROL, COMUNICACIONES Y SERVICIOS AUXILIARES



PLANTA GENERAL Y COTAS

PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

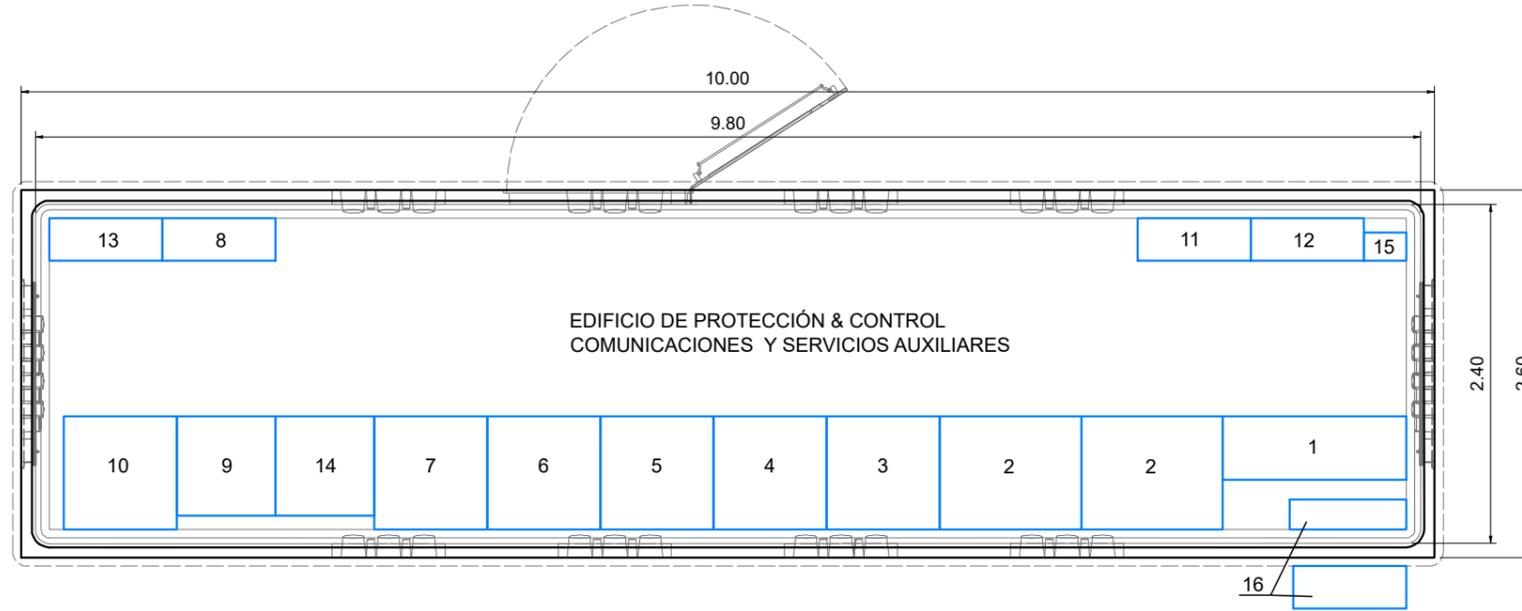
FIRMA DEL INGENIERO

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

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:		CLIENTE:			
PROYECTO:		ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
TÍTULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS EDIFICIO PREFABRICADO PROTECCIÓN Y CONTROL			
Nº PLANO:	FECHA:	DIBUJADO:	FIRMA:	HUJA:	SIGUE:
GRA2-AVE-IGI-PLN-1008	27-09-2024	GFP	JRA	1	2
ESCALA: 1:25	TAM:	APROBADO:	FIRMA:	REVISION:	
0 0,5 1,0 m	A1	JLO	JRA	R1	

EDIFICIO DE PROTECCIÓN & CONTROL, COMUNICACIONES Y SERVICIOS AUXILIARES  
DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 0001937  
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
VISADO Nº. : VD04535-24A  
DE FECHA : 24/10/2024  
**E-VISADO**



LEYENDA		
POS.	CANT.	DESCRIPCIÓN
1	1	ARMARIO DE SS.AA
2	2	ARMARIO CARGADOR DE BATERÍAS 125 VCC
3	1	ARMARIO PROTECCIÓN LÍNEA
4	1	ARMARIO PROTECCIÓN LÍNEA
5	1	ARMARIO PROTECCIÓN TRAF0
6	1	ARMARIO PROTECCIÓN TRAF0
7	1	ARMARIO PROTECCIÓN PDB
8	1	ARMARIO DE INTRUSISMO Y SEGURIDAD
9	1	ARMARIO COMUNICACIÓN
10	1	ARMARIO DEL TECNÓLOGO
11	1	ARMARIO DE FACTURACIÓN
12	1	ARMARIO DE RESISTENCIA DE CARGA
13	1	ARMARIO DE PCI
14	1	ARMARIO UCS
15	1	ARMARIO PPC
16	1	UNIDAD EXTERIOR DE AIRE ACONDICIONADO Y SPLIT

FIRMA DEL INGENIERO

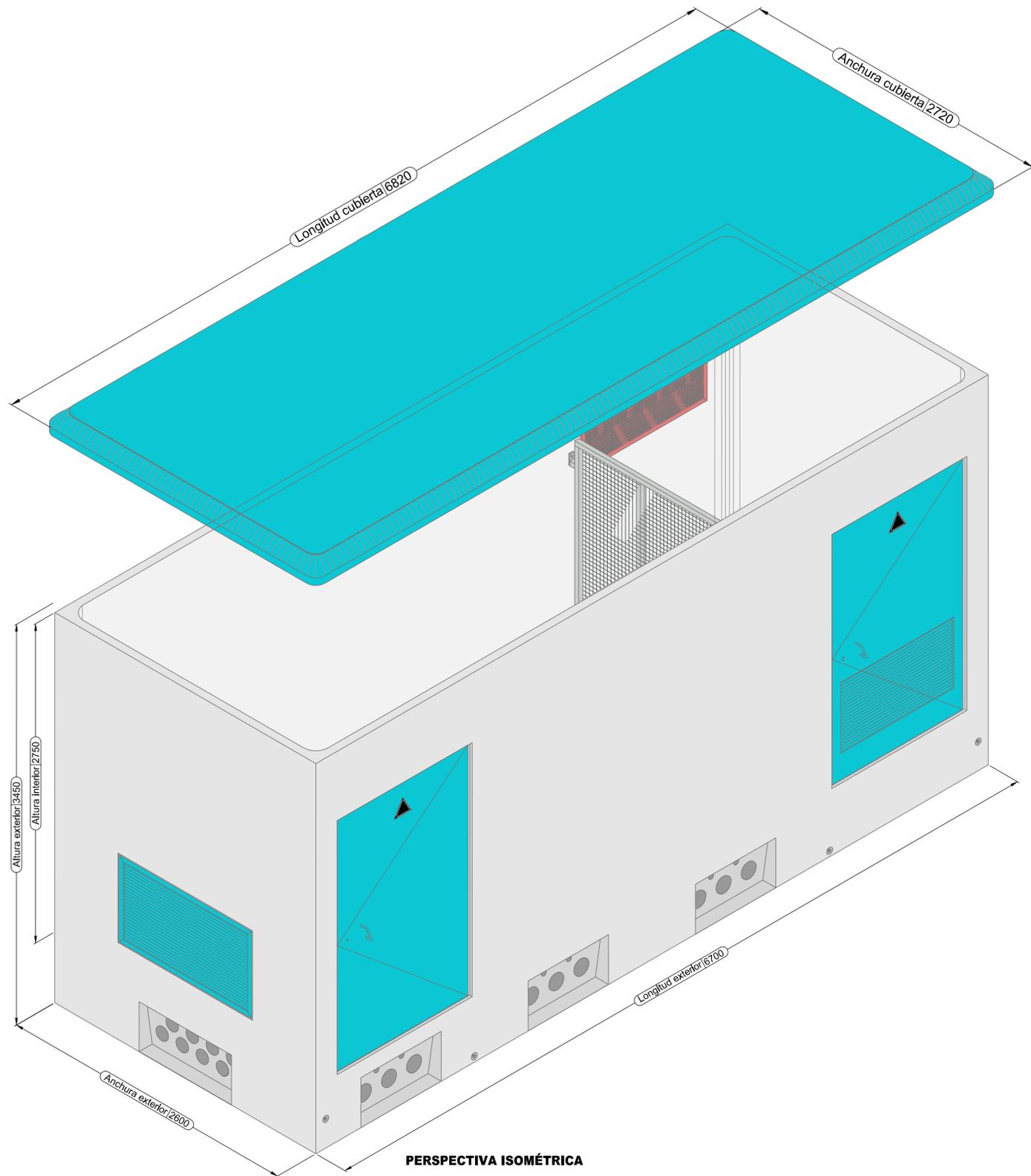
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
Colegiado n.º 1.937

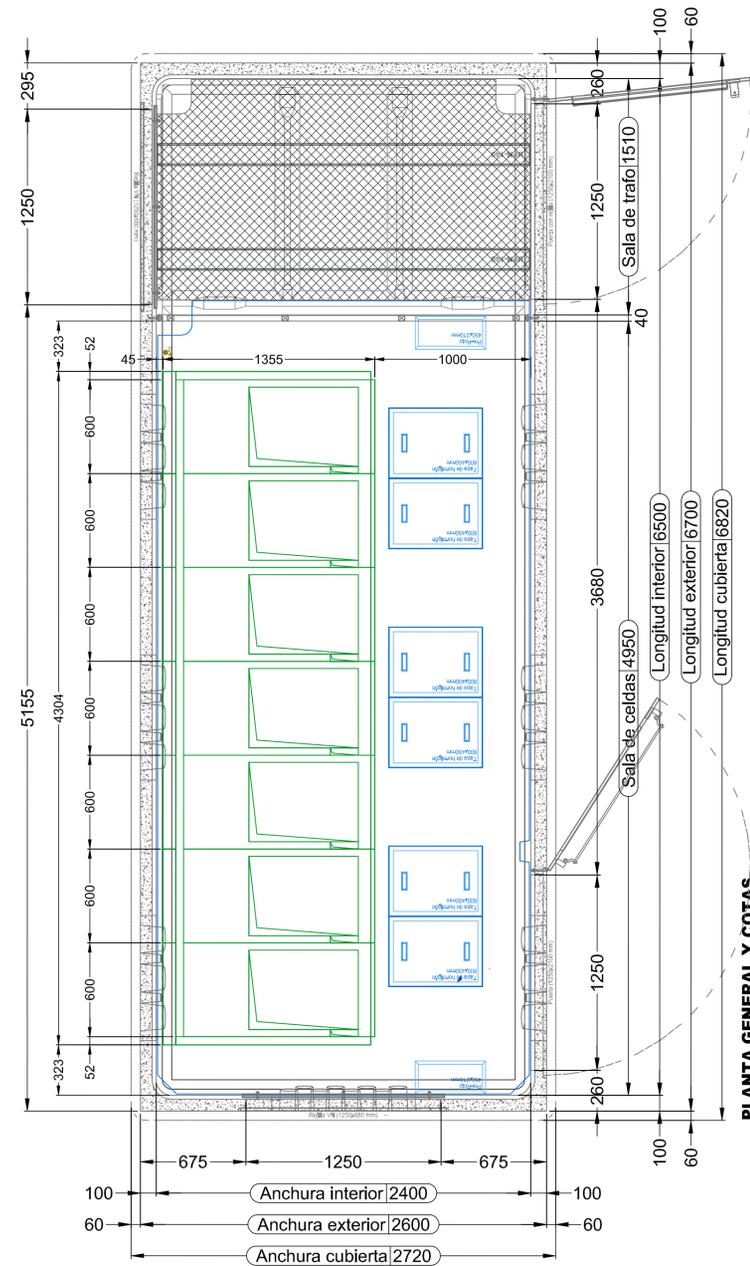
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024	 	CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV		
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:		TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS EDIFICIO PREFABRICADO PROTECCIÓN Y CONTROL	
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:	 ESCALA: 1:50	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1008	HOJA: 2	SIGUE: 3	REVISION: R1

EDIFICIO TIPO DE CELDAS MT Y TRAFOS SSAA

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº. Colegiado : 0001937  
 JOSÉ LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 VISO Nº. : VD4535-24A  
 DE FECHA : 24/10/2024  
**E-VISADO**



PERSPECTIVA ISOMÉTRICA



PLANTA GENERAL Y COTAS

FIRMA DEL INGENIERO

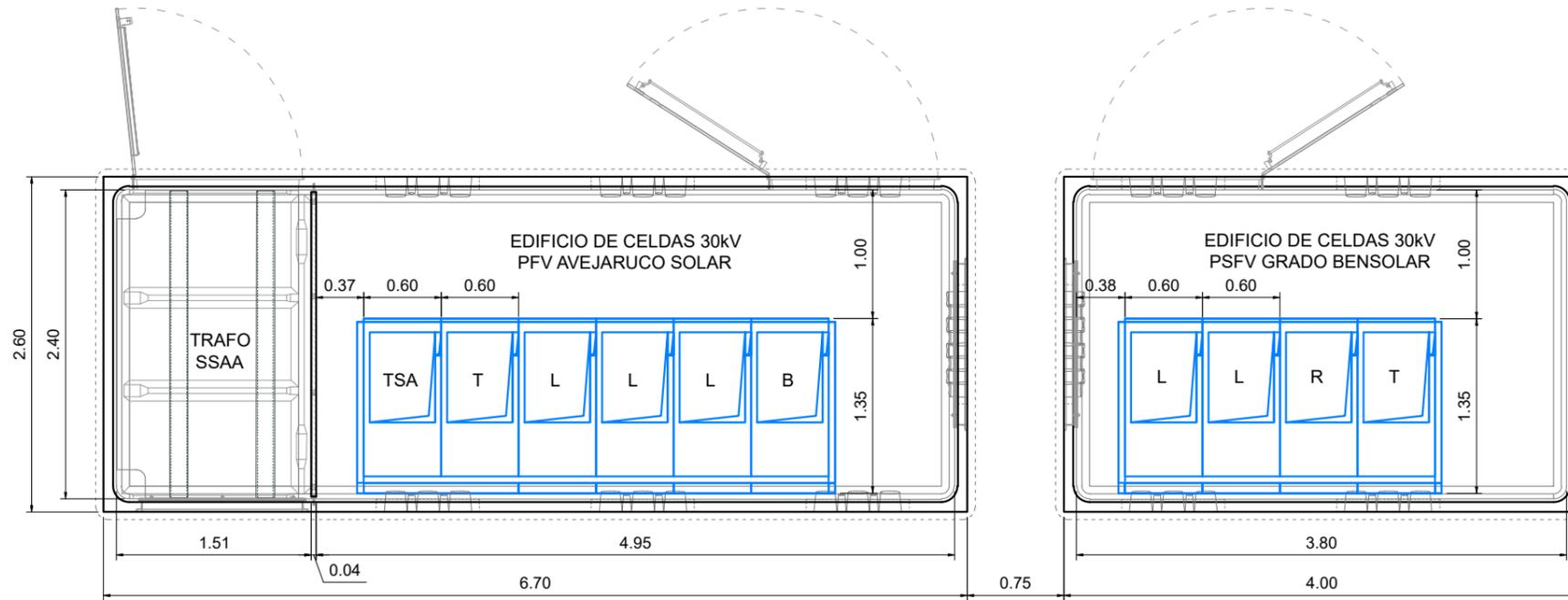
*(Handwritten Signature)*

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

R1	PRIMERA EDICIÓN	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:		CLIENTE:			
PROYECTO:		ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
TÍTULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS EDIFICIO PREFABRICADO CELDAS MT Y TRAFOS SSAA			
Nº PLANO:	FECHA:	DIBUJADO:	FIRMA:	HOJA:	SIGUE:
GRA2-AVE-IGI-PLN-1008	27-09-2024	GFJ	JRA	3	4
ESCALA:	TAM:	APROBADO:	FIRMA:	REVISIÓN:	
1:25	A1	JLO	JRA	R1	

EDIFICIOS DE CELDAS MT Y TRAFOS SSAA  
DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 0001937  
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
VISADO Nº. : VD04535-24A  
DE FECHA : 24/10/2024  
**E-VISADO**



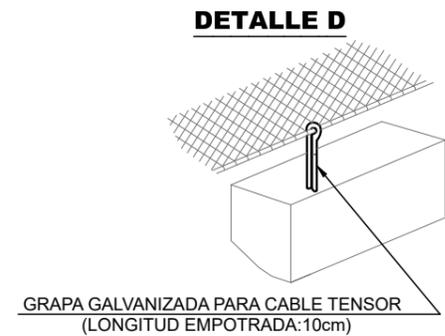
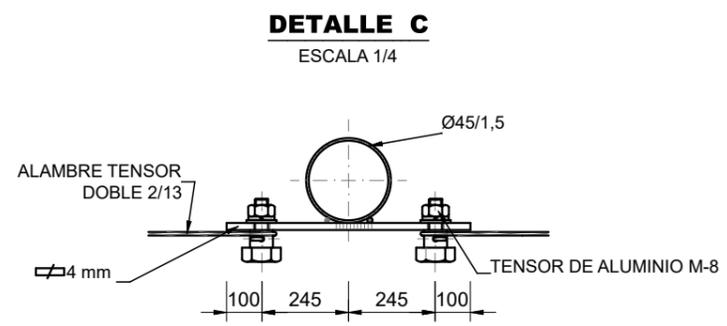
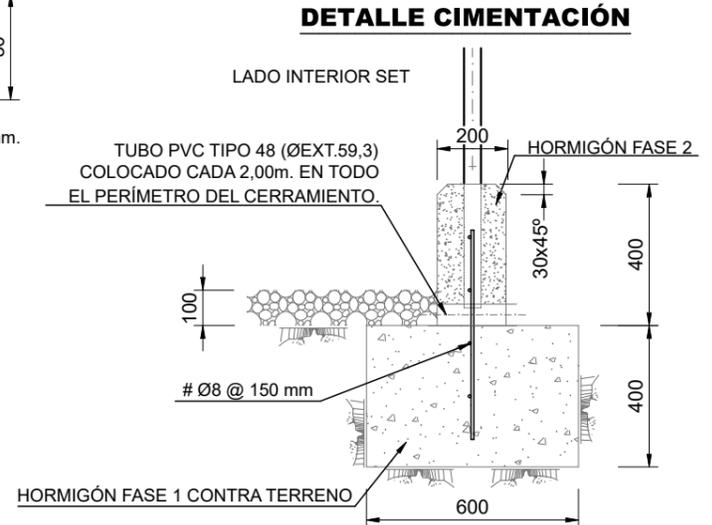
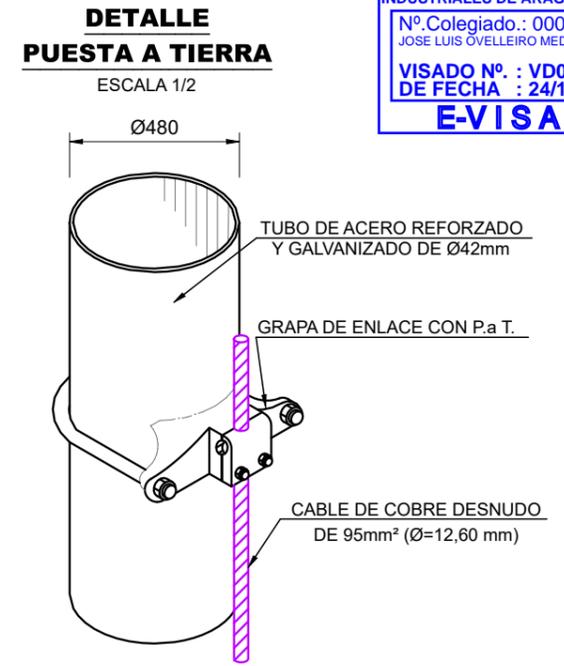
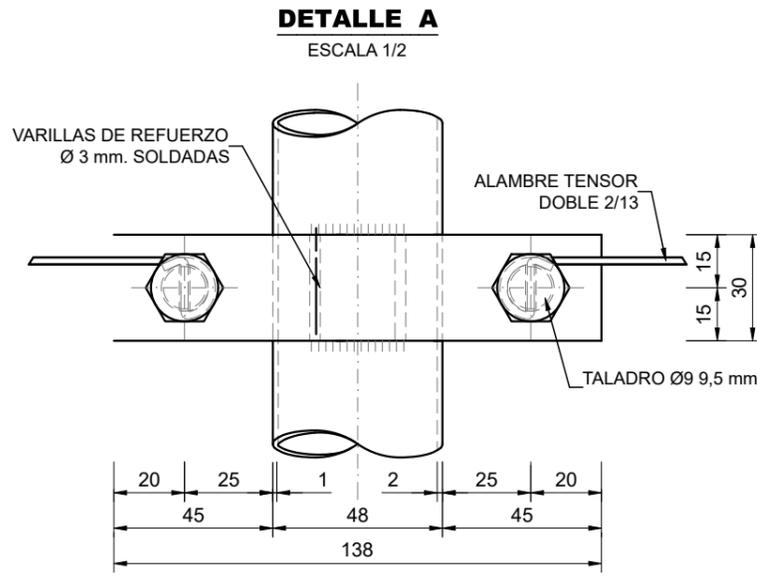
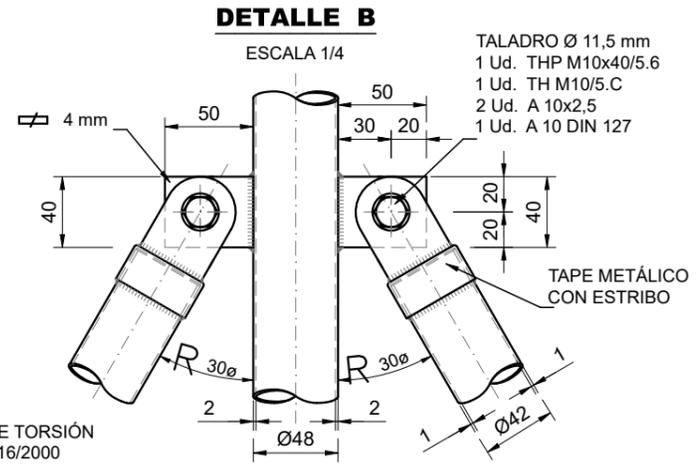
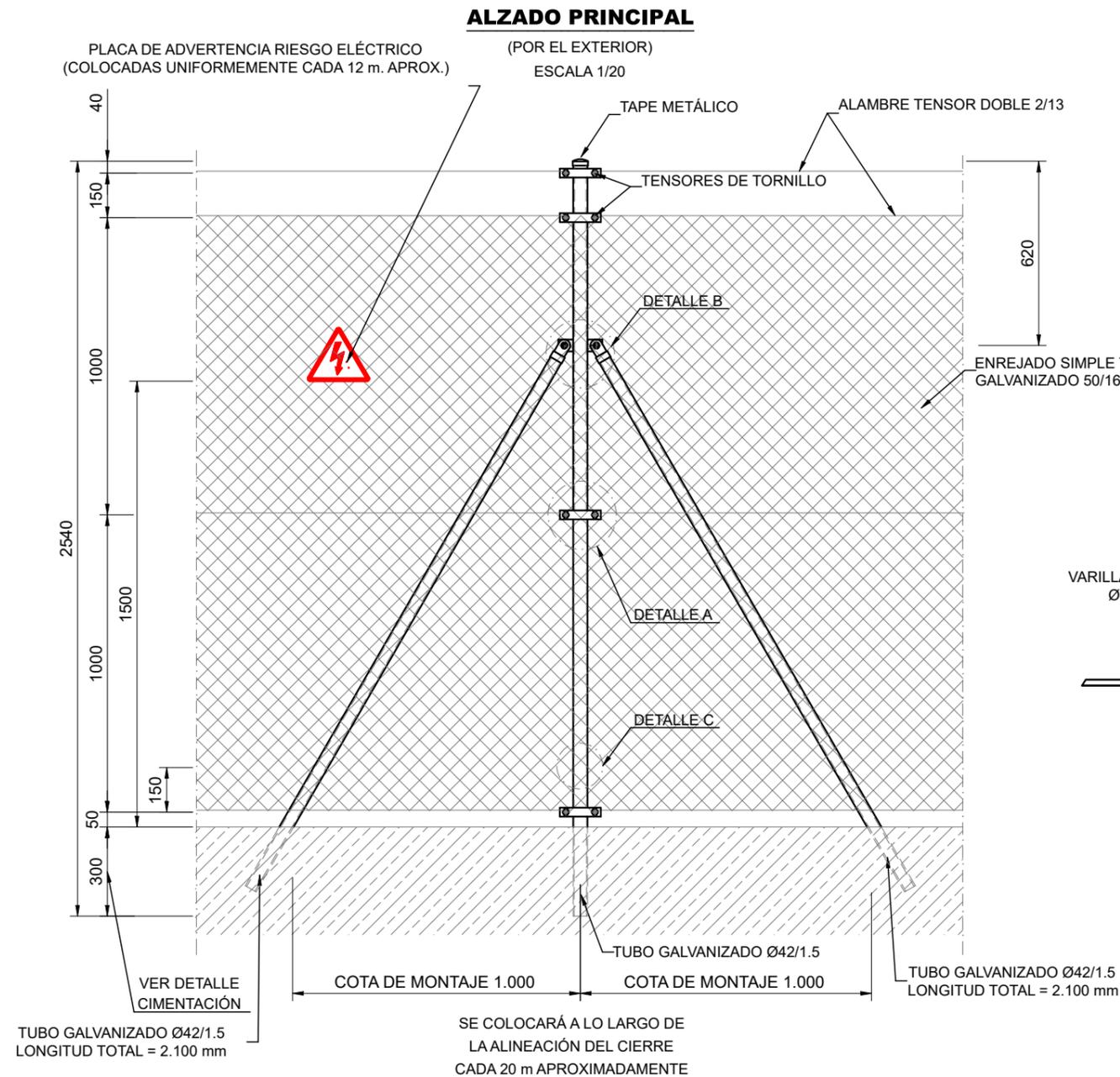
LEYENDA		
POS.	CANT.	DESCRIPCIÓN
TSA	1	CELDA 30kV PROTECCION TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES
L	5	CELDA 30kV PROTECCION DE LINEA CONEXION LINEAS PARQUES FOTOVOLTAICOS
T	2	CELDA 30kV PROTECCION TRANSFORMADOR DE POTENCIA CONEXION A TRAFOS
B	1	CELDA 30kV PROTECCION CONEXION BANCO DE CONDENSADORES
R	1	CELDA 30kV RESERVA

FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
Colegiado n.º 1.937

							CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:		TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS EDIFICIO PREFABRICADO CELDAS MT Y TRAFOS SSAA		
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024		ESCALA: 1:50	TAMAÑO:	FECHA:	Nº PLANO:	HOJA:	SIGUE:	REVISION:
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:			A3	27-09-2024	GRA2-AVE-IGI-PLN-1008	4	-	R1



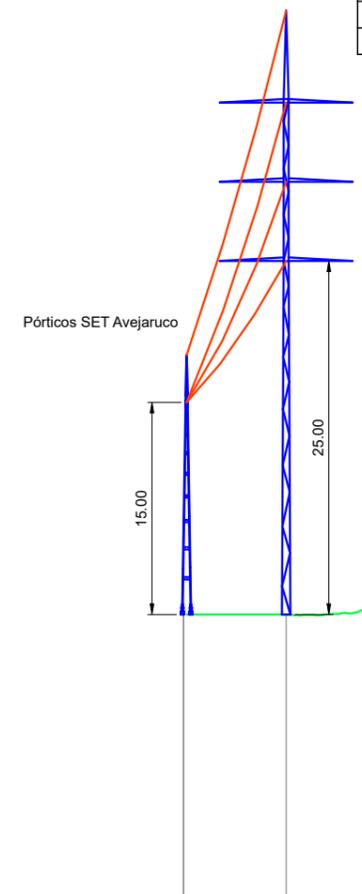
FIRMA DEL INGENIERO

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

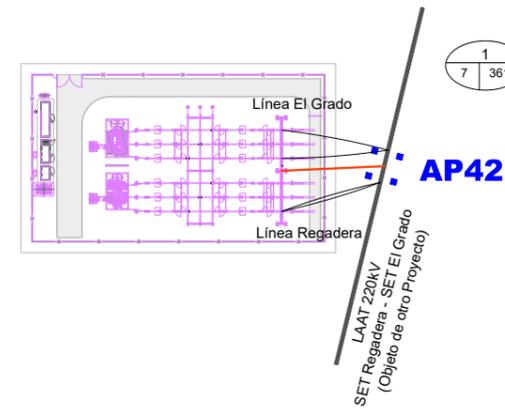
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024	 	CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:	TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS CERRAMIENTO PERIMETRAL Y ACCESOS			
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:		ESCALA: VARIAS	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1009	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1

Apoyo 42

Datum	ETRS89, Huso 31
UTM X	269907,01
UTM Y	4665384,11



Pórticos SET Avejaruco	
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	36.00 42
Cota Terreno (m)	457.34 457.34
Distancia Parcial (m)	0 29.10
Distancia Origen (m)	0 29.10
Función de Apoyo	ENTRONQUE
Serie Apoyo	GCO-40000-25
Armado (m)	b=5,6/a=4,7/c=4,7/h=6,5
Altura Útil Cruceta Inferior (m)	25
Tipo de cimentación	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)
Datos Cimentación (m)	a=2,15/h=0,7/H=3,95/b=1,3



**NOTAS**

1. VERIFIQUESE PREVIAMENTE AL MONTAJE EL ORDEN DE LAS FASES.

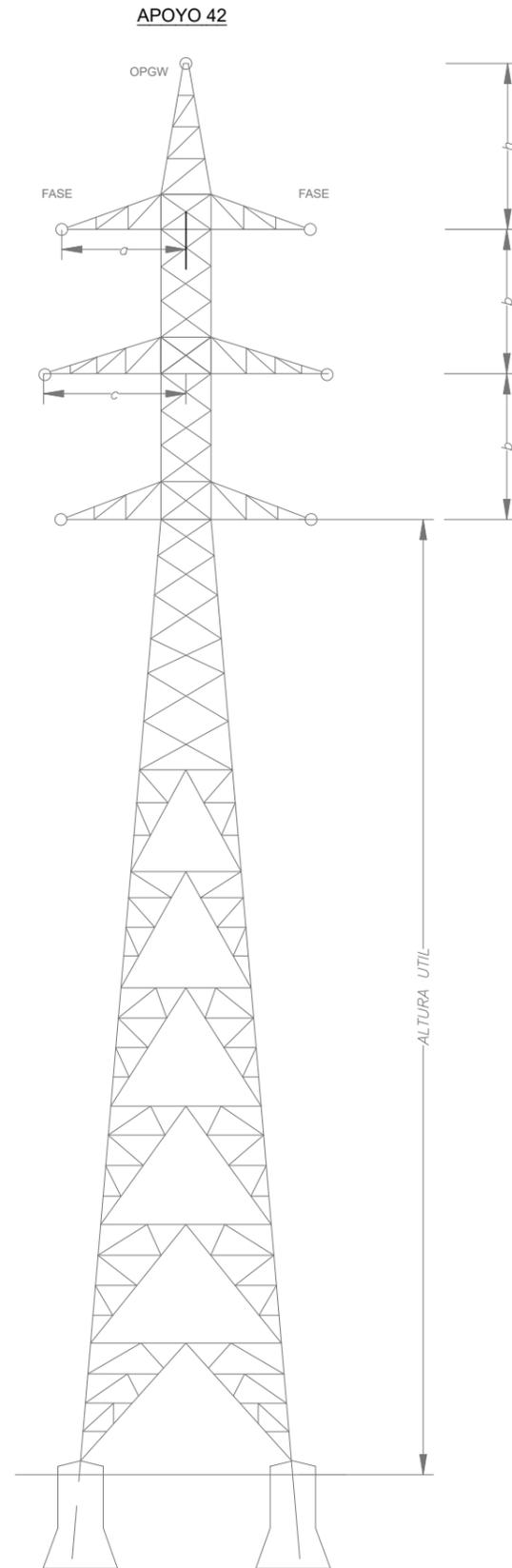
FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
Colegiado n.º 1.937

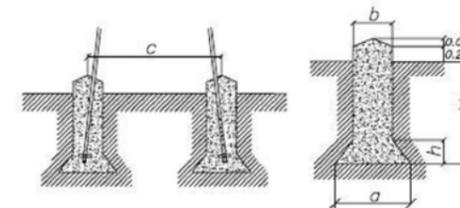
						CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
						ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:				
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024	ESCALA: H 1:2000 V 1:500	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1010	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:							





LAAT 220 kV ENTRADA/SALIDA SET REGADERA - SET AVEJARUCO - SET EL GRADO									
Nº de Apoyo	Función Apoyo	Circuitos	Denominación Apoyo	Dimensiones (m)					
				"a"	"b"	"c"	"h"	H útil	H total
42	ENTRONQUE	DOBLE CIRCUITO	GCO-40000-25	4,70	5,60	4,70	6,50	25,00	42,70

LAAT 220 kV ENTRADA/SALIDA SET REGADERA - SET AVEJARUCO - SET EL GRADO									
Nº de Apoyo	Denominación Apoyo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación total todas las patas (m³)	Volumen Hormigón total todas las patas (m³)
			a	h	b	H	Distancia entre hoyos c		
42	GCO-40000-25	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	2,15	0,70	1,30	3,95	7,30	30,48	31,94



FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

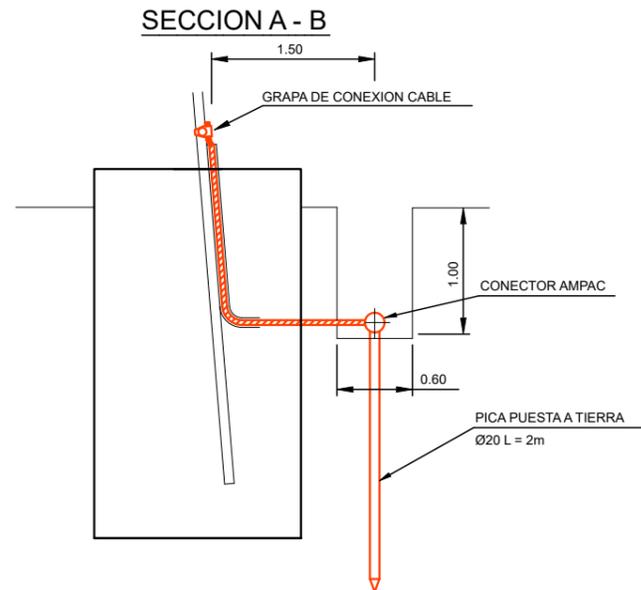
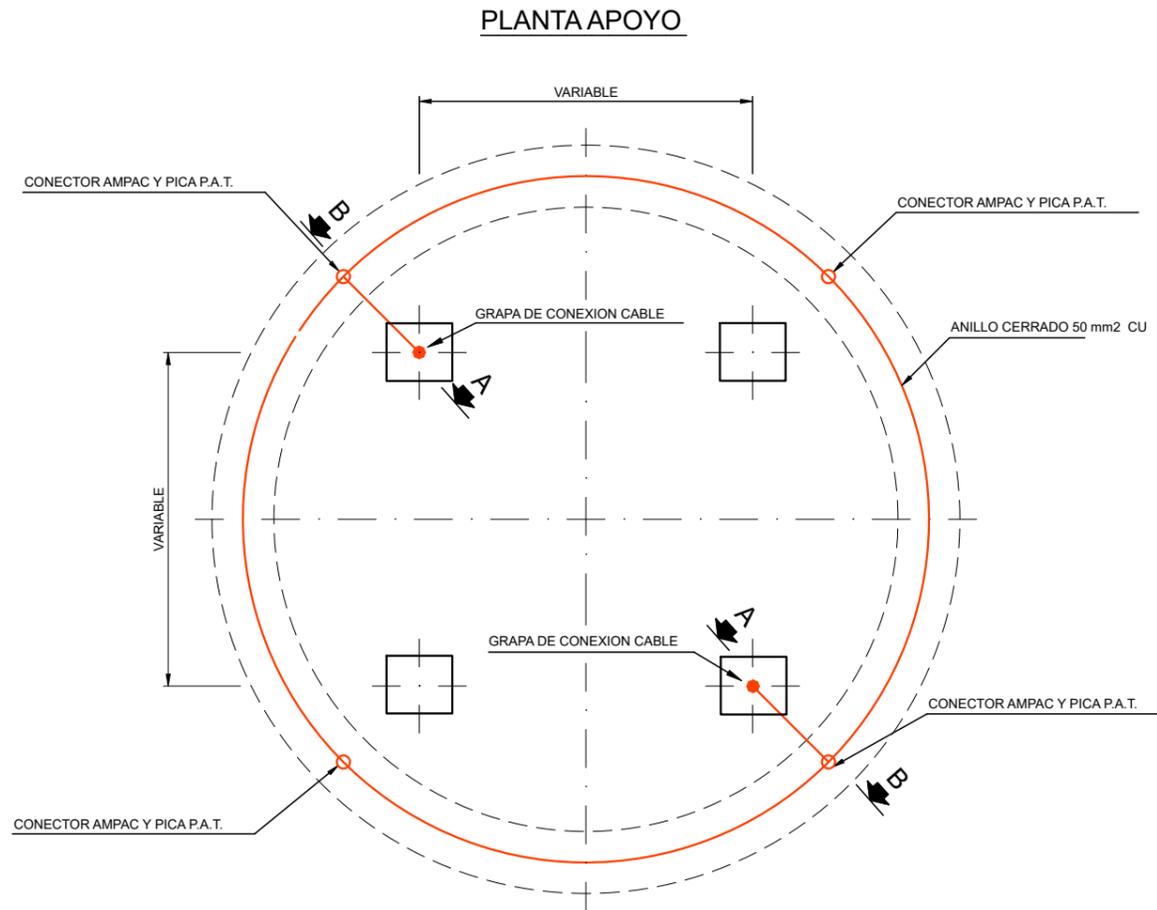
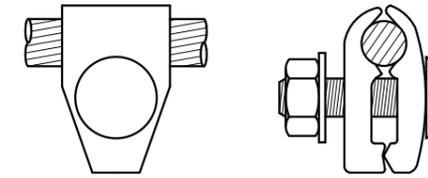
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
Colegiado n.º 1.937

							CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:		TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS MONTAJE APOYO		
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024		ESCALA: S/E	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1011	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:								

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA



GRAPA CONEXION CABLE DE TIERRA A APOYO

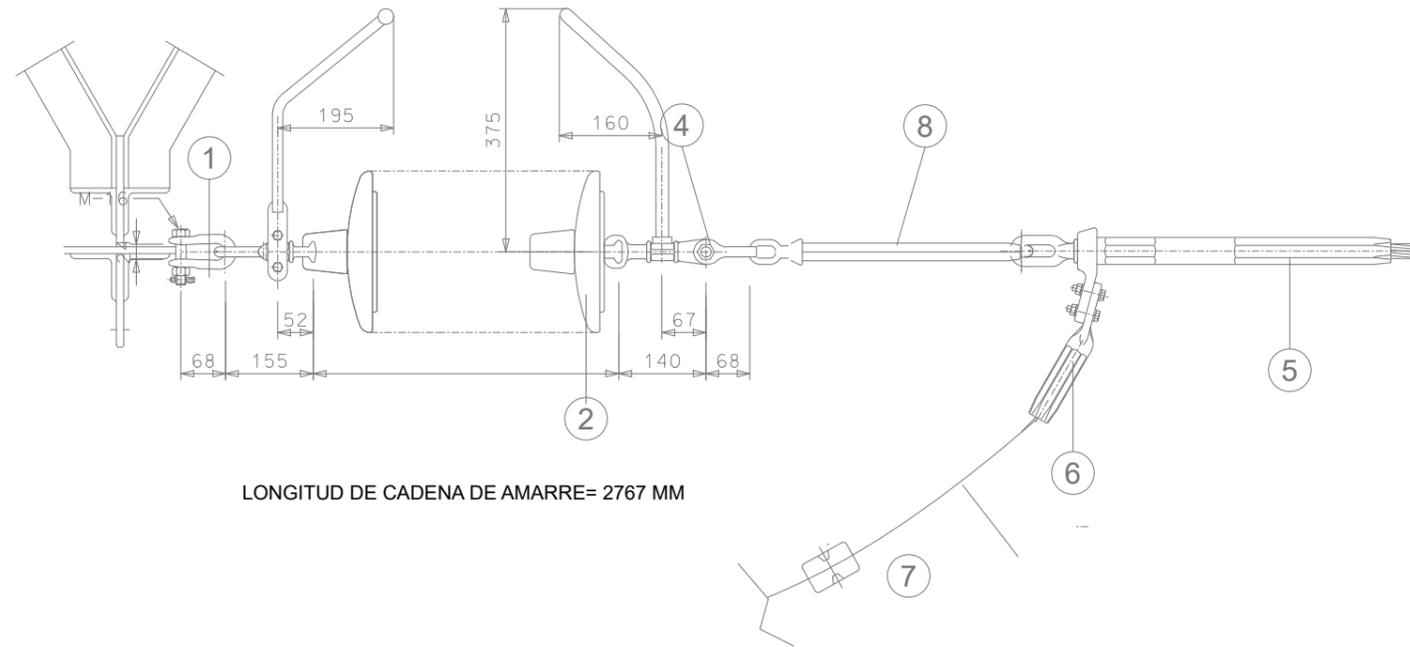


FIRMA DEL INGENIERO

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

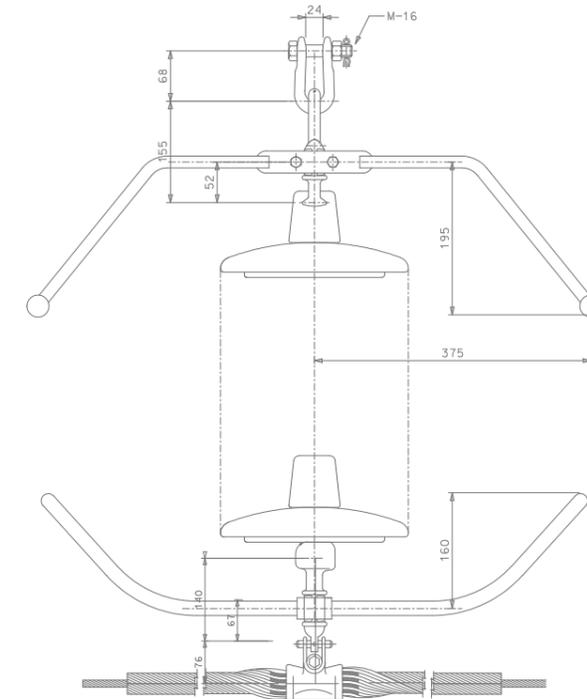
						 <b>IGNIS</b>	CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:		TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS APOYO TETRABLOQUE		
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024	 <b>inproin</b> INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: S/E	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1012	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:								

CADENA DE AMARRE (SIMPLE)



LONGITUD DE CADENA DE AMARRE= 2767 MM

CADENA DE SUSPENSION (SIMPLE)



LONGITUD DE CADENA DE SUSPENSION= 2775 MM

Nº	Nº PIEZA	HERRAJES
1	1+1	GRILLETE 220KV Y LA-455
2	16+16	AISLADOR DE CAPERUZA Y VASTAGO U160BS PARA 220KV Y LA-455
4	1+1	ROTULA CORTA PARA 220KV Y LA-455
3	1+1	GRILLETE RECTO NORMAL PARA 220KV Y LA-455
5	1+1	GRAPA COMPRESION PARA 220KV Y LA-455
6	1	COLAS DE COMPRESION PARA 220KV Y LA-455
7	2	CONTRAPESOS PARA BUCLE DE CABLE LA-455
8	1+1	TENSOR DE CORREDERA

CANT.	HERRAJES
1	GRILLETE RECTO
1	ANILLA BOLA
16	AISLADORES U160BS
1	ROTULA CORTA
1	GRAPA GSA

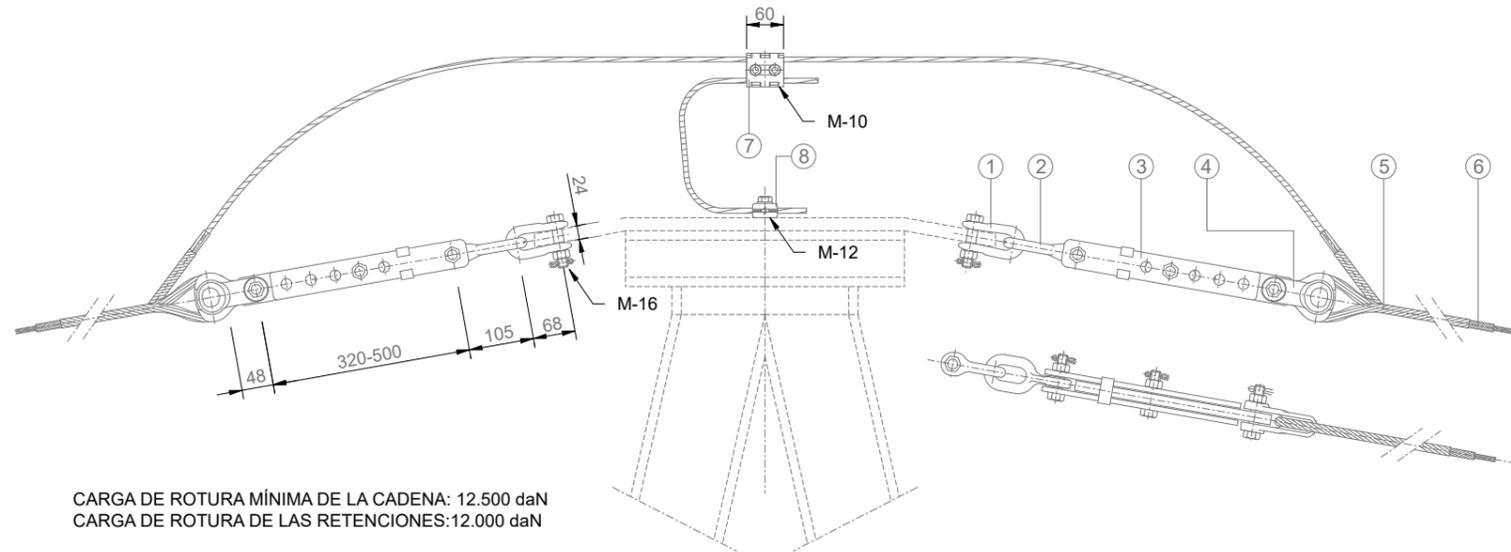
FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 Colegiado n.º 1.937

						  INGENIERIA Y PROYECTOS	CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:		TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS AISLADORES. CADENA DE AISLADORES LA-380		
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024		ESCALA: S/E	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1012	HOJA: 1	SIGUE: 2	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:								

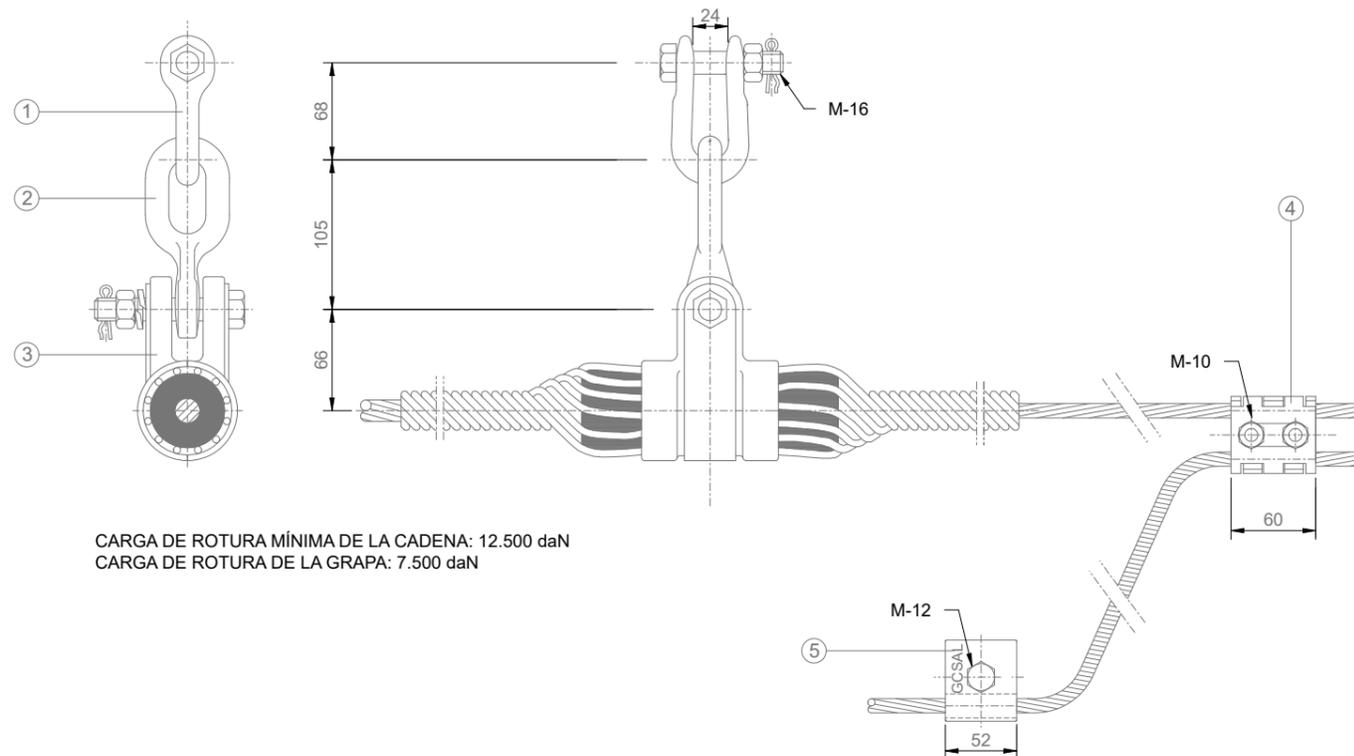
HERRAJE DE AMARRE DE CABLE OPGW



CARGA DE ROTURA MÍNIMA DE LA CADENA: 12.500 daN  
CARGA DE ROTURA DE LAS RETENCIONES: 12.000 daN

8	CONEXION A TIERRA GCSAL-14/18
7	CONEXION PARALELA GPC-11/28
6	EMPALME DE PROTECCION EPAWFO-17/1/2600
5	RETENCION PREFORMADA RAAWFO-23,5/D
4	HORQUILLA GUARDACABOS G-16
3	TENSOR DE CORREDERA T-1
2	ESLABON REVIRADO ESR-16
1	GRILLETE RECTO GN-16T

HERRAJE DE SUSPENSION DE CABLE OPGW



CARGA DE ROTURA MÍNIMA DE LA CADENA: 12.500 daN  
CARGA DE ROTURA DE LA GRAPA: 7.500 daN

5	CONEXION A TIERRA GCSAL-14/18
4	CONEXION PARALELA GPC-8/16
3	GRAPA SUSPENSIÓN GAS-3/FO/17/D
2	ESLABON REVIRADO ESR-16
1	GRILLETE RECTO GN-16T

FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

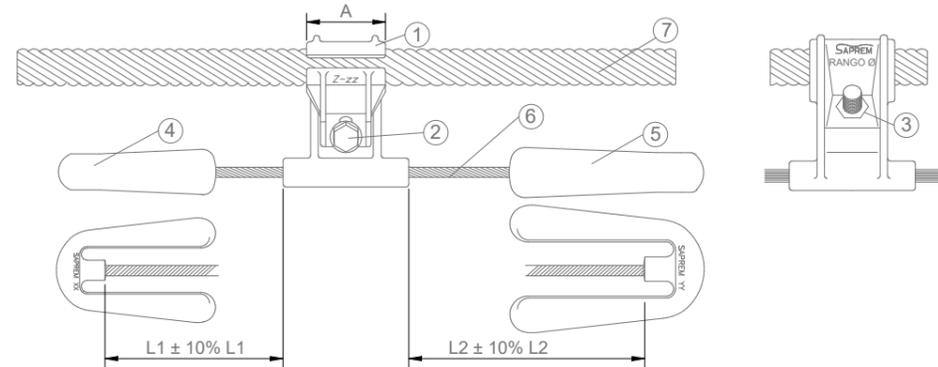
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
Colegiado n.º 1.937

							CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:		TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS AISLADORES. HERRAJES OPGW		
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024		ESCALA: S/E	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1012	HOJA: 2	SIGUE: 3	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:								

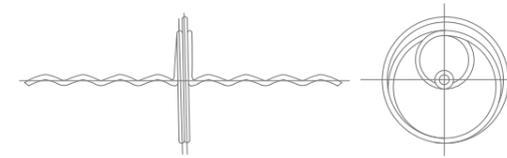
AMORTIGUADOR TIPO "STOCKBRIDGE"

TABLA DE UTILIZACIÓN

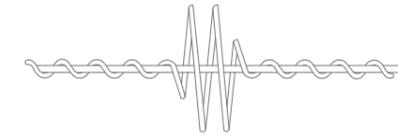
CONDUCTOR		
TIPO	Ø(mm)	REF. FABRICANTE
LA-380	25,4	AMG-152434
OPGW 43D58Z	14,3	AMG-091526



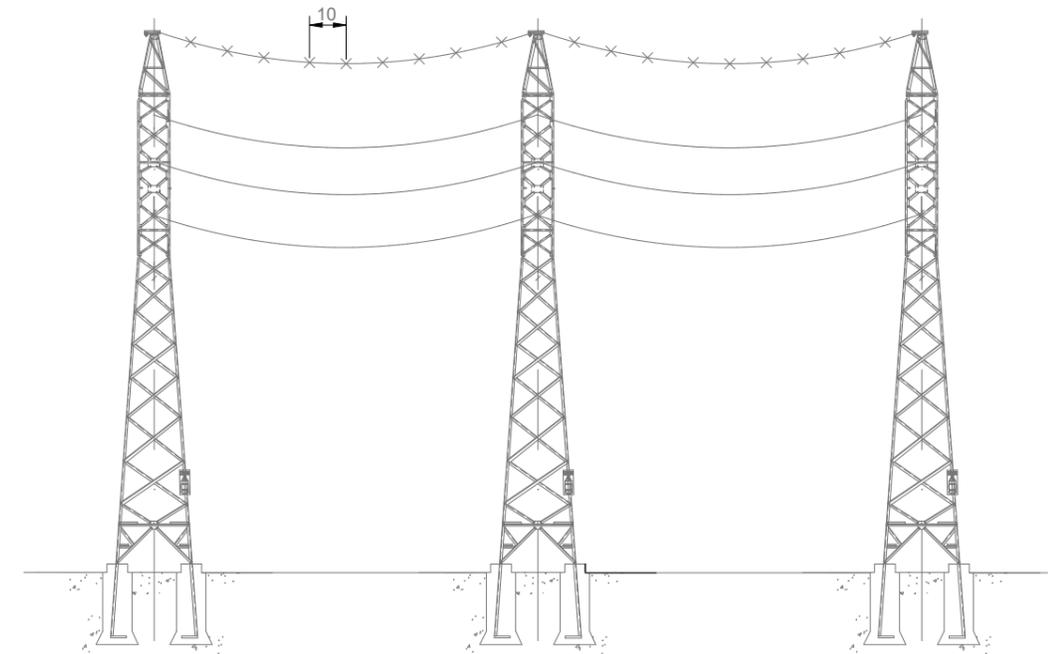
DETALLE DE SALVAPÁJAROS



SALVAPAJAROS INSTALADO



INSTALACIÓN DE SALVAPÁJAROS EN CONDUCTORES DE TIERRA (Distancias en metros)



TIPO	G-ZZ	Rango GZZ Ø (mm)	CP-XX	CP-YY	Cable PORTOR Ø (mm) Formación	BOLT	L1 (mm)	L2 (mm)	Peso (g)	Par (*) (Nxm)	A (mm)
AMG-030513	G-13	7-13	S-03	S-05	7,8 19x1,56	M-10	101	119	1250	30	55
AMG-030520	G-20	13-20	S-03	S-05	7,8 19x1,56	M-10	101	119	1300	30	55
AMG-050913	G-13	7-13	S-05	S-09	7,8 19x1,56	M-10	93	115	1825	30	55
AMG-050920	G-20	13-20	S-05	S-09	7,8 19x1,56	M-10	93	115	1850	30	55
AMG-050926	G-26	18-26	S-05	S-09	7,8 19x1,56	M-12	93	115	1950	35	58
AMG-050929	G-29	21,5-29,5	S-05	S-09	7,8 19x1,56	M-12	93	115	1975	35	58
AMG-091520	G-20	13-20	S-09	S-15	9,3 19x1,86	M-10	118	150	3050	30	55
AMG-091526	G-26	18-26	S-09	S-15	9,3 19x1,86	M-12	118	150	3100	35	58
AMG-091529	G-29	21,5-29,5	S-09	S-15	9,3 19x1,86	M-12	118	150	3125	35	58
AMG-091534	G-34	28-34	S-09	S-15	9,3 19x1,86	M-12	118	150	3150	35	63
AMG-091540	G-40	34-40	S-09	S-15	9,3 19x1,86	M-14	118	150	3500	35	68
AMG-152426	G-26	18-26	S-15	S-23	11,9 19x2,38	M-12	147	185	4600	35	58
AMG-152429	G-29	21,5-29,5	S-15	S-23	11,9 19x2,38	M-12	147	185	4625	35	58
AMG-152434	G-34	28-34	S-15	S-23	11,9 19x2,38	M-12	147	185	4650	35	63
AMG-152440	G-40	34-40	S-15	S-23	11,9 19x2,38	M-14	147	185	4950	35	68
AMG-243534	G-34	28-34	S-23	S-35	11,9 19x2,38	M-12	147	185	6750	35	63
AMG-243540	G-40	34-40	S-23	S-35	11,9 19x2,38	M-14	147	185	7050	35	68

(\*) El Par de Apriete en el caso de cables OPGW se especificará de acuerdo con la composición del mismo.

7	CABLE + PROTECCION			
6	CABLE PORTOR EHS	1	Ø Cable	ACERO GALVANIZADO
5	CONTRAPESO	1	CP-YY	AC. FORJ. GALV.
4	CONTRAPESO	1	CP-XX	AC. FORJ. GALV.
3	TUERCA	1	M	ACERO GALVANIZADO
2	TOR.HEX.+ PLANA+ GROVER	1	M-8.8	ACERO GALVANIZADO
1	CUERPO GRAPA	1	G-ZZ	ALEACION ALUMINIO
POS	DENOMINACION	POS	REFERENCIA	MATERIAL

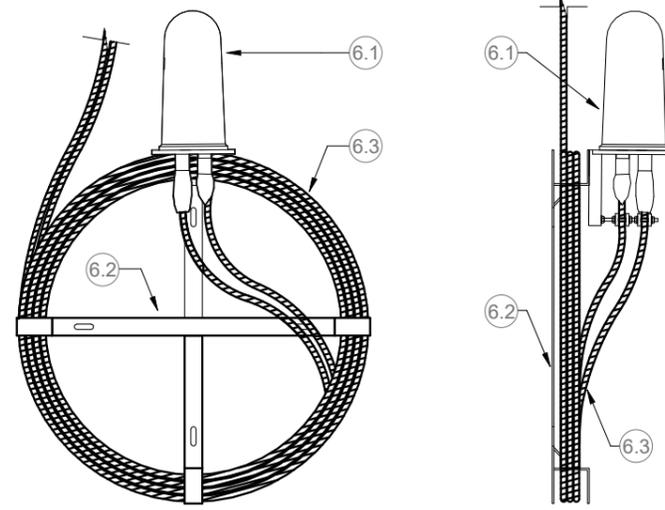
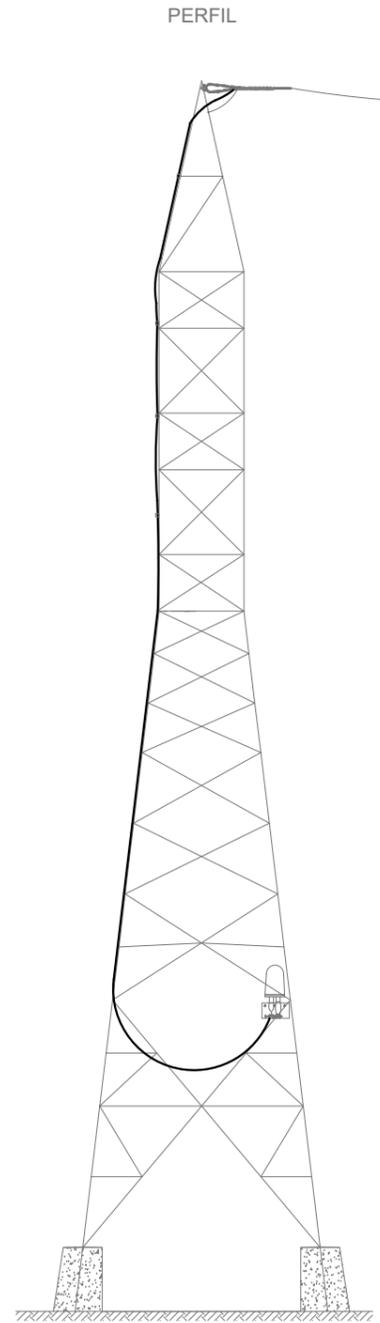
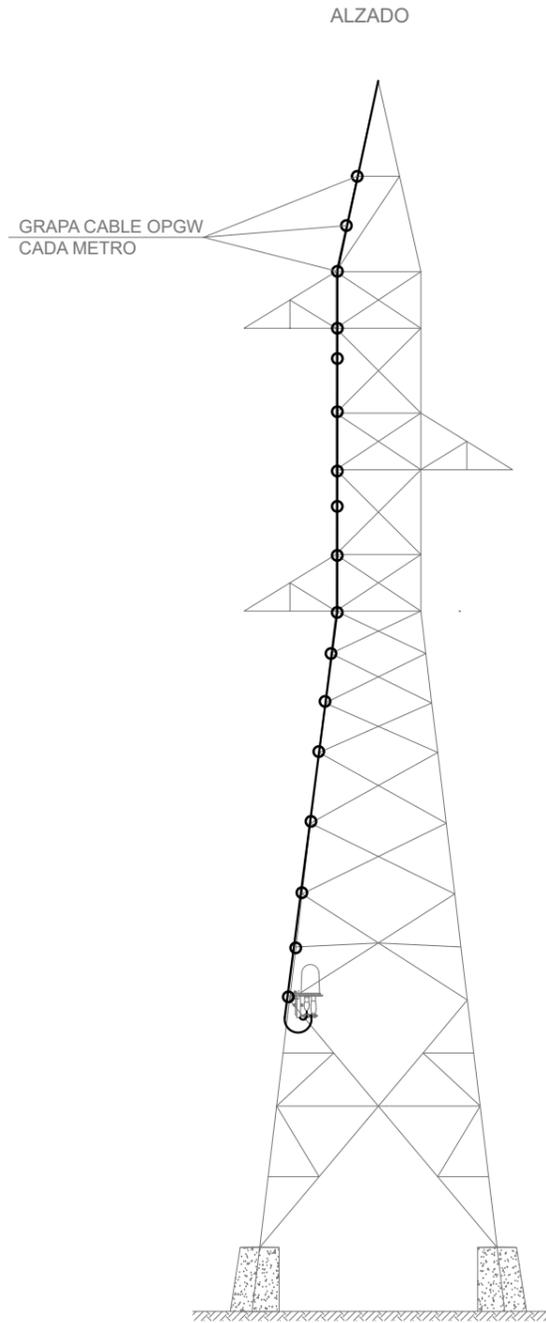
Nota: El fabricante de los amortiguadores deberá realizar un estudio de amortiguamiento para determinar a que distancia y el modo de instalación de los mismos.

FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
Colegiado n.º 1.937

							CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:	TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS AISLADORES. HERRAJES AMORTIGUADORES			
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024		ESCALA: S/E	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1012	HOJA: 3	SIGUE: 4	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:								



Item	Designación	Cantidad
6.1	CAJA DE EMPALME OPGW PARA 48 FIBRAS, CON PERNOS DE SUJECIÓN	1
6.2	CRUCETA RESERVADA OPGW, CON PERNOS DE SUJECIÓN	2
6.3	RESERVA OPGW	12 m

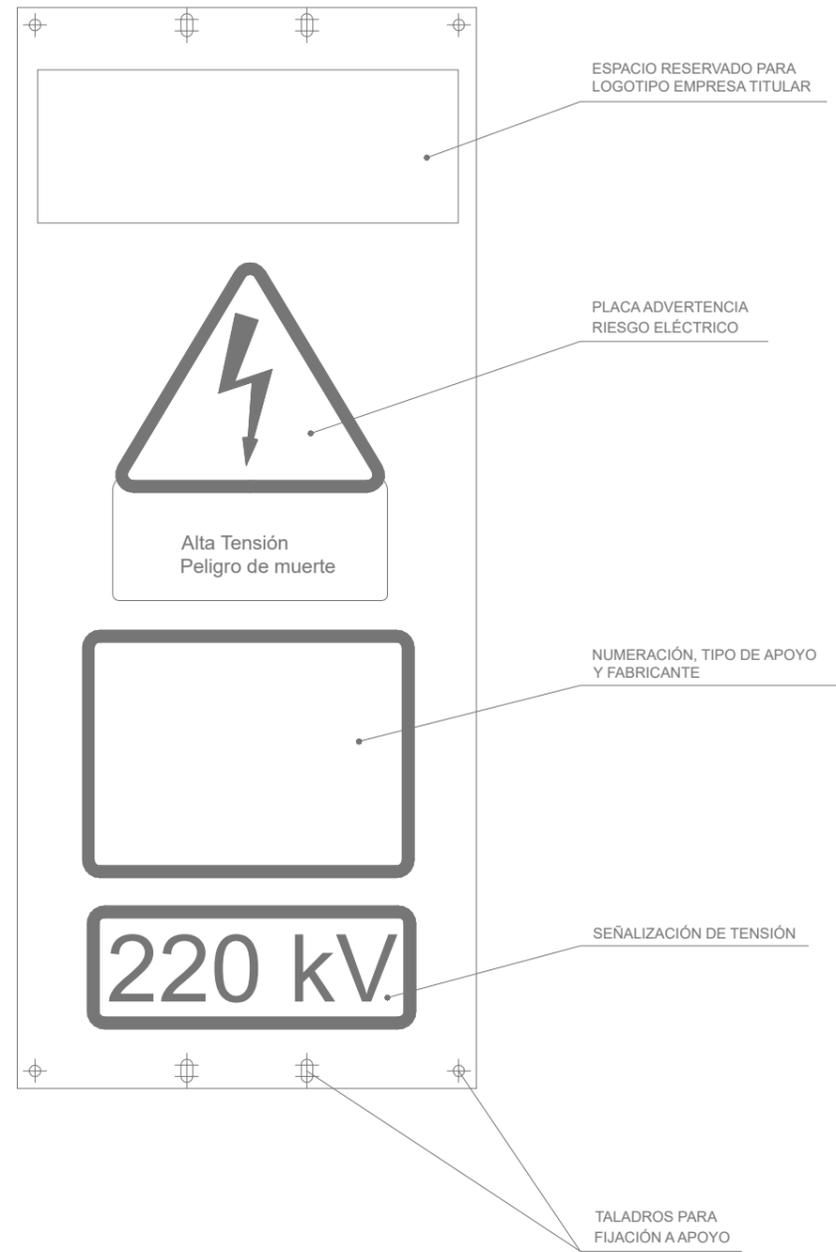
Nota: La DF decidirá el apoyo donde se colocarán las cajas de empalme OPGW.  
 Se dejará una coca mínima de 25 m y se colocará la caja a por lo menos 8m de altura

FIRMA DEL INGENIERO

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

						CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
						ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:				
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024	ESCALA: S/E	APROBADO: JLO	FIRMA:	TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS AISLADORES. DETALLE CAJA OPGW			
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1012	HOJA: 4	SIGUE: -	REVISION: R1	





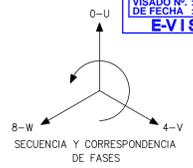
MATERIAL: CHAPA DE ACERO GALVANIZADO DE 1 mm DE ESPESOR  
 CON RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE CINC DE 271 g/m<sup>2</sup>

FIRMA DEL INGENIERO

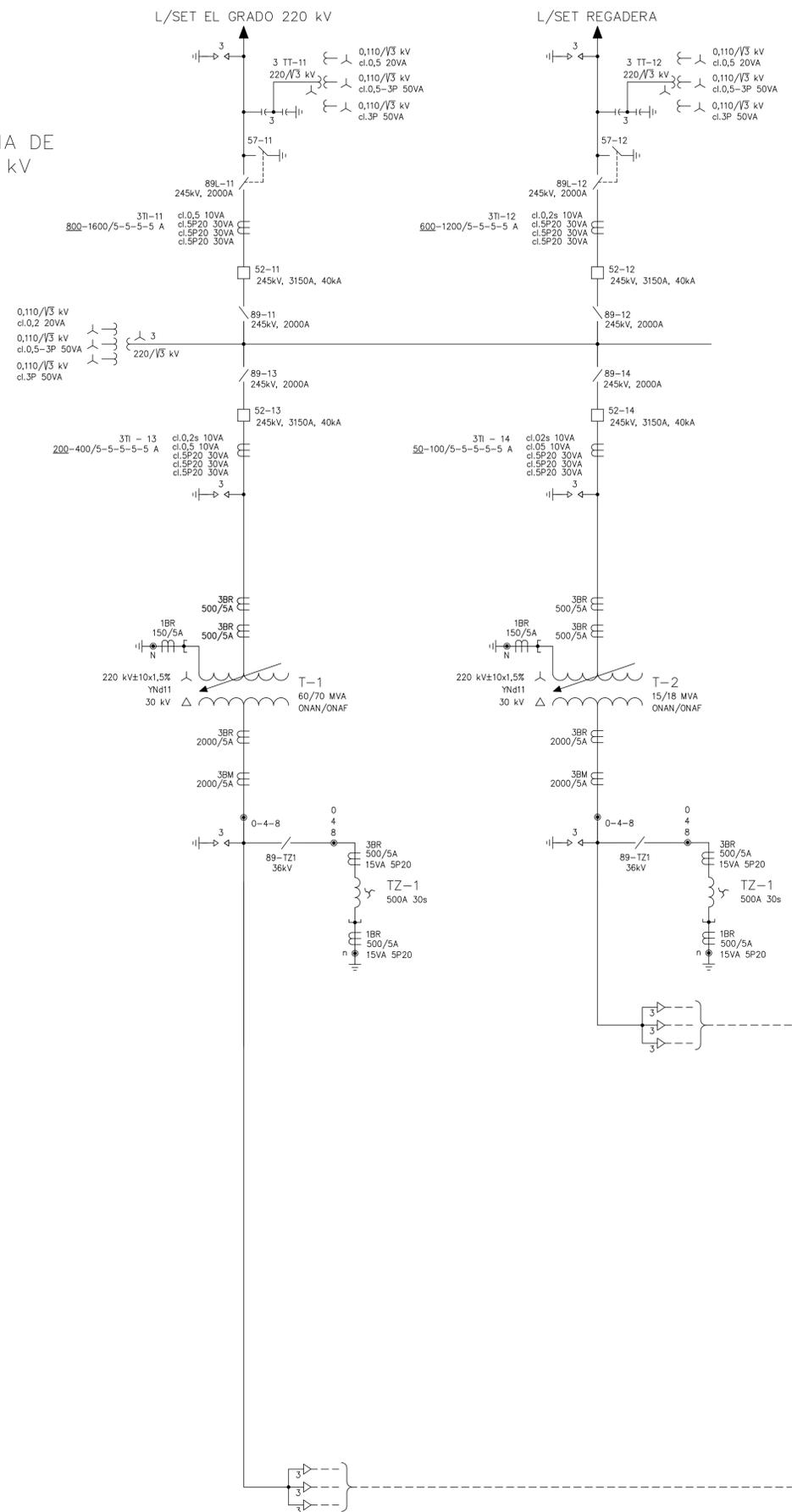
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

**JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA**  
 Colegiado n.º 1.937

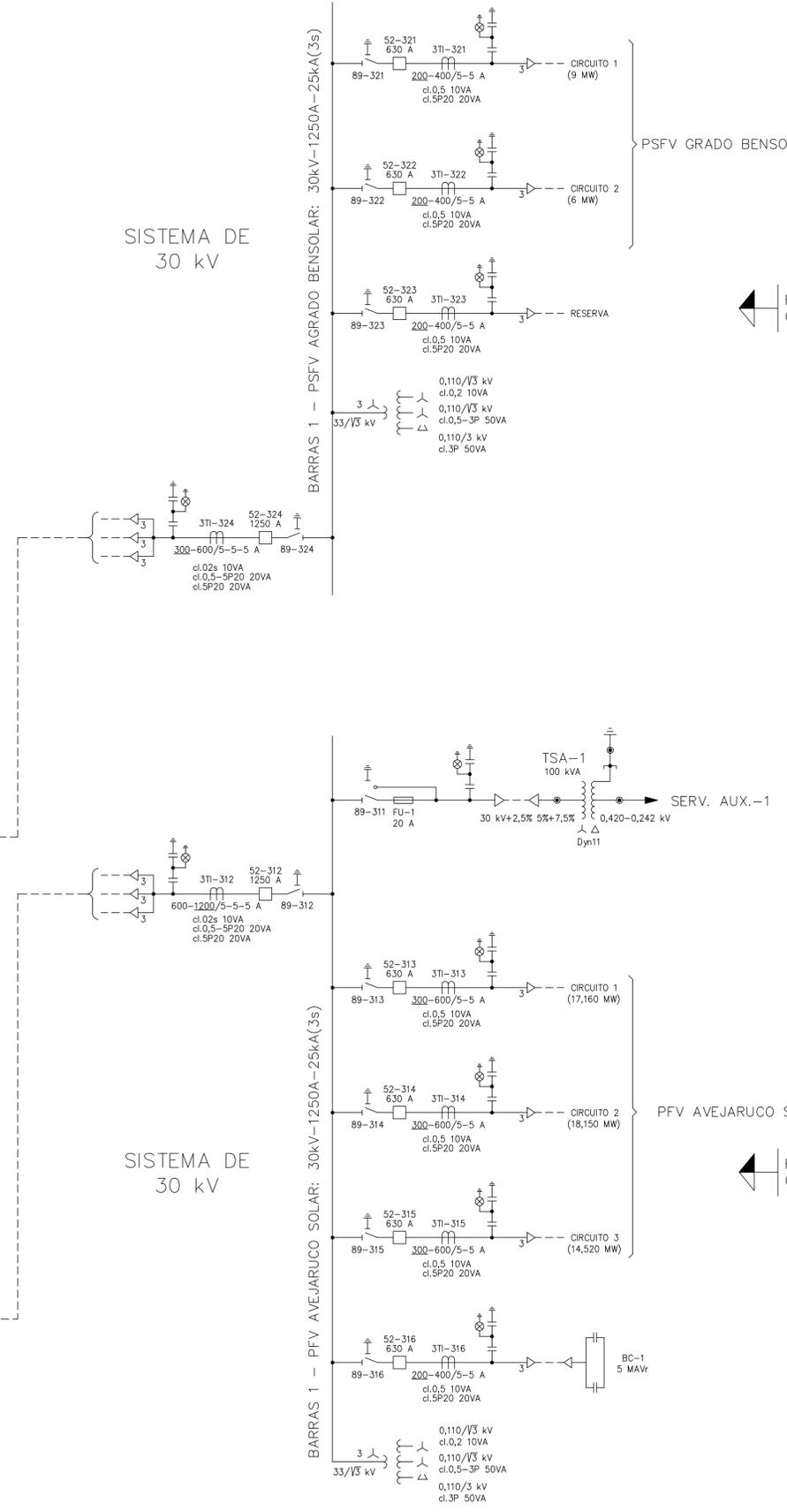
							CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:		TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS PLACA SEÑALIZACIÓN		
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024		ESCALA: S/E	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-PLN-1014	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:								



SISTEMA DE 220 kV



SISTEMA DE 30 kV



- NOTAS:
- 1.-LA TENSION DE BATERIA ES DE 125+10%-15% c.c.
  - 2.-LA TENSION DE SERVICIOS AUXILIARES ES DE 380/220V c.a.
  - 3.-ESTA ST ESTA TELEMANDADA (TM)
  - 4.-ESTA ST VA EQUIPADA CON CONTROL DIGITAL.

FIRMA DEL INGENIERO

*[Signature]*

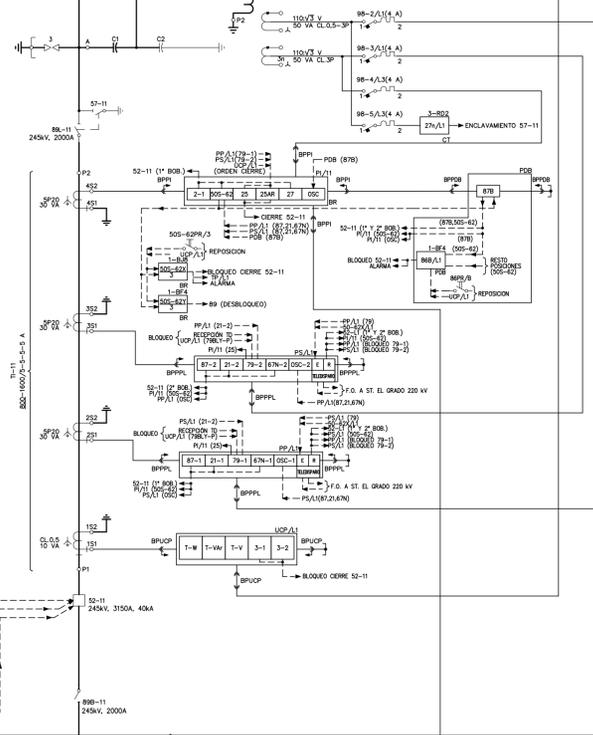
AL SERVICIO DE LA EMPRESA  
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 Colegiado n.º 1.937

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:		CLIENTE:			
PROYECTO:		ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
TITULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO			
Nº PLANO:	FECHA:	DIBUJADO:	FIRMA:	HOJA:	SIGUE:
GRA2-AVE-IGI-SLD-1000	27-09-2024	GFP	JRA	1	-
REVISADO:	TAM:	APROBADO:	FIRMA:	REVISION:	
JRA	A1	JLO	JLO	R1	
ESCALA: S/E					

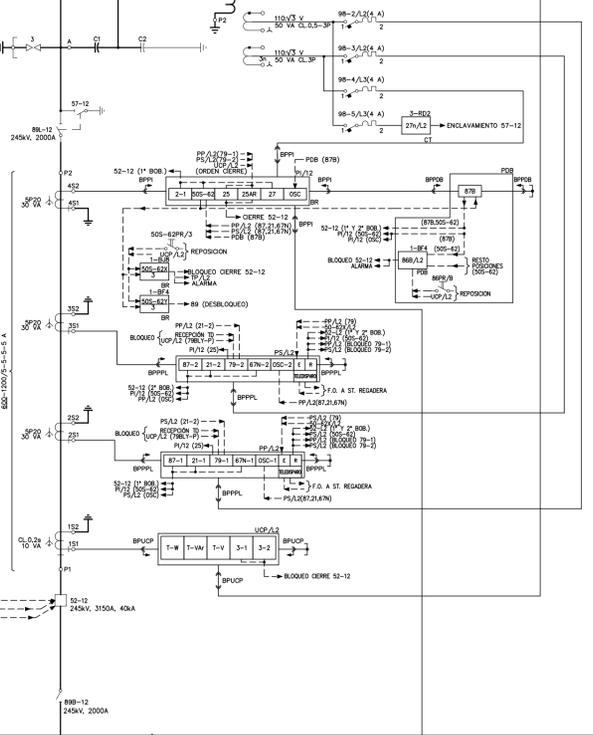
SISTEMA DE 220 kV



L/SET EL GRADO 220 kV



L/SET REGADERA



**LEYENDA**

	SECCIONADOR CON PAT
	INTERRUPTOR TRIPOLAR
	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
	FARABRAYOS CON CONTADOR DE DESCARGAS
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA CON REGULACION EN CARGA
	PUESTA A TIERRA
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA
	TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD
	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO

**CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO**

<b>SISTEMA 220 kV</b>	
TENSION DE SERVICIO:	220 kV
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL:	245 kV
TENSION SOPORTADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL:	400 kV
TENSION SOPORTADA A IMPULSO TIPO RAYO:	1050 kV
REGIMEN DE NEUTRO:	REGIDO A TIERRA
INTENSIDAD NOMINAL:	3150 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL:	40 kA
DURACION DE CORTOCIRCUITO:	1 s
<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	
TENSION DE CIRCUITOS AUXILIARES:	DOBLE BATERIA 125 Vcc - 400/230 Vca

**LEYENDA**

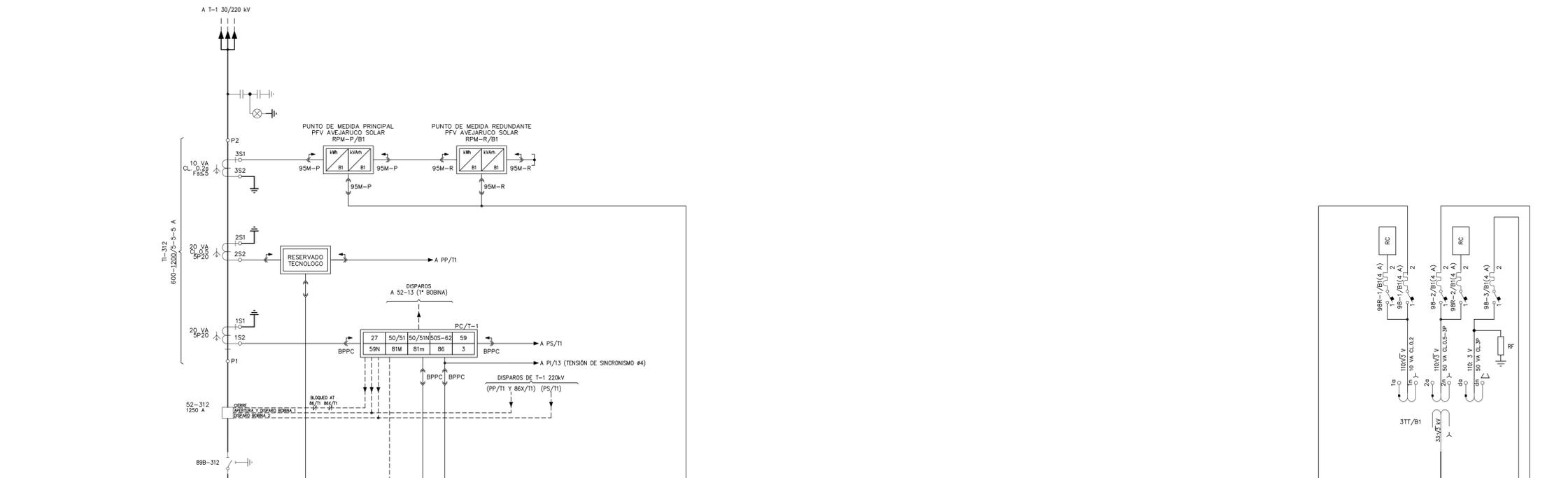
- 2 DISCORDANCIA DE POLOS
- 3 SUPERVISION DE BOBINAS DE DISPARO
- 21 PROTECCION DE DISTANCIA
- 25 PROTECCION DE SINCRONISMO
- 27 PROTECCION DE MINIMA TENSION
- 49 PROTECCION DE IMAGEN TERMICA
- 50-51 PROTECCION DE SOBREENSIEDAD DE FASES
- 50S-52 PROTECCION DE FALLO INTERRUPTOR
- 50N-51N PROTECCION DE SOBREENSIEDAD DE NEUTRO
- 52 INTERRUPTOR AUTOMATICO
- 59 PROTECCION DE MAXIMA TENSION
- 59N PROTECCION DE MAXIMA TENSION HOMOPOLAR
- 63B RÉLE BUCHHOLZ
- 63BI RÉLE PARA CAMBIADOR DE TOMAS
- 63J RÉLE JANSEN
- 63P RÉLE SOBREPRESION
- 26 TEMPERATURA ACEITE
- 67N PROTECCION DE SOBREENSIEDAD DIRECCIONAL DE NEUTRO
- 70 INDICADOR DE TOMAS
- 79 REENGANCHE
- 81 PROTECCION DE MAXIMA / MINIMA FRECUENCIA
- 86 RÉLE DE DISPAROS CON BLOQUEO Y REARME
- 87L PROTECCION DIFERENCIAL DE LINEA
- 87T PROTECCION DIFERENCIAL DE TRAFIO
- 89 SECCIONADOR
- 98 INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO AC
- OSC OSCILOPOTURBOGRAFO
- UCP UNIDAD DE CONTROL DE POSICION

FIRMA DEL INGENIERO

*(Firma manuscrita)*

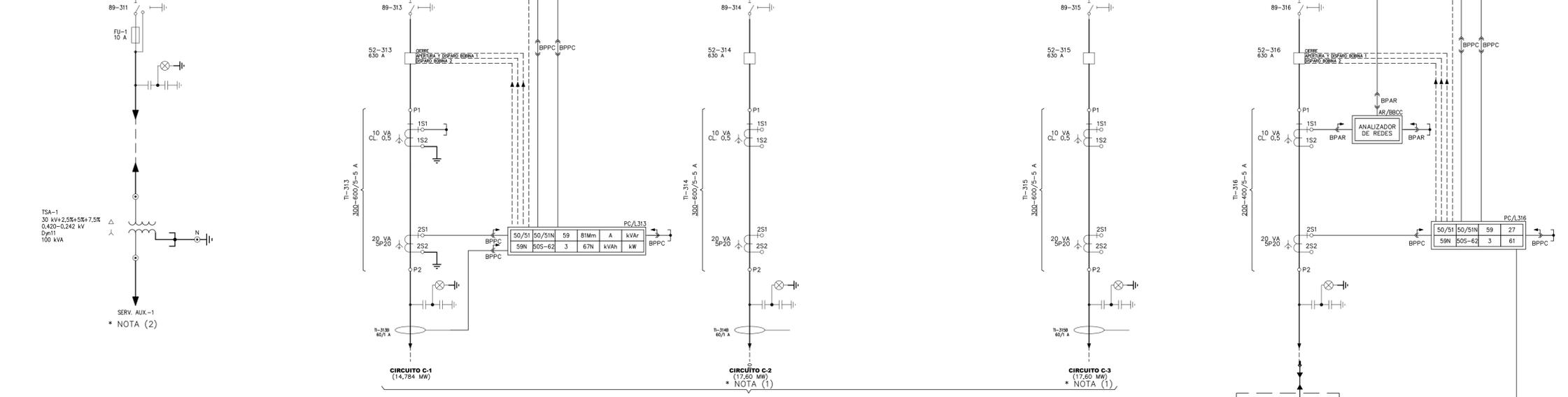
AL SERVICIO DE LA EMPRESA  
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 Colegiado n.º 1.937

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCION:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:					
CLIENTE:					
PROYECTO:		ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
TITULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS Y UNIFILAR PROTECCION Y MEDIDA			
Nº PLANO:	FECHA:	DIBUJADO:	FIRMA:	HOJA:	SIGUE:
GRA2-AVE-IGI-SLD-1001	27-09-2024	OFF	OFF	1	2
ESCALA: S/E		TAM:	FIRMA:	REVISION:	
improin		A1	JRA	JLO	R1



BARRAS (Vn: 30 kV)  
 36 kV-1250A-25kA(3s)  
 PFV AVEJARUCO SOLAR

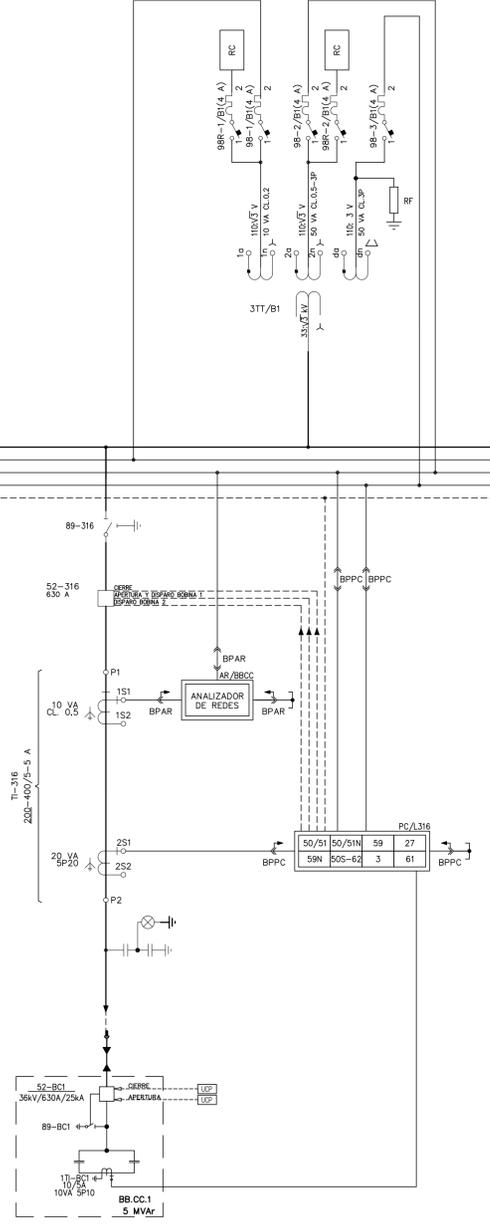
TENSION MEDIDA  
 TENSION PROTECCION  
 TENSION HOMOPOLAR  
 BUCLE FI



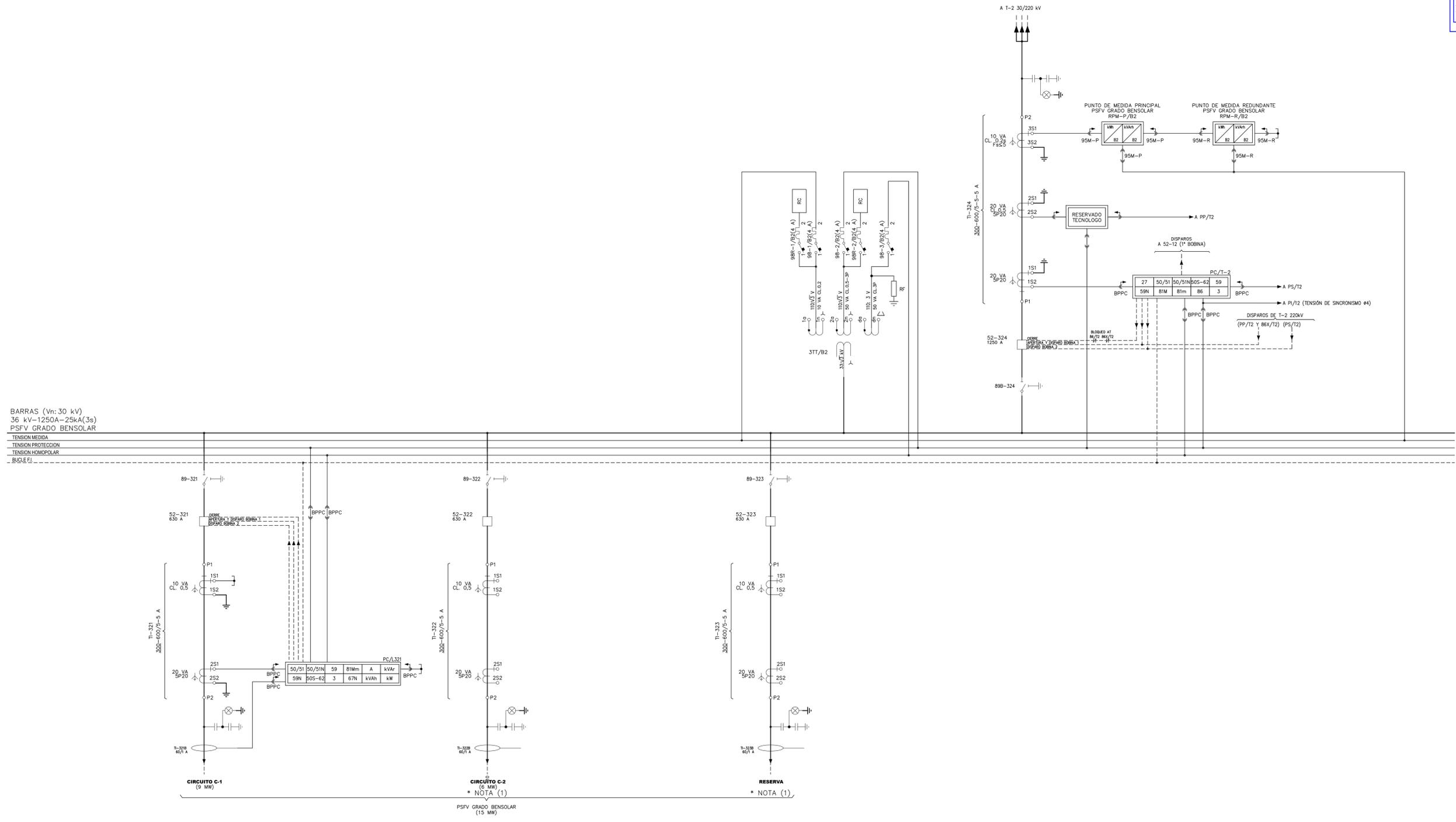
NOTAS:  
 (1): SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN IGUAL QUE EN POSICION 313 DE PFV AVEJARUCO SOLAR.  
 (2): EL CONSUMO DE LOS SERVICIOS AUXILIARES SE MEDIRÁN EN LA PARTE DE BAJA DEL TRAFIO.  
 (3): LA CELDA DE BATERIA DE CONDENSADORES OPCIONABLE.

LEYENDA DE FUNCIONES DE PROTECCION			
25	COMPROBACIÓN DE SINCRONISMO	86PR	PULSADOR X
27	SUBTENSIÓN DE FASES	UCP	UNIDAD DE CONTROL DE POSICION
50	SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE FASES	PXX	PROTECCION X
50N	SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE NEUTRO	OSC	OSCILOGRAFIA
51	SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASES	LOC	LOCALIZADOR DE FALTAS
51N	SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO	I	INTENSIDAD (Telemedida)
50S-62	FALLO INTERRUPTOR	U	TENSIÓN (Telemedida)
59	SOBREINTENSIDAD DE FASES	P	POTENCIA ACTIVA (Telemedida)
59N	SOBREINTENSIDAD DE NEUTRO	Q	POTENCIA REACTIVA (Telemedida)
64	SOBREINTENSIDAD DE TIERRA	COSφ	FACTOR DE POTENCIA (Telemedida)
67	DIRECCIONAL DE FASES	f	FRECUENCIA (Telemedida)
67N	DIRECCIONAL DE NEUTRO	MANDO	MANDO
79	REENGANCHADOR	Wh	ENERGIA ACTIVA
81	FRECUENCIA	Varh	ENERGIA REACTIVA
86FI	DISPARO - ENCLAVAMIENTO FALLO INTERRUPTOR	MODEM	EQUIPO DE COMUNICACIONES
86T	DISPARO - ENCLAVAMIENTO TRANSFORMADOR	50S-62X	DISPARO - ENCLAVAMIENTO FALLO INTERRUPTOR
86B	DISPARO - ENCLAVAMIENTO BARRAS		
87	PROTECCION DIFERENCIAL		
90	REGULACIÓN DE TENSIÓN		
94	RELE DE DISPARO (TELEDISPARO)		
95P	BLOQUE DE PRUEBAS		
98	MAGNETOTERMICO		

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO	
SISTEMA 30 kV	
TENSIÓN DE SERVICIO:	30 kV
TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL:	36 kV
TENSIÓN SOPORTADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL :	70 kV
TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSO TIPO RAYO :	170 kV
RÉGIMEN DE NEUTRO:	REACTANCIA
INTENSIDAD NOMINAL	1250 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
SERVICIOS AUXILIARES	
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc; 400/230 Vca



ESTADOS:		CLIENTE:	
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:
ESTADO:		FECHA:	
		ESTUDIOS Y PROYECTOS UNIFILAR PROTECCION Y MEDIDA	
PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV		TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS UNIFILAR PROTECCION Y MEDIDA	
Nº PLANO:	FECHA:	DEBILADO:	FIRMA:
GRA2-AVE-IGI-ILD-1001	27-09-2024	CFF	JRA
ESCALA: S/E	TAM:	REVISADO:	FIRMA:
	A1	JRA	JLO
		APROBADO:	FIRMA:
		JLO	JLO
			REVISION:
			R1



BARRAS (Vn: 30 kV)  
 36 kV-1250A-25kA(3s)  
 PSFV GRADO BENSOLAR

NOTAS:  
 (1): SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN IGUAL QUE EN POSICION 321 DE PSFV GRADO BENSOLAR.

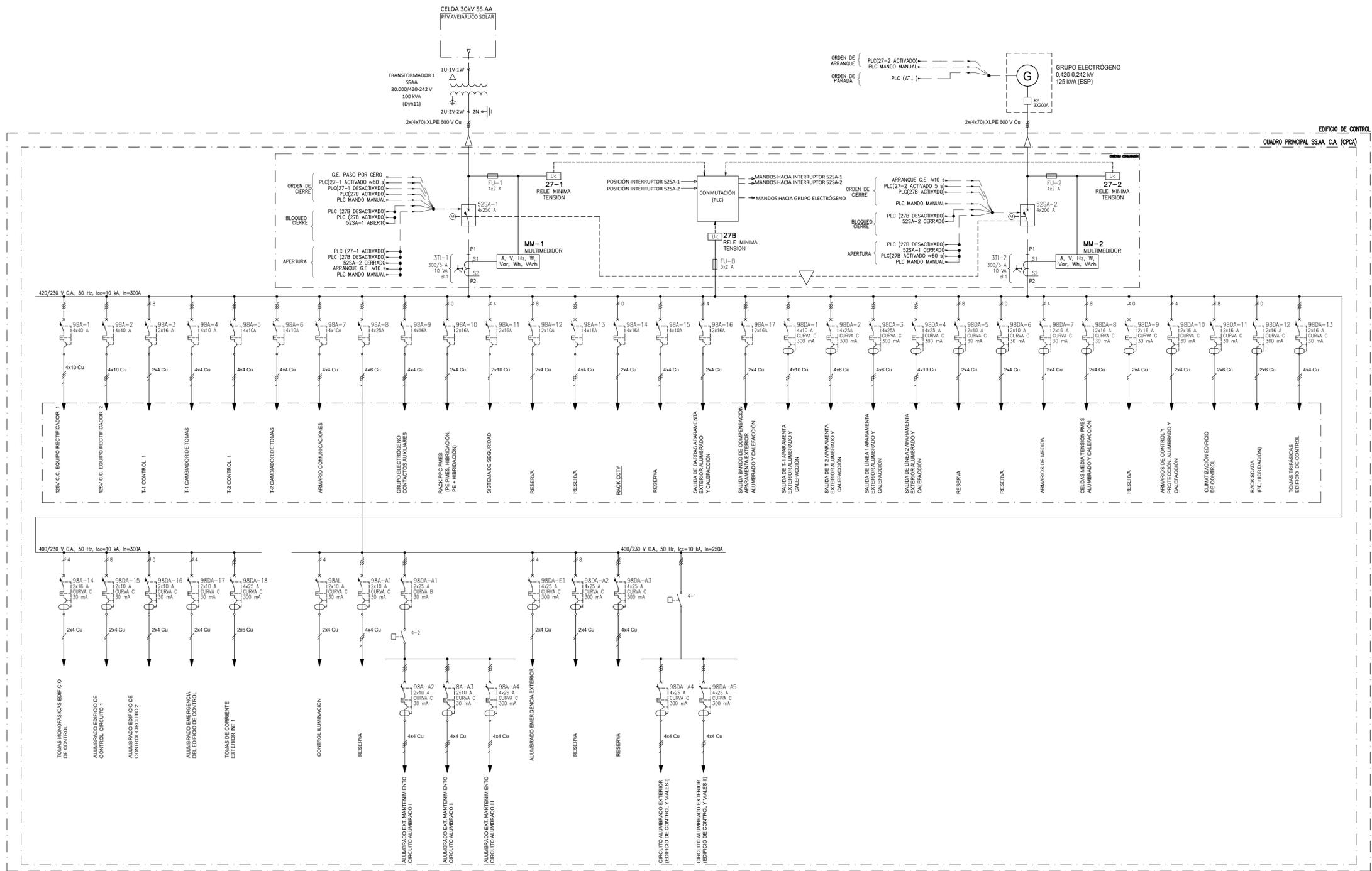
LEYENDA DE FUNCIONES DE PROTECCION			
25	COMPROBACIÓN DE SINCRONISMO	86PR	PULSADOR X
27	SUBTENSIÓN DE FASES	UCP	UNIDAD DE CONTROL DE POSICION
50	SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE FASES	PXX	PROTECCION X
50N	SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE NEUTRO	OSC	OSCILOGRAFIA
51	SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASES	LOC	LOCALIZADOR DE FALTAS
51N	SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO	I	INTENSIDAD (Telemedida)
50S-62	FALLO INTERRUPTOR	U	TENSIÓN (Telemedida)
59	SOBREINTENSIDAD DE FASES	P	POTENCIA ACTIVA (Telemedida)
59N	SOBREINTENSIDAD DE NEUTRO	Q	POTENCIA REACTIVA (Telemedida)
64	SOBREINTENSIDAD DE TIERRA	COSφ	FACTOR DE POTENCIA (Telemedida)
67	DIRECCIONAL DE FASES	f	FRECUENCIA (Telemedida)
67N	DIRECCIONAL DE NEUTRO	MANDO	MANDO
79	REENGANCHADOR	Wh	ENERGIA ACTIVA
81	FRECUENCIA	Varh	ENERGIA REACTIVA
86FI	DISPARO - ENCLAVAMIENTO FALLO INTERRUPTOR	MODEM	EQUIPO DE COMUNICACIONES
86T	DISPARO - ENCLAVAMIENTO TRANSFORMADOR	50S-62X	DISPARO - ENCLAVAMIENTO FALLO INTERRUPTOR
86B	DISPARO - ENCLAVAMIENTO BARRAS		
87	PROTECCION DIFERENCIAL		
90	REGULACIÓN DE TENSIÓN		
94	RELE DE DISPARO (TELEDISPARO)		
95P	BLOQUE DE PRUEBAS		
98	MAGNETOTERMICO		

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO	
SISTEMA 30 kV	
TENSIÓN DE SERVICIO:	30 kV
TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL:	36 kV
TENSIÓN SOPORTADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL :	70 kV
TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSO TIPO RAYO :	170 kV
RÉGIMEN DE NEUTRO:	REACTANCIA
INTENSIDAD NOMINAL	1250 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
SERVICIOS AUXILIARES	
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc; 400/230 Vca

FIRMA DEL INGENIERO

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

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:		CLIENTE:			
PROYECTO:		ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
TITULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS UNIFILAR PROTECCION Y MEDIDA			
Nº PLANO:	FECHA:	DIBUJADO:	FIRMA:	HOJA:	SIGUE:
GRA2-AVE-IGI-SLD-1001	27-09-2024	CFF	JRA	3	-
ESCALA: S/E		TAM:	FIRMA:	REVISION:	
		A1	JLO	R1	



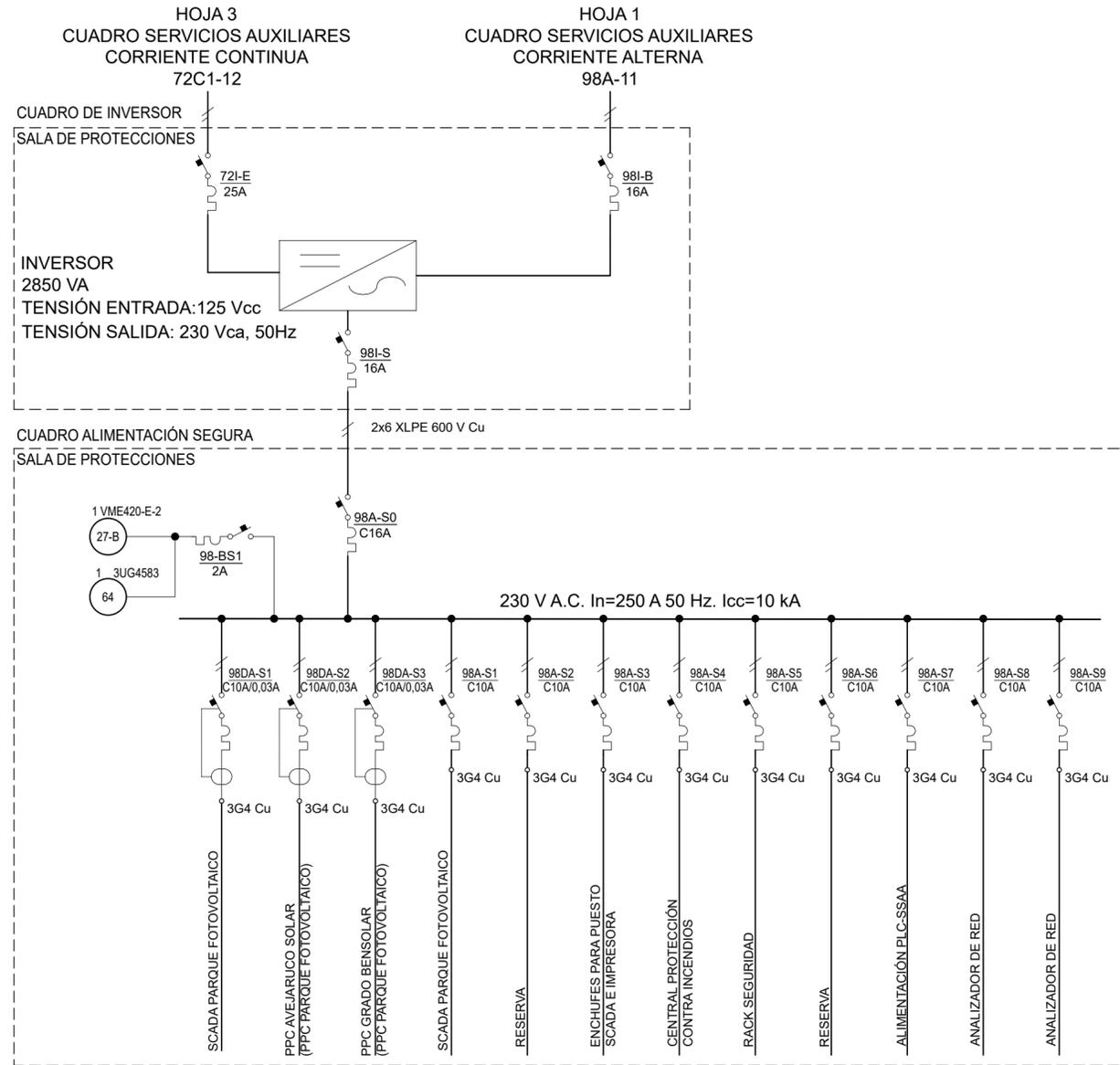
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	GRUPO GENERADOR
	TRANSFORMADOR
	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
	RELÉ MÍNIMA TENSION
	VIGILANTE DE AISLAMIENTO
	EQUIPO DE MEDIDA DE TENSION
	EQUIPO DE MEDIDA DE INTENSIDAD
	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CAJA MOLDEADA
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CAJA MOLDEADA MOTORIZADO
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO CON MÓDULO DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO CON RELÉ DIFERENCIAL (REGULABLE)
	INTERRUPTOR - SECCIONADOR MOTORIZADO
	INTERRUPTOR - SECCIONADOR
	CONTACTOR
	INTERRUPTOR-SECCIONADOR CON FUSIBLE
	FUSIBLE
	BLOQUE DE PRUEBA
	ANALIZADOR DE RED
	ONDULADOR
	BLOQUEO MECANICO
	FASES

- NOTAS**
1. TODOS LOS DATOS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS DE SS-AA SON PRELIMINARES (POTENCIAS, INTENSIDADES NOMINALES, SECCIONES DE CABLES, ETC.)
  2. LAS ALIMENTACIONES SON ESTIMATIVAS Y SE REDEFINIRÁN UNA VEZ ESTÉN CONCRETADAS LAS CARGAS REQUERIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS ASÍ COMO LA SECCIÓN A EMPLEAR EN CABLES Y SUS PROTECCIONES NECESARIAS.
- PLANOS DE REFERENCIA**
1. GR2-AVE-IGI-SLD-1000 ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBESTACION.
  2. GR2-AVE-IGI-SLD-1001 ESQUEMAS UNIFILARES DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.

FIRMA DEL INGENIERO

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

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:		CLIENTE:			
PROYECTO:		ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
TÍTULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS DIAGRAMA UNIFILAR SERVICIOS AUXILIARES			
Nº PLANO:	FECHA:	DIBUJADO:	FIRMA:	HÓJAS:	SIGUE:
GR2-AVE-IGI-SLD-1002	27-09-2024	GFP	JRA	1	2
REVISADO:	FIRMA:	APROBADO:	FIRMA:	REVISIÓN:	
JRA	JLO	JLO	JLO	R1	
ESCALA: S/E	TAM:				
	A1				



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	GRUPO GENERADOR
	TRANSFORMADOR
	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
	RELÉ MÍNIMA TENSIÓN
	VIGILANTE DE AISLAMIENTO
	EQUIPO DE MEDIDA DE TENSIÓN
	EQUIPO DE MEDIDA DE INTENSIDAD
	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CAJA MOLDEADA
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CAJA MOLDEADA MOTORIZADO
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO CON MÓDULO DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO CON RELÉ DIFERENCIAL (REGULABLE)
	INTERRUPTOR - SECCIONADOR MOTORIZADO
	INTERRUPTOR - SECCIONADOR
	CONTACTOR
	INTERRUPTOR-SECCIONADOR CON FUSIBLE
	FUSIBLE
	BLOQUE DE PRUEBA
	ANALIZADOR DE RED
	ONDULADOR
	BLOQUEO MECANICO
	FASES

**NOTAS**

- TODOS LOS DATOS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS DE SS AA SON PRELIMINARES (POTENCIAS, INTENSIDADES NOMINALES, SECCIONES DE CABLES, ETC.)
- LAS ALIMENTACIONES SON ESTIMATIVAS Y SE REDEFINIRÁN UNA VEZ ESTÉN CONCRETADAS LAS CARGAS REQUERIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS ASÍ COMO LA SECCIÓN A EMPLEAR EN CABLES Y SUS PROTECCIONES NECESARIAS.

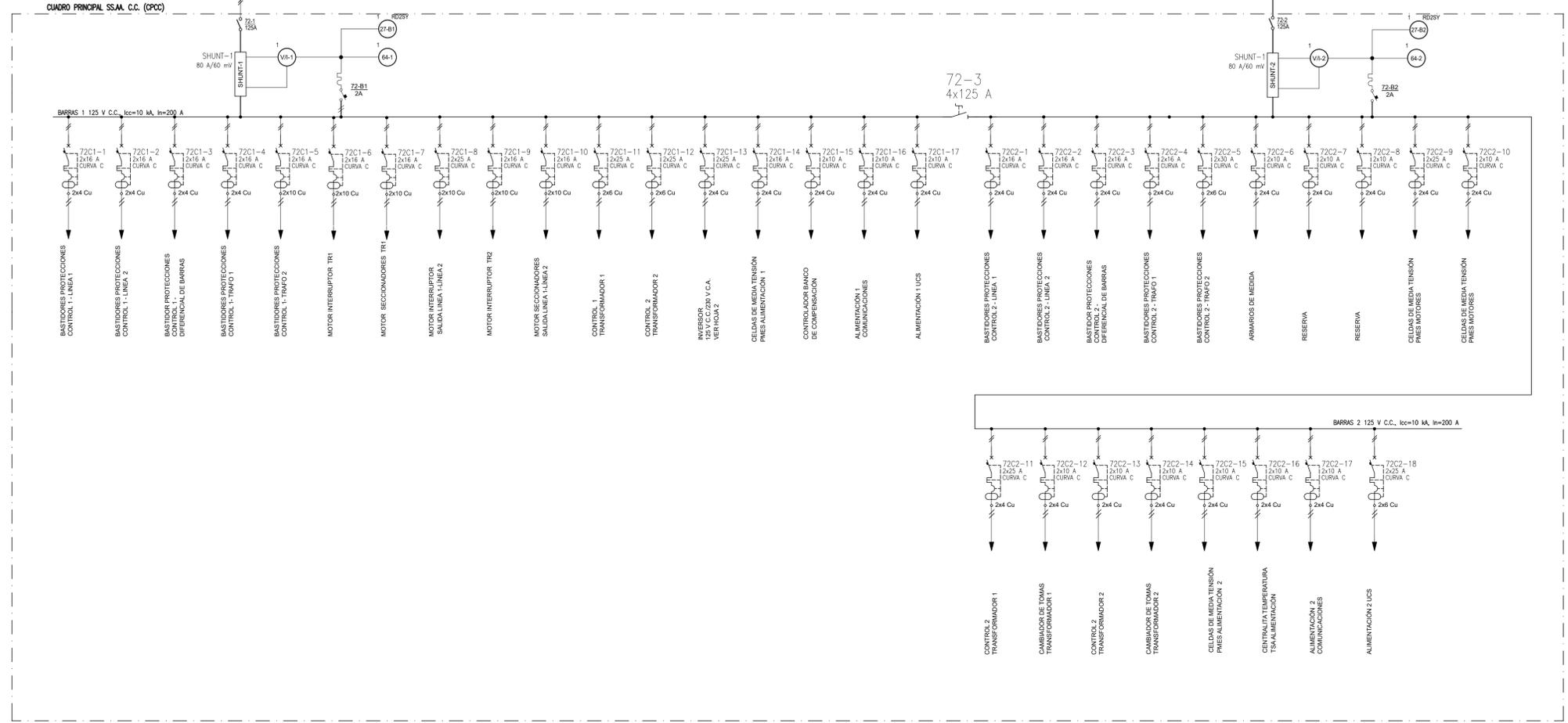
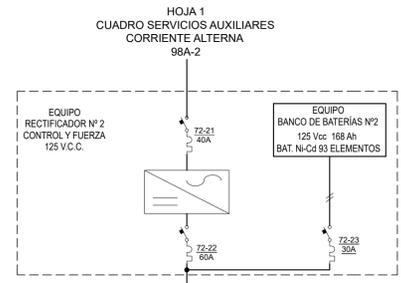
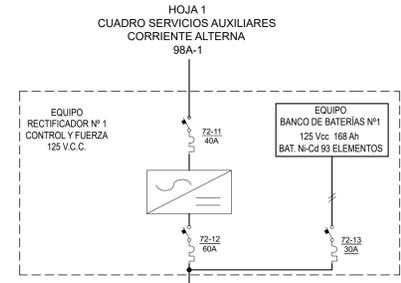
**PLANOS DE REFERENCIA**

- GRA2-AVE-IGI-SLD-1000 ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBESTACIÓN.
- GRA2-AVE-IGI-SLD-1001 ESQUEMAS UNIFILARES DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.

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

R1	PRIMERA EDICIÓN	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:					

		CLIENTE:			
PROYECTO:		ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
TÍTULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS ALIMENTACIONES DE CORRIENTE CONTINUA			
Nº PLANO:	FECHA:	DIBUJADO:	FIRMA:	HOJA:	SIGUE:
GRA2-AVE-IGI-SLD-1003	27-09-2024	GFP	JRA	2	3
ESCALA: S/E		TAM:	APROBADO:	FIRMA:	REVISION:
		A2	JLO	JRA	R1



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	GRUPO GENERADOR
	TRANSFORMADOR
	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
	RELÉ MÍNIMA TENSIÓN
	VIGILANTE DE AISLAMIENTO
	EQUIPO DE MEDIDA DE TENSIÓN
	EQUIPO DE MEDIDA DE INTENSIDAD
	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CAJA MOLDEADA
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE CAJA MOLDEADA MOTORIZADO
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO CON MÓDULO DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO CON RELÉ DIFERENCIAL (REGULABLE)
	INTERRUPTOR - SECCIONADOR MOTORIZADO
	INTERRUPTOR - SECCIONADOR
	CONTACTOR
	INTERRUPTOR-SECCIONADOR CON FUSIBLE
	FUSIBLE
	BLOQUE DE PRUEBA
	ANALIZADOR DE RED
	ONDULADOR
	BLOQUEO MECÁNICO
	FASES

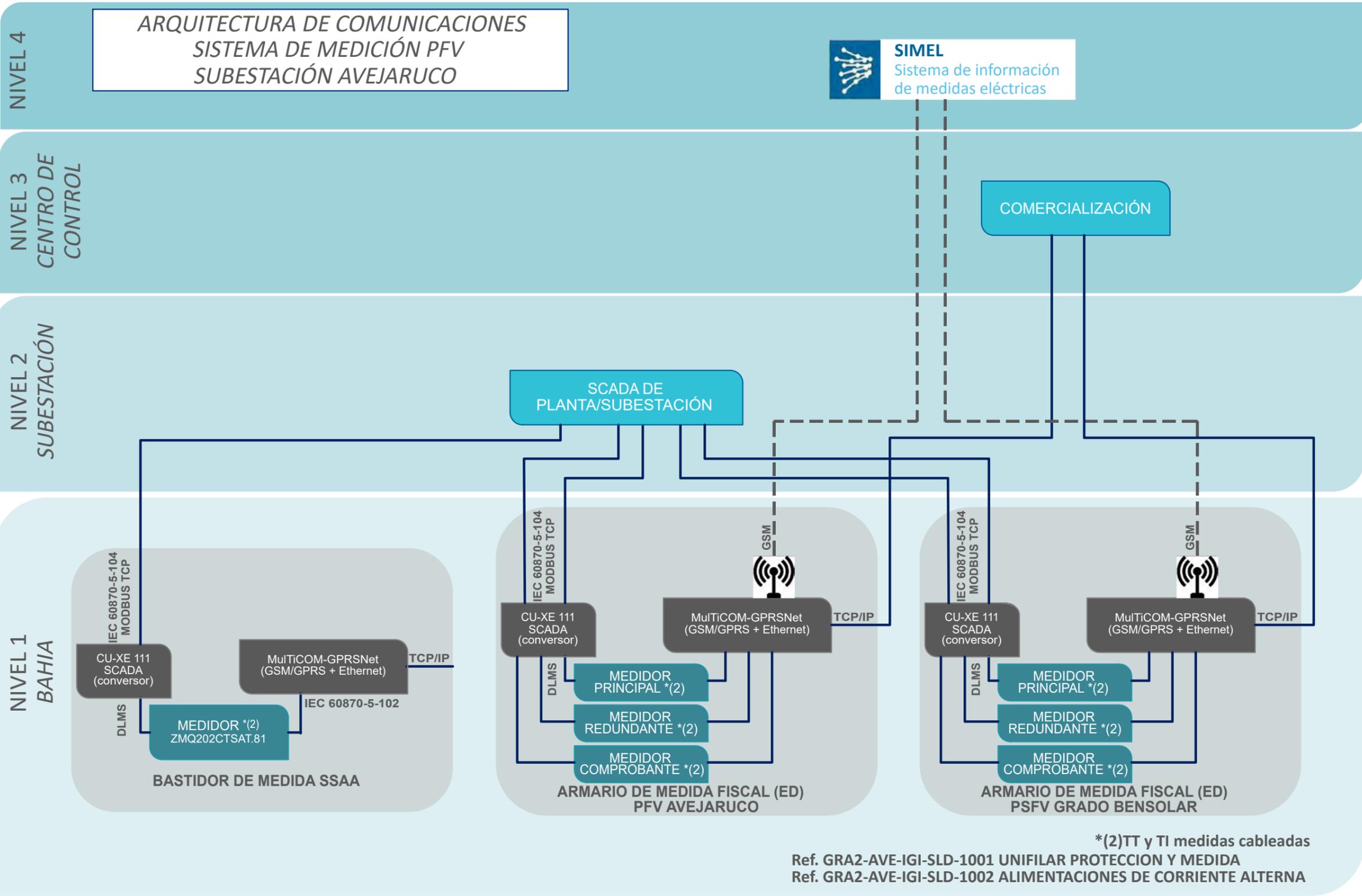
NOTAS	
1.	TODO LOS DATOS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS DE SS-AA SON PRELIMINARES (POTENCIAS, INTENSIDADES NOMINALES, SECCIONES DE CABLES, ETC.)
2.	LAS ALIMENTACIONES SON ESTIMATIVAS Y SE REDEFINIRÁN UNA VEZ ESTÉN CONCRETADAS LAS CARGAS REQUERIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS ASÍ COMO LA SECCIÓN A EMPLEAR EN CABLES Y SUS PROTECCIONES NECESARIAS.

PLANOS DE REFERENCIA	
1.	GRA2-AVE-IGI-SLD-1000 ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBESTACIÓN
2.	GRA2-AVE-IGI-SLD-1001 ESQUEMAS UNIFILARES DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.

**NOTAS:**  
 Los interruptores automáticos serán uso corriente continua con curva k + contactos auxiliares.  
 Las salidas serán equipadas con bornas de paso.  
 Las intensidades nominales serán revisadas y verificadas en la memoria de cálculo de servicios auxiliares. ver referencia 1.  
 La función 64 (relé de protección a tierra) esta integrada en el equipo cargador-rectificador.

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

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:		CLIENTE:			
PROYECTO:		ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
TÍTULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS DIAGRAMA UNIFILAR SERVICIOS AUXILIARES			
Nº PLANO:	FECHA:	DIBUJADO:	FIRMA:	HOJA:	SIGUE:
GRA2-AVE-IGI-SLD-1002	27-09-2024	GFP	JRA	3	-
ESCALA: S/E		TAM:	FIRMA:	REVISION:	
Inproin		A1	JLO	R1	



**\*(2)TT y TI medidas cableadas**  
 Ref. GRA2-AVE-IGI-SLD-1001 UNIFILAR PROTECCION Y MEDIDA  
 Ref. GRA2-AVE-IGI-SLD-1002 ALIMENTACIONES DE CORRIENTE ALTERNA

FIRMA DEL INGENIERO

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

						 	CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST AVEJARUCO 30/220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:		TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS COMUNICACIÓN. SISTEMA DE MEDIDA		
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	27-09-2024		ESCALA: S/E	TAMAÑO: A3	FECHA: 27-09-2024	Nº PLANO: GRA2-AVE-IGI-SLD-1004	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:								

## DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO



## INDICE PRESUPUESTO

- PARTE A. PRESUPUESTO Y MEDICIONES
- PARTE B. RESUMEN DEL PRESUPUESTO



## DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO

### Parte A. - Presupuesto y Mediciones



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
 PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado(Huesca)



### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

#### CAPÍTULO 01 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV

#### SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS

01.01.01	<p>m³ PLATAFORMA SUBESTACIÓN: EXCAVACIÓN TIERRA VEGETAL</p> <p>Desbroce y limpieza superficial de terreno por medios mecánicos hasta una profundidad de 30 cm, carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero autorizado, sin límite de distancia.</p> <p>Extendido de una capa de tierra vegetal de 10 cmts. de espesor sobre taludes a revegetal.</p>			
01.01.02	<p>m³ PLATAFORMA SUBESTACIÓN: EXCAVACIÓN TODO TIPO DE TERRENO</p> <p>Excavación ó desmonte en todo tipo de terreno compacto, incluso roca con medios mecánicos (retro, martillo, etc.) para plataforma de subestación y adecuación de acceso a vial proximo, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos resultantes de la excavación, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios auxiliares</p>	1.717,51	0,42	721,35
01.01.03	<p>m³ PLATAFORMA SUBESTACIÓN: FORMACIÓN DE TERRAPLÉN</p> <p>Relleno de tierras procedentes de excavación o préstamo con suelo clasificado como tolerable y/o adecuado, S/PG3 para formación del cimientó y núcleo del terraplén, realizado con medios mecánicos y ejecutado por tongadas de 30 cm como máximo, extendido, regado, apisonado y compactado con rulos de pata de cabra y/o vibrantes hasta conseguir un mínimo del 95% del P.M., incluyendo la realización de ensayos de densidad-humedad "in situ" con trosler, incluso p.p. de medios auxiliares, ejecutado de acuerdo a pliegos generales y particulares según planos de proyecto. Medido sobre perfil siguiendo las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas.</p>	743,16	3,25	2.415,27
01.01.04	<p>m³ PLATAFORMA SUBESTACIÓN: FIRMES</p> <p>Suministro, confección, colocación, compactación y terminación con una capa de 20 cm de zahorra natural compactada al 95% P.M. Relleno de tierras procedentes de préstamo con suelo clasificado como seleccionado, S/PG3 para formación de la coronación del terraplén (60 cm superiores), incluyendo adquisición, carga y transporte hasta una distancia máxima de 25 Km. de la obra (recorrido total 50 Km.) desde préstamo, realizado con medios mecánicos, extendido, regado, apisonado y compactado con rulos de pata de cabra y/o vibrantes hasta conseguir un mínimo del 98% del P.M., incluyendo la realización de ensayos de densidad-humedad "in situ" con trosler, incluso p.p. de medios auxiliares, ejecutado de acuerdo a pliegos generales y particulares según planos de la instalación. Medido sobre perfil, siguiendo las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas.</p> <p style="text-align: center;">172,80</p>	8.087,93	1,58	12.778,93
		752,20	21,00	15.796,20
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....</b>				<b>31.711,75</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISOADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP50CA verificable en https://coiiaar.e-gestion.es



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
 PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado(Huesca)



**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

**SUBCAPÍTULO 01.02 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

**APARTADO 01.02.01 RED SUPERIOR DE TIERRAS**

01.02.01.01	<p><b>PA RED SUPERIOR DE TIERRAS</b></p> <p>Suministro, montaje y puesta en marcha de pararrayos tipo Franklyn sobre pórticos, hilos de guarda, incluidas las bajantes a red de tierras inferiores, así como conexiones, soldaduras aluminotérmicas, grapas de sujeción, tubos y demás materiales auxiliares para su correcto funcionamiento. Debera de ir precedido del correspondiente estudio de alcance de toda la instalación.</p>	1,00	4.270,51	4.270,51
<b>TOTAL APARTADO 01.02.01 RED SUPERIOR DE TIERRAS .....</b>				<b>4.270,51</b>

**APARTADO 01.02.02 MALLA INFERIOR DE TIERRAS**

01.02.02.01	<p><b>ml RED DE TIERRAS INFERIORES</b></p> <p>ml. de red de tierras inferiores que incluye sin carácter limitativo: excavación en zanja en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, tendido de cable de cobre de 120 mm2 en la zanja, dejando accesibles al exterior las cocas de cable en longitud suficiente (min. 1.50 mtrs) para posterior puesta a tierra de las estructuras, p.p. de realización de soldaduras aluminotérmicas en "cruz" o "t" para uniones de los conductores de la red y posterior relleno de la zanja (al 98% del P.M.) con los materiales procedentes de la excavación incluso p.p.de achique de agua, limpieza, medios auxiliares y aperturas y posteriores rellenos de zanjas que sean necesarias para descubrir la malla existente, ejecutado de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos de Proyecto (medida sobre plano).</p>	1.955,00	24,88	48.640,40
01.02.02.02	<p><b>PA ENSAYO DE RESISTIVIDAD</b></p> <p>Realización "In Situ" mediante laboratorio homologado, de las mediciones de las tensiones de paso y contacto y resistencia resultante de la instalación una vez ejecutada la malla y posteriormente una vez finalizada. Informe de los resultados de las mediciones y comprobación de las mediciones de acuerdo a los análisis y calculos previos. Todo ello de acuerdo a lo establecido en la normativa vigente. en caso de incumplimiento de los valores , se incluye las medidas necesarias a adoptar para su cumplimiento y posterior comrpovación de su validez.</p>	1,00	3.175,82	3.175,82
<b>TOTAL APARTADO 01.02.02 MALLA INFERIOR DE TIERRAS .....</b>				<b>51.816,22</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....</b>				<b>56.086,73</b>

**SUBCAPÍTULO 01.03 OBRA CIVIL**

01.03.01	<p><b>u CIMENTACIÓN APARAMENTA PARQUE 220 kV</b></p> <p>Cimentación maciza para soporte de aparamenta, que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación de fondo de excavación con medios mecánicos, refino, compactación de fondo de excavación, suministro y vertido de hormigón de limpieza, suministro, colocación y nivelación de pernos y estribos, suministro y colocación de hormigón en primera y segunda fase, encofrado, tubos PEAD corrugado de doble capa diametro 90mm hasta conexión con canal de cables, tubos para paso de cables de tierras, relleno (compactado al 98% P.M.) con material procedente de la excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos resultantes de la excavación, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, medios auxiliares y ensayos de hormigón según Plan de Control de Calidad de la Obra, ejecutado de acuerdo a Pliegos Generales y Particular y según características y detalles indicados en Planos del Proyecto, totalmente finalizada.</p> <p>Autoválvulas 220 kV.....12 ud</p>			
----------	--	--	--	--



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
 PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado(Huesca)



### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Seccionador tripolar de línea con p.a.t.....12 ud Seccionador tripolar de barras.....24 ud Transformador de Tensión.....9 ud Transformador de Intensidad.....12 ud Interruptor unipolar.....12 ud Aisladores de Apoyo.....4 ud Barras principales.....6 ud Estructura Pórtico Línea 220 kV.....3 ud			
01.03.02	<b>u CIMENTACIÓN APARAMENTA PARQUE 30 kV</b> Losa de cimentación para soporte de aparamenta 30 kV, que incluye, sin carácter limitativo: adecuación y excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación de fondo de excavación con medios mecánicos, refino, compactación de fondo de excavación, suministro y vertido de hormigón de limpieza, suministro, suministro y colocación de hormigón en primera y segunda fase, encofrado, tubos PEAD corrugado de doble capa diametro 90mm hasta conexión con canal de cables, tubos para paso de cables de tierras, relleno (compactado al 98% P.M.) con material procedente de la excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos resultantes de la excavación, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, medios auxiliares y ensayos de hormigón según Plan de Control de Calidad de la Obra, ejecutado de acuerdo a Pliegos Generales y Particular y según características y detalles indicados en Planos del Proyecto, totalmente finalizada. Reactancia de puesta a tierra.....2 ud Banco de Condensadores.....1ud Grupo Electrogeno.....1 ud Pórtico Gálbo .....2 ud Antena de Telecomunicaciones.....1 ud	94,00	985,60	92.646,40
01.03.03	<b>u BANCADA DE TRANSFORMADOR 220/30 kV</b> Bancada de transformador de potencia, suministro, colocación y nivelación de herrajes, suministro y colocación de hormigón en primera y segunda fases, tubos de cable de tierra y señales de control, totalmente terminada.  Bancada para transformador de potencia 220/30 kV, que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación de fondo de excavación, suministro y vertido de hormigón de limpieza, suministro y colocación de armado de cualquier diámetro, suministro y vertido de hormigón, encofrado, suministro y colocación de tubos de acero inoxidable de diferentes diámetros para paso de cables de control y cables de tierra, suministro y colocación de tubos de acero inoxidable para drenaje de aceite, suministro y colocación de estructuras metálicas soporte, tramex, bolos apagafuegos tamaño mínimo 80/100, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos resultantes de la excavación, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, medios auxiliares y ensayos de hormigón y acero según. Se incluye la construcción de foso de recogida de aceites debajo de bancada, para evitar el desprendimiento del aceite interior del transformador de potencia de la subestación, que incluye excavación, suministro y colocación de hormigón de limpieza, encofrado, suministro y colocación de hormigón en primera y segunda fases, totalmente terminado. Plan de Control de Calidad de la Obra, ejecutado de acuerdo a Pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto, totalmente terminada.	7,00	850,75	5.955,25
01.03.04	<b>u MURO CORTAFUEGOS</b> Muro cortafuegos que incluye, sin carácter limitativo: excavación y hormigonado de encepado y hormigonado de alzados con hormigón HA-35, suministro y colocación de hormigón de limpieza, armadura de cualquier diámetro, colocación de plantillas y pernos de anclaje, hormigón, encofrados, tubo de PEAD corrugado de 30 mm. de diámetro para protección de red de tierras en zonas en contacto con hormigón y su mandrilado, incluso restauración de red de tierras en caso de rotura, relleno (compactado al 98% P.M.) con material procedente de la excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, in-	2,00	29.526,00	59.052,00

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP5OQA verificable en https://coiiair.e-gestion.es



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado(Huesca)



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	cluso canon de vertido y parte proporcional de achique de agua, limpieza y medios auxiliares, p.p. de reposición de la red de tierras, hormigón de formación de pendientes, ejecutado de acuerdo a Pliegos, totalmente terminada (pórtico sobre muro cortafuegos).			
01.03.05	<b>u CASETA DE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN. PSFV GRADO BENSOLAR</b> Caseta prefabricada para alojamiento de celdas de media tensión correspondiente al parque Fotovoltaico PSFV Grado Bensolarr, incluye servicios de iluminación y fuerza dentro de la caseta.	1,00	16.525,20	16.525,20
01.03.06	<b>u CASETA DE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN. PFV AVEJARUCO SOLAR</b> Caseta prefabricada para alojamiento de celdas de media tensión correspondiente al parque Fotovoltaico PFV Avejaruco Solar, incluye servicios de iluminación y fuerza dentro de la caseta.	1,00	12.960,22	12.960,22
01.03.07	<b>u CASETA DE CONTROL Y SERVICIOS AUXILIARES</b> Caseta prefabricada de control y servicios auxiliares para alojamiento de armarios de protecciones posiciones de 220 kV, conjunto de recificador-baterías de corriente continua, armarios de comunicaciones, cuadros de corriente alterna y corriente continua de servicios auxiliares, servicios de control y scada parques. Incluidas instalaciones auxiliares (iluminación, fuerza, climatización y calefacción alarma) y estructuras metálicas necesarias. Completamente finalizado.	1,00	17.780,00	17.780,00
01.03.08	<b>p.a. SISTEMA DE DRENAJE</b> Sistema de drenaje de aguas perimetrales e interiores, en subestación. Incluye suministro y ejecución de drenajes bajo canal, en terreno explanado y drenaje colector. Deberá de contar con las arquetas suficientes, de acuerdo a cálculos de drenaje efectuados. Incluye cuneta perimetral revestida y pozo de recogida.	1,00	44.430,00	44.430,00
01.03.09	<b>m3 EXTENDIDO DE GRAVA</b> Acabado de parque, con extensión de gravilla machacada 18-20 mm, en capa de 20 cm. Extendido de capa de grava de granulometría 20/40, procedente de machaqueo de piedra, de 10 cm de espesor sobre la superficie no ocupada por cimentaciones, edificio, canalizaciones y viales, incluye suministro, carga y transporte.	1,00	23.650,00	23.650,00
01.03.10	<b>m2 VIALES PERIMETRALES INTERIOR SUBESTACIÓN</b> Viales interiores subestación. Vial de anchura según planos, realizado en base a hormigón para viales, que incluye sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos en formación de caja para viales, refino, nivelación y compactación del fondo de la excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios auxiliares, suministro y colocación de las distintas capas constituyentes, parte proporcional de armados para retracción, realización de juntas, pendientes, incluso suministro y colocación de bordillos laterales de hormigón prefabricados y de la correspondiente base para su asiento. Se incluye asimismo parte proporcional de ensanches para cambios de dirección y todos los elementos necesarios para su completa terminación según Pliegos.	110,00	60,80	6.688,00
01.03.11	<b>m VALLADO PERIMETRAL</b> Montaje de vallado perimetral de 2,5 m de altura. Cerramiento metálico perimetral, que incluye sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, construcción del murete de hormigón, suministro y montaje de pies derechos de tubo de acero galvanizado de Ø48 mm de diámetro y 1,50 mm de espesor, tela metálica de simple torsión	795,00	30,75	24.446,25



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado(Huesca)



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	50x50x3mm de acero dulce galvanizado, remate en su parte superior formado por tres filas de alambres de Ø3 mm cada 15 cm aproximadamente, todas ellas galvanizadas, relleno con material de excavación compactado al 100% P.M., carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, tornapuntas, postes de esquina, cables tensores, medios auxiliares y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutada de acuerdo a pliegos de condiciones y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto.			
01.03.12	<b>u PUERTA VEHICULAR Y PEATONAL</b> Suministro e instalación de puerta de vehículos de 7 m de luz libre y 2,3 m de altura, formada por tubos rectangulares y chapa lisa de 2 mm de espesor, incluso elementos de rodadura, anclajes, pernos, embebidos, topes, con apertura y cierre automático, mecanismos y colocación; y puerta de acceso peatonal de 1 m de luz libre y 2,3 m de altura, de una hoja, incluso cerradura, y elementos de seguridad automáticos, anclajes, pernos embebidos y colocación. Asimismo, se incluyen pilas tras de hormigón, rellenos, conexionado a la red de tierras inferiores, etc. todos los elementos necesarios para su completa terminación de acuerdo a pliegos Generales y Particular.	262,00	90,60	23.737,20
01.03.13	<b>m CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS.</b> Canalizaciones subterráneas en todo el parque exterior mediante tubos corrugados PEAD (de diámetros desde 90 mm hasta 200 mm) enterrados en zanjas de obra de 850 mm de profundidad y de varias anchuras. Todo ello para la canalización de cables de control, protección, y de potencia (Media Tensión y Baja Tensión). Completamente terminadas las canalizaciones y sus conexiones.	1,00	7.503,00	7.503,00
		250,00	39,50	9.875,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 OBRA CIVIL</b>				<b>345.248,52</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.04 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN 220 kV</b>				
01.04.01	<b>u AUTOVALVULAS 220 kV</b> Suministro y montaje de autoválvula 220 kV, 10 kA, incluida estructura metálica, montaje de contador de descargas. conexión a la fase de potencia y a tierra.			
01.04.02	<b>u TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS</b> Transformadores de tensión inductivos con relación de transformación 220.000:73 /110:73 - 110:73 - 110:3 V , potencias de precisión 20VA-50VA-50VA y clase de precisión cl. 0.2 – cl. 0.5 3P – cl. 3P, incluida estructura metálica, montaje y caja de centralización circuitos de tensión.	12,00	13.497,50	161.970,00
01.04.03	<b>u TRANSFORMADORES DE TENSIÓN CAPACITIVOS</b> Transformadores de tensión capacitivos con relación de transformación 220.000:73 /110:73 - 110:73 - 110:3 V , potencias de precisión 20VA-50VA-50VA y clase de precisión cl. 0.5 – cl. 0.5 3P – cl. 3P, incluida estructura metálica, montaje y caja de centralización circuitos de tensión.	3,00	21.434,00	64.302,00
01.04.04	<b>u INTERRUPTOR AUTOMATICO UNIPOLAR</b> Interruptor automático unipolar, con mando , 220 kV, 3150 A, 40 kA incluida estructura metálica(soporte+plataforma), montaje, llenado de SF6, parte proporcional de armario exterior para centralización de circuitos de interruptor. Realización de pruebas de disparo in situ (SAT).	6,00	14.650,30	87.901,80
		12,00	26.750,00	321.000,00



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado(Huesca)



### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04.05	u TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD. POS. L/ EL GRADO Transformadores de intensidad con relación de transformación 800-1600 /5-5-5-5 A, potencias de precisión 10 VA-30VA-30VA-30 VA y clase de precisión - cl 0,5- 5P20 - 5P20 - 5P20 incluida estructura metálica, montaje y caja de centralización circuitos de intensidad.	3,00	22.715,43	68.146,29
01.04.06	u TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD. POS. L/ REGADERA Transformadores de intensidad con relación de transformación 600-1200 /5-5-5-5 A, potencias de precisión 10 VA-30VA-30VA-30 VA y clase de precisión cl 0,5 - 5P20 - 5P20 - 5P20 incluida estructura metálica, montaje y caja de centralización circuitos de intensidad.	3,00	20.350,22	61.050,66
01.04.07	u TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD. POS. T-1 Transformadores de intensidad con relación de transformación 200-400 /5-5-5-5-5 A, potencias de precisión 10 VA-10 VA-30VA-30VA-30 VA y clase de precisión cl. 0,2s - cl 0,5:5P20 - 5P20 - 5P20 incluida estructura metálica, montaje y caja de centralización circuitos de intensidad.	3,00	17.689,44	53.068,32
01.04.08	u TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD. POS. T-2 Transformadores de intensidad con relación de transformación 50-100 /5-5-5-5-5 A, potencias de precisión 10 VA-10 VA-30VA-30VA-30 VA y clase de precisión cl. 0,2s - cl 0,5:5P20 - 5P20 - 5P20 incluida estructura metálica, montaje y caja de centralización circuitos de intensidad.	3,00	14.450,20	43.350,60
01.04.09	u SECCIONADOR TRIPOLAR CON CUCHILLAS DE P.a.T Seccionador tripolar 245 kV, 2.000 A, 40 kA con cuchillas de puesta a tierra, incluida estructura, caja de mando (potencia y puesta a tierra)y montaje. Se incluye la realización de pruebas In Situ (SAT)	2,00	19.906,30	39.812,60
01.04.10	u PÓRTICO DE LÍNEA Pórtico (conjunto de viga y columnas) de inicio de linea-salida de S.E.T. Realizados con aceros S355JR y S275 JR. Incluido suministro, acopio, armado, izado, puesta a tierra y placa señalización. Se incluyen cadenas de aisladores. Completamente finalizado.	2,00	15.604,58	31.209,16
01.04.11	u MATERIAL DIVERSO Suministro y montaje de material diverso en parque exterior de 220 kV: -Conductores desnudos entre apartamente (Cable Rail) - Conectores (racores de conexión) de apartamenta. - Petacas para conexión de puesta a tierra y conexión de los latiguillos. - Aisladores de apoyo en posicion. - Remates diversos en el parque exterior (tapados, limpieza, repasos, repuestos varios.)	1,00	26.770,30	26.770,30
01.04.12	u SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS Seccionador tripolar de barras principales 245 kV, 2.000 A, 40 kA incluida estructura, caja de mando y montaje. Se incluye la realización de pruebas In Situ (SAT)	6,00	15.100,50	90.603,00
01.04.13	u POSICION DE BARRAS PRINCIPALES Suministro y montaje de estructura, aisladores soporte y tubos de Aluminio-Acero 150/134 diam para Barras principales de subestación. Configuración en barra simple. Se considera por posicion y las tres fases. Totalmente montado y conexionado.	2,00	10.140,00	20.280,00

**TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN..... 1.069.464,73**



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado(Huesca)



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 01.05 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN</b>				
01.05.01	u CELDA 30 kV. PROTECCIÓN TRANSFORMADOR DE POTENCIA (T-1) Celda 36 kV, 1250 A, 25 kA para protección de transformador, con aislamiento sólido y corte en SF6, incluido montaje, cables, terminales y transformadores de intensidad. Incluye sistema de protección de celda y analizador de redes , instalado y verificado con sus correspondientes pruebas.	1,00	24.385,40	24.385,40
01.05.02	u CELDA 30 kV. PROTECCIÓN LINEAS M.T (PFV AVEJARUCO SOLAR) Suministro y Montaje de celda 36 kV, 1250 A en barras, 630 A en derivación, 25 kA para protección de línea de 30 kV, con aislamiento sólido y corte en SF6, incluido montaje, cables, terminales y transformadores de intensidad. Incluye sistema de protección de celda y analizador de redes , instalado y verificado con sus correspondientes pruebas.	3,00	19.599,13	58.797,39
01.05.03	u CELDA 30 kV. PROTECCIÓN LINEAS M.T (PSFV GRADO BENSOLAR) Suministro y Montaje de celda 36 kV, 1250 A en barras, 630 A en derivación, 25 kA para protección de línea de 30 kV, con aislamiento sólido y corte en SF6, incluido montaje, cables, terminales y transformadores de intensidad. Incluye sistema de protección de celda y analizador de redes , instalado y verificado con sus correspondientes pruebas.	2,00	19.635,44	39.270,88
01.05.04	u CELDA 30 kV. PROTECCIÓN TRANSFORMADOR DE POTENCIA (T-2) Celda 36 kV, 1250 A, 25 kA para protección de transformador, con aislamiento sólido y corte en SF6, incluido montaje, cables, terminales y transformadores de intensidad. Incluye sistema de protección de celda y analizador de redes , instalado y verificado con sus correspondientes pruebas.	1,00	21.705,00	21.705,00
01.05.05	u TRANSFORMADOR SERVICIOS AUXILIARES 30/0,4 kV Ud. de suministro y montaje de transformador de servicios auxiliares 30/0,4-0 ,231 kV , para interior, aislamiento seco, de 100 kVA Dyn11, tensión de cortocircuito 6%, totalmente montado en interior de caseta de celdas. Incluye la descarga hasta la zona de acopio, traslado hasta la zona de montaje y nivelado, incluyendo todos los materiales y accesorios necesarios para su montaje, conexión de los cables de media tensión y de baja tensión hasta el cuadro principal de corriente alterna y la puesta a tierra, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.	1,00	24.705,00	24.705,00
01.05.06	u CELDA 30 kV. PROTECCIÓN TSA Celda 36 kV, 1250 A en barras, 25 kA para protección de transformador de servicios auxiliares, mediante seccionador-interruptor con fusible de 10 A incorporado, incluido montaje, cables, terminales de cables y conectados.	1,00	12.705,50	12.705,50
01.05.07	u TRANSFORMADORES DE TENSIÓN Celda con transformadores de tensión de medida de tensión en barras de 30 kV, con relación de transformación 33.000:73 /110:73 - 110:3 -110:3 V, potencias de precisión 10VA-50VA-20VA y clase de precisión cl. 0.2 - cl 0.5- 3P, cl. 3P ,incluido montaje.	6,00	4.041,66	24.249,96
01.05.08	u SECCIONADOR TRIPOLAR Seccionador 36 kV intemperie, 1250 A 25kA, incluido montaje y estructura, para conexión a reactancia de puesta a tierra .	2,00	2.090,60	4.181,20
01.05.09	u CELDA 30 kV. PROTECCIÓN BANCO DE CONDENSADORES Suministro y Montaje de celda 36 kV, 1250 A en barras, 630 A en derivación, 25 kA para protección de banco de condensador para compensador de reactiva en 30 kV, con aislamiento sólido en barras y corte en SF6, incluido montaje, cables, terminales y transformadores de intensidad. Incluye sistema de protección de celda y analizador de redes , instalado y verificado con sus correspondientes pruebas.	1,00	16.850,45	16.850,45



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
 PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado(Huesca)



### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.05.10	<p><b>u BANCO CONDENSADORES EN 30 kV</b></p> <p>Suministro y Montaje de Banco de Condensadores para compensación de Potencia Reactiva de acuerdo al cumplimiento del código de Red. Elemento para exterior bajo envolvente de acero tratado y pintado contra la corrosión.            Tipo de servicio: Intemperie            Tensión de servicio 30 kV            Tensión máxima de servicio 36 kV            Tensiones de ensayo, a tierra y entre polos            Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) 70 kV            Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 ms)170 kV            Potencia total banco condensadores: 5.000 kVAR            Esquema de conexionado:Doble estrella            Cantidad de condensadores por batería20 Uds            Potencia unitaria del condensador250 kVAR            Sobretensión 1,10 Un 12 h            Sobretensióna frecuencia industria 1,15 Un 5 min            Dispondra de elementos como reactancia de choke, transformadores de intensidad y protección mediante interruptor interno.</p>	1,00	25.765,80	25.765,80
01.05.11	<p><b>p.a. CONDUCTORES Y APARAMENTA AUXILIARES</b></p> <p>Suministro e instalación:            Conductores (cables de potencia) y terminales de cable (exterior e interior a celda).            Aparamenta auxiliares ,aisladores y autovalvulas en 30 kV.            Conectores y estructura soporte cables aislados.            Embarrado en 30 kV con tubo de aluminio 100/88 mm, incluido montaje.            Tendidos , montajes y conexionado.</p>	1,00	16.425,50	16.425,50
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 APARAMENTA DE MEDIA .....</b>				<b>269.042,08</b>

### SUBCAPÍTULO 01.06 TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y REACTANCIAS

01.06.01	<p><b>u TRANSFORMADOR DE POTENCIA T-1</b></p> <p>Transformador trifásico de potencia 220±10X1,5%/30 kV de intemperie, 60/70 MVA ONAN/ONAF, Grupo de conexión YNd11, con regulación en carga.            Transformadores de intensidad tipo "Bushing" incorporados al transformador, con la relación, numero de secundarios y clases de precisión que figuran en esquema unifilar asociado.            Debera de contar al menos con las siguientes protecciones y equipamientos mínimos:            - Buchholz con contactos de alarma y disparo            - Nivel de aceite con contacto de alarma.            - Termómetro con contactos de alarma y disparo            - Depósito de expansión con nivel óptico            - Sondas temperaturas devanados.            Incluye:            - Fase de Ingeniería de la maquina.            - Fabricación y pruebas obligatorias según normativa en fábrica (FAT).            - Transporte y descarga hasta su ubicación final en subestación.            - Montaje de componentes y cableado interno hasta armario propio.            - Realización de pruebas In Situ (SAT).            - Documentación (Ingeniería y Resultado de pruebas).            - Puesta en marcha.</p>	1,00	585.321,79	585.321,79
----------	---	------	------------	------------



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
 PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado(Huesca)



### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.06.02	<p><b>u TRANSFORMADOR DE POTENCIA T-2</b></p> <p>Transformador trifásico de potencia 220±10X1,5%/30 kV de intemperie, 15/18 MVA ONAN/ONAF, Grupo de conexión YNd11, con regulación en carga.            Transformadores de intensidad tipo "Bushing" incorporados al transformador, con la relación, número de secundarios y clases de precisión que figuran en esquema unifilar asociado.            Deberá de contar al menos con las siguientes protecciones y equipamientos mínimos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buchholz con contactos de alarma y disparo</li> <li>- Nivel de aceite con contacto de alarma.</li> <li>- Termómetro con contactos de alarma y disparo</li> <li>- Depósito de expansión con nivel óptico</li> <li>- Sondas temperaturas devanados.</li> </ul> <p>Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fase de Ingeniería de la maquina.</li> <li>- Fabricación y pruebas obligatorias según normativa en fábrica (FAT).</li> <li>- Transporte y descarga hasta su ubicación final en subestación.</li> <li>- Montaje de componentes y cableado interno hasta armario propio.</li> <li>- Realización de pruebas In Situ (SAT).</li> <li>- Documentación (Ingeniería y Resultado de pruebas).</li> <li>- Puesta en marcha.</li> </ul>			
01.06.03	<p><b>u REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA</b></p> <p>Suministro y montaje de reactancia de puesta a tierra 36 kV intemperie, conexión zig-zag, 500A, 30seg, incluido estructura soporte elevada para su montaje.</p>	1,00	425.669,44	425.669,44
		2,00	22.781,00	45.562,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.06 TRANSFORMADORES DE .....</b>			<b>1.056.553,23</b>	
<b>SUBCAPÍTULO 01.07 EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y SERVICIOS AUXILIARES</b>				
01.07.01	<p><b>u SISTEMA DE PROTECCIÓN Y CONTROL</b></p> <p>Conjunto de armarios de protección de las posiciones de 220 kV ( 1 Ud para cada posición de línea equipada con doble sistema de protección diferencial)+ 1 Ud para cada posición de transformador (equipada con doble sistema de protección diferencial de transformador). Perfectamente instalados, cableado y conectado. Incluye el cableado a lo largo de todo el parque (Suministro cableado, tendido a lo largo del parque exterior , conexionado y realización de verificación de pruebas en vacío).</p>			
01.07.02	<p><b>u EQUIPO DE CENTRAL CONTROL SUBESTACIÓN</b></p> <p>Suministro, montaje y puesta en servicio de armario de control SET (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento. Incluye sistema de medición y control de servicios auxiliares.</p>	1,00	137.512,14	137.512,14
01.07.03	<p><b>u SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES</b></p> <p>Suministro, montaje y puesta en marcha de armario de comunicaciones, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento</p>	1,00	36.780,90	36.780,90
01.07.04	<p><b>u EQUIPOS DE MEDIDA</b></p> <p>Equipo de medida para punto de medida, compuesto por contadores, registradores, módem de comunicaciones, regleta de comprobación, línea telefónica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipo de medida Principal - Redundante - Comprobante PFV Avejaruco</li> <li>- Equipo de medida Principal - Redundante - Comprobante PFV Grado Bensolar</li> </ul>	1,00	15.550,00	15.550,00
		2,00	7.735,44	15.470,88

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP5OQA verificable en https://coiiair.e-gestion.es



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado(Huesca)



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.07.05	<p><b>u BATERÍAS 125 Vcc</b></p> <p>Equipo rectificador y batería 125 Vcc, rectificadores alterna trifásico - continua 125 Vcc. Montaje de cargador-batería. Incluye la descarga hasta la zona de acopio, traslado hasta la zona de montaje y anclaje y nivelado de los armarios, incluyendo suministro y colocación de perfiles metálicos para apoyo de los mismos, los accesorios de fijación necesarios, la puesta a tierra de los armarios, taladros en estructura o paramentos, tacos, tornillería, canaleta de cables en cuadros murales, montaje y conexionado de los equipos frágiles desmontados y embalados en su interior (si fuese necesario), etc. También queda incluido el montaje y formación de vasos de la batería.</p>			
		2,00	18.173,75	36.347,50
01.07.06	<p><b>u BATERÍAS 48 Vcc</b></p> <p>Equipo rectificador y batería 48 Vcc, convertidor 125 Vcc - 48 Vcc. (Opcional encaso de ser necesario para comunicaciones). Montaje de cargador-batería. Incluye la descarga hasta la zona de acopio, traslado hasta la zona de montaje y anclaje y nivelado de los armarios, incluyendo suministro y colocación de perfiles metálicos para apoyo de los mismos, los accesorios de fijación necesarios, la puesta a tierra de los armarios, taladros en estructura o paramentos, tacos, tornillería, canaleta de cables en cuadros murales, montaje y conexionado de los equipos frágiles desmontados y embalados en su interior (si fuese necesario), etc. También queda incluido el montaje y formación de vasos de la batería.</p>			
		2,00	7.700,17	15.400,34
01.07.07	<p><b>u GRUPO ELECTROGENO</b></p> <p>Ud. Suministro y montaje de grupo electrógeno de hasta 100 kVA, de emergencia, incluye la descarga hasta la zona de acopio y traslado hasta la zona de montaje, anclaje y nivelado a bancada, incluyendo todos los materiales y accesorios necesarios para su correcto montaje y funcionamiento, incluso el sellado de los tubos de cables no utilizados y la puesta a tierra de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y los requisitos de la especificación técnica de montaje.</p>			
		1,00	20.036,25	20.036,25
01.07.08	<p><b>u EQUIPO DE DETECCIÓN Y EXT. DE INCENDIOS</b></p> <p>Suministro e instalación de sistema de detección, alarma y extinción de incendios para el edificio de control.</p>			
		1,00	18.941,10	18.941,10
01.07.09	<p><b>u CUADROS DE BAJA TENSIÓN</b></p> <p>Suministro de armario de baja tensión para corriente alterna. Montaje de armario. Incluye la descarga hasta la zona de acopio, traslado hasta la zona de montaje y anclaje del mismo. Incluyendo suministro y colocación de perfiles metálicos para apoyo de los mismos, los accesorios de fijación necesarios, la puesta a tierra de los armarios, taladros en estructura o paramentos, tacos, tornillería, canaleta de cables en cuadros murales, montaje y conexionado de los equipos frágiles desmontados y embalados en su interior (si fuese necesario), etc.</p> <p>También incluye el montaje de nuevos equipos, ferrulado, embornado y conexionado de los mismos. Se incluye en esta unidad las horas necesarias de un oficial eléctrico para la realización de pruebas. Se incluye suministro y montaje de placa de denominación del armario. El instalador suministrará y montará en los canales o el suelo técnico, los bastidores soporte realizados con perfiles de acero galvanizados, en los que se apoyarán los armarios correspondientes. Esto incluye la definición en obra, corte, soldadura, taladrado, pintura o la construcción según planos incluidos en el proyecto, la fijación al suelo, alineación de la losas del suelo técnico, corte de estas losas o del tablero permalí si procede, y en general todas aquellas operaciones necesarias para la correcta terminación de los soportes e instalación de los armarios. Se incluye la parte proporcional del suministro y montaje del suelo técnico necesario para cubrir las zonas libres de armarios de las salas.</p>			
		1,00	13.323,53	13.323,53



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
 PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado(Huesca)



### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.07.10	<p><b>u CUADRO DE CORRIENTE CONTINUA</b></p> <p>Suministro y montaje de armario principal de corriente continua 125 Vcc. Montaje de armario. Incluye la descarga hasta la zona de acopio, traslado hasta la zona de montaje y anclaje de los armarios, incluyendo suministro y colocación de perfiles metálicos para apoyo de los mismos, los accesorios de fijación necesarios, la puesta a tierra de los armarios, taladros en estructura o paramentos, tacos, tornillería, canaleta de cables en cuadros murales, montaje y conexionado de los equipos frágiles desmontados y embalados en su interior (si fuese necesario), etc.</p> <p>También incluye el montaje de nuevos equipos, ferrulado, embornado y conexionado de los mismos. Se incluye en esta unidad las horas necesarias de un oficial eléctrico para la realización de pruebas. Se incluye suministro y montaje de placa de denominación del armario. El instalador suministrará y montará en los canales o el suelo técnico, los bastidores soporte realizados con perfiles de acero galvanizados, en los que se apoyarán los armarios correspondientes. Esto incluye la definición en obra, corte, soldadura, taladrado, pintura o la construcción según planos incluidos en el proyecto, la fijación al suelo, alineación de la losas del suelo técnico, corte de estas losas o del tablero permalí si procede, y en general todas aquellas operaciones necesarias para la correcta terminación de los soportes e instalación de los armarios. Se incluye la parte proporcional del suministro y montaje del suelo técnico necesario para cubrir las zonas libres de armarios de las salas.</p>	1,00	12.651,14	12.651,14
01.07.11	<p><b>u SISTEMA DE CALEF., VENTILACIÓN Y AIRE AC.</b></p> <p>SISTEMA DE CALEF., VENTILACIÓN Y AIRE AC.</p> <p>Suministro y montaje de equipo de climatización en caseta de control y casetas de celdas y puesta en servicio del mismo. El equipo de climatización será tipo inverter con unidad interior tipo split de pared. Se considera dentro de esta unidad el suministro y montaje de las cajas de distribución, canaletas de cables libres de halógenos, estructura de apoyo de unidad exterior y su puesta a tierra, tomas de corriente según requerimientos del fabricante del equipo, sellado de pasamuros y, en general, todo el material auxiliar necesario para su correcta terminación.</p> <p>Suministro y montaje de radiador eléctrico de 1.500 W, fijación a pared, en edificio de control y/o caseta de celdas. Se considera dentro de esta unidad el suministro de las cajas de distribución, tomas de corriente y todo el material necesario para su correcta terminación.</p> <p>Suministro y montaje de extractor de aire con cerco auxiliar para fijación, rejilla de protección exterior, persiana de lamas interior de apertura manual, con marco desmontable. El precio incluye el suministro y montaje del marco metálico que se colocará embebido en el muro del edificio o caseta, la colocación de los tacos Hilti para su montaje y en general todas las operaciones necesarias para que quede totalmente terminado. El precio incluye transporte y manipulación hasta su emplazamiento definitivo, el suministro de tornillería, tacos, bornas y terminales para su conexión a red, conexionado, etc.</p>	1,00	21.414,71	21.414,71
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.07 EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y .....</b>				<b>343.428,49</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV .....</b>				<b>3.171.535,53</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP50QA verificable en https://coi.iar.e-gestion.es



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado(Huesca)



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 02 DERIVACIÓN AÉREA</b>				
02.01	<b>m3 Excavación cimentación apoyos</b> Excavación de pozo de cimentación mediante retroexcavadora y extracción de tierra a los bordes. Incluso carga y transporte a lugar de acopio y vertedero			
02.02	<b>m3 Hormigon HM-20/B/20/B/IIa</b> Hormigón en masa para cimentación HM-20/B/20/IIaSR de resistencia característica a compresión 20 MPa (N/mm <sup>2</sup> ), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación, con cemento sulforresistente, elaborado en central. Totalmente realizado; encofrado de madera, vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según normas EHE-08 y CTE-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	31,00	40,00	1.240,00
02.03	<b>m3 Hormigón de limpieza HM-15</b> Hormigón en masa para limpieza y nivelación de fondos de cimentación HM-15 de resistencia característica a compresión 15 MPa (N/mm <sup>2</sup> ), en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación, elaborado en central. Totalmente realizado; encofrado de madera, i/p.p. de vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según normas EHE-08 y CTE-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	32,00	120,00	3.840,00
02.04	<b>u Cadena simple en amarre de 16 aisladores U160BS</b> Cadena simple de amarre, de 16 aisladores de vidrio U160BS, con una carga de rotura de 16000 kg. Completamente instalados y funcionando	2,00	82,53	165,06
02.05	<b>u Accesorios herrajes amarre</b> Suministro e instalación de herrajes de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 21158, compuesto por grillete, anilla, rótula, separadores, amortiguador, contrapesos de puentes etc. Completamente instalados y colocados.	12,00	392,00	4.704,00
02.06	<b>u Herrajes amarre OPGW</b> Suministro e instalación de herrajes de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 21158, compuesto por grillete, anilla, rótula, separadores, amortiguador, contrapesos de puentes etc. Completamente instalados y colocado.	12,00	160,00	1.920,00
02.07	<b>u Salvapajaros</b> Suministro e instalación cada 10 m de sistema salvapajaros mediante balizas con material luminiscente	3,00	35,00	105,00
02.08	<b>u Señalización</b> Suministro e instalación de dos placa de señalización en la que se indicará: el número del apoyo (correlativos), tensión de la Línea y símbolo de peligro eléctrico y logotipo de la empresa	3,00	6,00	18,00
02.09	<b>u Puesta a tierra apoyos no frecuentados</b> Los apoyos irán provistos de picas de puesta a tierra y rabillo de conexión 50 mm de CU.	1,00	15,00	15,00
		1,00	80,00	80,00



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado(Huesca)



### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.10	m Conductor LA-380, en circuito simple Suministro y tendido cable "LA-380 (337-AL1/44-ST1A)" 1x(381,5) mm2 en circuito simple. Totalmente montado, tendido y probado, incluso recogido y limpieza de cables y bobinas, incluyendo descarga de bobinas llenas y carga de bobinas vacías de retorno.			
02.11	m Conductor OPGW - 48 Suministro y tendido Cable OPGW-48. Totalmente montado, tendido y probado, incluso recogido y limpieza de cables y bobinas, incluyendo descarga de bobinas llenas y carga de bobinas vacías de retorno. Incluido empalmes y cajas de conexiones	182,70	3,80	694,26
02.12	u Conexionado SET Suministro e instalación de materiales y accesorios para conexión con estructura pórtico de las subestaciones de conexión	30,45	3,80	115,71
		1,00	8.000,00	8.000,00
<b>TOTAL CAPÍTULO 02 DERIVACIÓN AÉREA .....</b>				<b>20.897,03</b>
<b>CAPÍTULO 03 GESTIÓN DE RESIDUOS</b>				
03.01	PA GESTIÓN DE RESIDUOS Gestión de Residuos. Según normativa ESTATAL / AUTONOMICA.			
		1,00	1.134,23	1.134,23
<b>TOTAL CAPÍTULO 03 GESTIÓN DE RESIDUOS .....</b>				<b>1.134,23</b>
<b>CAPÍTULO 04 SERVICIOS Y VARIOS</b>				
<b>SUBCAPÍTULO 04.01 SERVICIOS Y VARIOS</b>				
04.01.01	PA CONTROL DE CALIDAD OBRA CIVIL Control de Calidad, incluyendo ensayos de hormigón según norma EHE, aridos según norma PG-3, así como los explícitamente indicados en el Pliego de Condiciones del proyecto y otros que pudiera requerir la Dirección de Obra			
04.01.02	PA INGENIERÍA DE DETALLE Ingeniería de detalle para construcción, incluyendo movimiento de tierras y sus mediciones, obras civiles, diseño de estructuras metálicas para fabricación, montajes electromecánicos e ingeniería de control y protección. Realización de estudios electricos necesarios para la correcta posterior definición de los equipos y de la instalación en su conjunto. - Estudio de flujo de cargas (potencia) y componente reactiva (armónicos). - Estudio de compensación de armónicos. - Estudio de capacidades en barras. - Estudio de coordinación de aislamiento.	1,00	15.017,97	15.017,97
04.01.03	PA ENSAYOS PREVIOS A PUESTA EN SERVICIO Ensayos reglamentarios previos a la puesta en servicio de la subestación, de acuerdo con la legislación vigente, incluidas las mediciones de la resistencia de tierra y de las tensiones de paso y contacto y resistencia de puesta a tierra para la instalación, incluyendo emisión de certificado oficial.	1,00	78.194,15	78.194,15



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
 PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado(Huesca)



**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.01.04	<b>PA PRUEBAS FUNCIONALES</b> Realización de pruebas funcionales, con verificación de señales de campo, órdenes de maniobra de aparamenta, bloqueos y automatismos.	1,00	8.893,35	8.893,35
04.01.05	<b>PA VERIFICACIÓN DE SEÑALES</b> Verificación de todas las señales de campo que se envían al sistema de control y asistencia en las pruebas de funcionamiento de los sistemas de control y de comunicaciones.	1,00	13.800,20	13.800,20
04.01.06	<b>PA PRUEBAS DE INYECCIÓN POR PRIMARIO</b> Pruebas de inyección por primario de todos los transformadores de tensión e intensidad de medida y protección, con validación de relaciones de transformación y comprobación de fases.	1,00	6.910,10	6.910,10
04.01.07	<b>PA PUESTA EN SERVICIO</b> Puesta en servicio total de la subestación hasta su energización, incluidos todos los equipos de pruebas, repuestos y consumibles necesarios durante la puesta en marcha de la subestación, así como la elaboración de los procedimientos y protocolos de pruebas.	1,00	11.939,31	11.939,31
		1,00	13.450,90	13.450,90
<b>TOTAL CAPÍTULO 04 SERVICIOS Y VARIOS.....</b>				<b>148.205,98</b>
<b>CAPÍTULO 05 MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS</b>				
05.01	<b>P.A. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS</b> Incluye el conjunto de Medidas preventivas y correctoras en Fase de Construcción y Mantenimiento, y Medidas Compensatorias para minimizar el impacto ambiental desde su etapa de diseño hasta su etapa de operación y mantenimiento	1,00	6.155,00	6.155,00
<b>TOTAL CAPÍTULO 05 MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS.....</b>				<b>6.155,00</b>
<b>TOTAL .....</b>				<b>3.347.927,77</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP50CA verificable en https://coiiair.e-gestion.es



# DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO

## Parte B. – Resumen



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE  
 PARQUE FOTOVOLTAICO  
 (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
 T.M.: El Grado(Huesca)



### RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
1	SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV .....	3.171.535,53
-01.01	-MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	31.711,75
-01.02	-SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....	56.086,73
-01.03	-OBRA CIVIL .....	345.248,52
-01.04	-APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN 220 kV .....	1.069.464,73
-01.05	-APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN .....	269.042,08
-01.06	-TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y REACTANCIAS .....	1.056.553,23
-01.07	-EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y SERVICIOS AUXILIARES .....	343.428,49
2	DERIVACIÓN AÉREA .....	20.897,03
3	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	1.134,23
4	SERVICIOS Y VARIOS .....	148.205,98
-04.01	-SERVICIOS Y VARIOS .....	148.205,98
5	MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS .....	6.155,00
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b> .....	<b>3.347.927,77</b>
	13,00 % Gastos generales .....	435.230,61
	6,00 % Beneficio industrial .....	200.875,67
	<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b> .....	<b>636.106,28</b>
	SEGURIDAD Y SALUD .....	23.717,54
	<b>SUMA</b> .....	<b>23.717,54</b>
	21,00 % I.V.A. ....	841.627,83
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b> .....	<b>4.849.379,42</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b> .....	<b>4.849.379,42</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

Octubre 2024

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

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP5OQA verificable en https://coiiair.e-gestion.es

# DOCUMENTO 4. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

## ÍNDICE

1	CONDICIONES GENERALES.....	3
1.1	OBJETO .....	3
1.2	DISPOSICIONES GENERALES .....	3
1.2.1	CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.....	3
1.2.2	SEGURIDAD EN EL TRABAJO .....	3
1.2.3	SEGURIDAD PÚBLICA.....	4
1.3	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	4
1.4	MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO .....	5
1.5	OBRAS AUXILIARES .....	5
2	CONDICIONES TÉCNICAS .....	6
2.1	NORMATIVA LEGAL APLICABLE .....	6
2.1.1	OBJETO Y ALCANCE.....	6
2.1.2	DEFINICIONES.....	6
2.1.3	DESARROLLO.....	6
2.2	REDES DE BAJA TENSIÓN.....	7
2.2.1	OBJETO Y ALCANCE.....	7
2.2.2	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA .....	7
2.2.3	DESARROLLO.....	8
2.2.4	PRUEBAS Y ENSAYOS.....	9
2.3	REDES DE 30 kV.....	10
2.3.1	OBJETO Y ALCANCE.....	10
2.3.2	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.....	10
2.3.3	DESARROLLO.....	10
2.4	RED DE TIERRA .....	14
2.4.1	OBJETO Y ALCANCE.....	14
2.4.2	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA .....	14
2.4.3	DESARROLLO.....	15
2.5	EQUIPO DE MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	19
2.5.1	OBJETO Y ALCANCE.....	19
2.5.2	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA .....	19
2.5.3	DESARROLLO.....	19
2.6	ESTRUCTURA METÁLICA .....	21
3	CONDICIONES ECONÓMICAS Y PLAZOS .....	22
3.1	PLAZO DE REPLANTEO .....	22
3.2	PLAZO DE EJECUCIÓN .....	22
3.3	RECEPCIÓN PROVISIONAL .....	23
3.4	PLAZO DE GARANTÍA .....	23
3.5	RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	23
3.6	GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN.....	23
3.7	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.....	23

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">VISADO Nº 04535-24A DE FECHA 24/10/2024</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
--	--	--

## 1 CONDICIONES GENERALES

### 1.1 OBJETO

El presente Pliego de Condiciones determina los requisitos a los que debe ajustarse la ejecución de las instalaciones eléctricas compartidas necesarias para la evacuación de las centrales de generación eléctrica de tecnología solar fotovoltaica indicadas en el capítulo de 1.2 de la memoria, promovidas en la provincia de Huesca 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

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	
--	--	--

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

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">           Nº Colegiado: 1937          VISADO Nº 04535-24A          DE FECHA: 24/10/2024  <b>E-VISADO</b> </p>
--	--	--

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:

- a) Precio de unidades iguales reflejadas en el presupuesto del proyecto.
- b) Precio de unidades del cuadro general de precios del proyecto tipo existente.
- c) Precio establecido como suma de componentes de otros precios recogidos en el presupuesto o en el cuadro general de precios.
- d) 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.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p style="text-align: center;">VISADO: VD04535-24A DEFECHADA: 24/10/2024</p> <p style="text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

## 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 las Subestaciones Eléctricas Transformadoras 30/220 kV.

#### 2.1.2 DEFINICIONES

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

#### 2.1.3 DESARROLLO

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

##### 2.1.3.1 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.

##### 2.1.3.2 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.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p><b>VISADO</b> VD04535-24A DE FECHA: 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

### 2.1.3.3 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.

### 2.1.3.4 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 REDES DE BAJA TENSIÓN

### 2.2.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta Especificación tiene por objeto fijar las características que debe reunir la red de Baja Tensión de una Subestación Eléctrica Transformadora.

### 2.2.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, sus Instrucciones Técnicas Complementarias y las normas de referencia en él incluidas.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impoin</b></p> <p>Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p><b>VISADO</b> VD04535-24A DE FECHA: 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

## 2.2.3 DESARROLLO

### 2.2.3.1 Red Subterránea.

#### Cables.

##### Secciones y Materiales.

Los conductores serán de Cobre o Aluminio, de la sección adecuada a la intensidad que transportan.

El cálculo técnico de los cables se realizará por:

- Densidad de corriente.
- Caída de tensión.
- Cortocircuito.

Además del cálculo técnico, los cables se calcularán utilizando un criterio económico para minimizar el costo del conjunto inversión y pérdidas.

##### Aislamiento.

Siempre que sea posible, el material de aislamiento será polietileno reticulado químicamente (XLPE), para un nivel de aislamiento de 0,6/1 KV.

##### Armadura.

Cuando se utilicen, por razones de seguridad, cables con protección mecánica, esta se realizará preferentemente mediante corona de alambres de acero galvanizado.

##### Cubierta.

La cubierta exterior del cable será preferentemente de policloruro de vinilo (PVC) de color negro.

Deberá llevar grabada, de forma indeleble, la identificación del conductor y nombre del fabricante.

##### Composición.

Los cables de potencia serán unipolares si su sección es superior a 50 mm<sup>2</sup>.

##### Empalmes.

Siempre que sea posible se evitará la realización de empalmes.

La realización de empalmes en las redes de Baja Tensión solo se podrá realizar con la autorización expresa de la Dirección de Obra.

El tipo de empalme deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

#### Montaje.

Los cables se instalarán en zanjas construidas al efecto, sobre cama de arena lavada de río de 150 mm de espesor como mínimo, en una sola capa y suficientemente distanciados para que no se produzcan calentamientos debido a los cables adyacentes. Esta previsión deberá ser tenida en cuenta por el Contratista especialmente en el caso en que en una misma zanja, vayan tendidos más de un terno de cables Unipolares. En este caso, el ancho de la zanja y la disposición de los conductores deberá ser tal que en cada terno no se produzca una reducción de la intensidad admisible debido a la presencia de otros conductores.

Las capas de arena se compactarán al 98% del Proctor modificado en tongadas de 20 centímetros como máximo. Para la compactación se utilizarán medios mecánicos, tales como rana compactadora.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p style="text-align: center;">VISADO V.D04535-24A DE FECHA: 24/10/2024</p> <p style="text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Los cables se instalarán formando ternas, sujetas mediante bridas colocadas al menos cada 15 metros.

Los cruces bajo calzada se harán siempre bajo tubos de hormigón centrifugado de 200 mm de diámetro interior, instalándose, además, un tubo de reserva.

Las acometidas a los Centros de Transformación se realizarán de acuerdo con los esquemas mostrados en planos.

Los cables, a su entrada en el terreno, se protegerán bajo tubo. Estos se sellarán con cáñamo y masilla dieléctrica y sus extremos, si son metálicos, se biselarán con objeto de eliminar filos cortantes.

Los cables estarán debidamente identificados en todo su recorrido, para una fácil localización en caso de avería o defecto, mediante anillos metálicos identificadores con una distancia no superior a 5 metros. Asimismo, estarán debidamente marcados los extremos de los mismos, mediante etiquetas identificadoras con rotulación indeleble.

El conexionado de los cables de baja tensión a sus terminales se realizará mediante herramientas de crimpado hidráulico con retenedor. La matriz, que será de las dimensiones adecuadas para la sección del cable en cuestión, deberá dejar marcado en el terminal su identificación.

### 2.2.3.2 Red Aérea.

Los cables aéreos serán objeto de especificación aparte.

### 2.2.4 PRUEBAS Y ENSAYOS.

#### El fabricante.

El fabricante someterá a los cables a los siguientes ensayos:

Ensayos Individuales:

- a) Prueba de tensión a frecuencia industrial.
- b) Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.
- c) Medida de la resistencia de aislamiento.

Ensayos De Tipo:

- a) Medida de espesores de aislamiento y cubiertas.
- b) Comprobación de la reticulación del aislamiento.

Asimismo el fabricante facilitará el acta de pruebas correspondiente.

#### El contratista.

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

Sobre Bobina A Su Recepción.

Medida de la resistencia de aislamiento de cada uno de los conductores activos en relación con tierra y entre los conductores activos aislados. A tales efectos el Contratista suministrará los cables de forma que sobre la bobina sean accesibles ambos extremos del cable.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p style="text-align: center;">VISADO Nº 04535-24A DE FECHA 24/10/2024</p> <p style="text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

No se admitirá 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.

- a) Prueba de continuidad.
- b) Medida de la resistencia de aislamiento.

Los ensayos se realizarán de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y serán efectuados en presencia de un inspector designado al efecto por la Ingeniería; las actas correspondientes estarán firmadas por las partes.

## 2.3 REDES DE 30 kV

### 2.3.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta Especificación tiene por objeto fijar las características que deben reunir la red de 30 kV de una Subestación Eléctrica Transformadora.

### 2.3.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta tensión.

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

### 2.3.3 DESARROLLO

#### 2.3.3.1 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 18/30 kV según la tensión nominal de la red (30 kV).

En aquellos tramos, en los que se prevea que el cable estará en contacto directo y permanente con agua (cruce de arroyos, terrenos inundables, etc...) podrá utilizarse cable aislado con goma etileno-propileno (EPR).

##### Pantalla

Las pantallas serán de conductores de cobre en forma de hilos con una sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> por fase.

Los cables son de campo radial.

##### Cubierta

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p style="text-align: center;">VISADO Nº 04535-24A DE FECHA 24/10/2024</p> <p style="text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

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 podrán utilizar para interior Kit terminal o cono deflector, debiéndose utilizar para exterior botella terminal de cono premoldeado o terminal para exterior con aislador de porcelana.

Para el conexionado en el interior de subestación o centro de seccionamiento, se podrá utilizar terminales unipolares enchufables de intensidad apropiada.

Empalmes

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 kits de empalme retráctiles que aseguren la continuidad de la parte conductora, capa semiconductor interior, capa aislante, capa semiconductor 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.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impoin</b></p> <p>Nº Colegiado: 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A</p> <p>DE FECHA 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

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 debido a la presencia de conductores de otras líneas en la zanja.

Tras la colocación de la cama de arena se procederá a un compactado de la misma que asegure que los cables se dispondrán sobre una superficie uniforme y estable.

Los cables integrantes de una línea se dispondrán formando una terna, para lo cual se dispondrá el número necesario de medios de fijación.

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 10 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.

### 2.3.3.2 Red Aérea.

#### Dimensionamiento

En el cálculo de la tracción máxima admisible de los conductores y cables de tierra se considerará una hipótesis adicional a la reglamentaria, suponiendo un valor de la velocidad de viento igual, al menos, al de la máxima racha en 3 segundos estimada para un periodo de retorno de 50 años.

#### Secciones y Materiales.

Los conductores serán del tipo aluminio-acero.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impoin</b></p> <p>1937</p> <p>VISADO Nº Colegiado: 1937 Nº de Proyecto: 04535-24A DE FECHA: 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

En zonas de fuerte agresividad ambiental (marina, química, etc.) se deberá recurrir a conductores especiales de aluminio y de acero recubierto de aluminio, forrado del conductor con materiales plásticos (sin que ello prejuzgue aislamiento del conductor), etc.

La sección de los conductores será la adecuada de acuerdo con los cálculos técnicos necesarios para garantizar una caída de tensión menor que la admitida por los reglamentos en vigor, y una densidad de corriente admisible, con unos valores normalizados de 31,1; 54,6; 78,6; 116,2 y 181,3 mm<sup>2</sup> de sección total.

#### Empalmes

Estarán constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

#### Aislamiento

Salvo acuerdo explícito en contrario, el aislamiento entre los conductores y los apoyos, estará formado por aisladores de tipo denominado de cadena con vástago de 11 mm de diámetro. Si las características mecánicas de cálculo obligasen a un aislador de mayor resistencia, se usarán los de vástago de 16 mm de diámetro. Las características de ambos tipos de aisladores se encuentran recogidas en la Norma UNE 21.009.

#### Apoyos

Los apoyos a utilizar en las líneas serán metálicos, de hormigón o de fibra. En el caso de que sean metálicos estarán protegidos contra la corrosión por medio de una galvanización en caliente adecuada de acuerdo con la Norma UNE EN ISO 1461 y recomendación UNESA 6.618.

Sobre estos apoyos se colocarán las correspondientes crucetas metálicas galvanizadas, capaces de soportar los esfuerzos a que están sometidas, y con las distancias adecuadas a los vanos contiguos.

#### Herrajes y Grapas

Los herrajes de unión entre aisladores, de estos a los apoyos y a los conductores, las crucetas de los apoyos, etc. llevarán una protección contra la corrosión ambiental similar a la elegida para los apoyos, es decir, galvanización que cumplirá con la Norma UNE EN ISO 1461 y R.U. 6618.

Las grapas serán de aluminio y su diseño permitirá el apriete uniforme sobre el conductor, de forma que se evite al máximo la concentración de esfuerzos sobre el mismo y carecerá de aristas vivas en la zona de contacto con el conductor que puedan dañar a este.

#### Puesta a tierra de los herrajes

Todas las partes metálicas de los apoyos y los herrajes serán conectadas a una toma de tierra en cada apoyo, que cumpla con las condiciones técnicas específicas de los Reglamentos en vigor.

En los apoyos que soporten seccionadores será de aplicación lo dispuesto en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

Como conductores de tierra, entre herrajes (y crucetas) y la propia toma de tierra, pueden emplearse la estructura de los apoyos metálicos.

#### Cimentaciones

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, estos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón en masa, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo y según sistema de cálculo sancionados por la experiencia y conforme a lo previsto en el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

#### Entronque

La conexión de las líneas aéreas con el Centro de Seccionamiento se hará necesariamente en un "puente flojo" quedando prohibido que los conductores ejerzan esfuerzos mecánicos de tracción

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Inproin</b></p> <p>1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A DE FECHA 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

sobre las piezas de conexión, para lo cual el primer apoyo de la línea aérea se situará preferentemente a una distancia inferior a 20 metros del pórtico de amarre.

### 2.3.3.3 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.

## 2.4 RED DE TIERRA

### 2.4.1 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 de una Subestación Eléctrica Transformadora.

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.

### 2.4.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

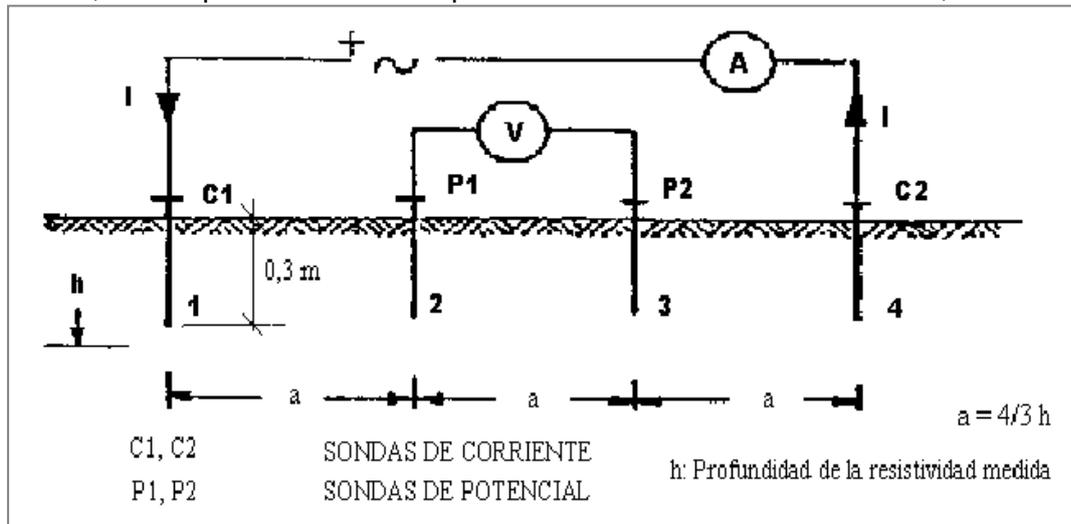
DR1 IEEE Std-80. Guide for Safety in AC Substation Grounding.

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

## 2.4.3 DESARROLLO

### 2.4.3.1 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.

### 2.4.3.2 Diseño

#### Subestación Eléctrica Transformadora

El electrodo de puesta a tierra de la Subestación se calculará siguiendo el IEEE Std- 80. Guide for Safety in AC Substation Grounding.

La red de tierras de la Subestación estará constituida por una malla rectangular de cable de cobre electrolítico desnudo con 95 mm<sup>2</sup> de sección, con la separación entre conductores necesaria para que las tensiones de paso y contacto inducidas no resulten peligrosas, enterrada a una profundidad mínima de 0,6 metros y extendida hasta una distancia de 1 m del perímetro exterior del Edificio. La red estará calculada para soportar el paso de las corrientes de defecto a tierra considerando la red de tierra del resto de la planta, de forma que no pueda producirse la aparición de tensiones de paso y contacto peligrosas derivadas de la aparición de un defecto en la misma.

Todas las conexiones enterradas de la red, incluidos los cruces entre los cables de cobre, se realizarán con soldaduras aluminotérmicas, empleando en cada caso los moldes y materiales de aporte especificados por el fabricante, que aseguren una correcta ejecución de las mismas.

Las conexiones a todas las masas metálicas de la subestación a la red de tierra se realizarán en al menos dos puntos.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">           Nº Colegiado: 1937          Nº de Inscripción: 1937          VISADO: VD04535-24A          DEFECHADA: 24/10/2024  <b>E-VISADO</b> </p>
--	--	--

En el caso de Subestación de tipo interior, el conjunto de las cabinas metálicas estarán equipadas con una pletina de cobre de 40x5 mm de sección como mínimo para su puesta a tierra. A esta pletina se conectarán las pantallas de los cables de Alta tensión.

### Líneas de Media Tensión

Para la conexión de la red de tierras de la subestación con la de los centros de transformación se utilizarán las pantallas de 16 mm<sup>2</sup> de los cables de media tensión RHZ1 18/30 kV AI (3 fases x 16 mm<sup>2</sup> = 48 mm<sup>2</sup>). Cada pantalla individual de 16 mm<sup>2</sup> soporta una intensidad de cortocircuito durante 0,5 segundos de 4,11 kA, y 3,13 kA para 1 segundo.

### Líneas de Baja Tensión y Cables Interconexión Tierras

Desde la barra de tierra de la torre se tenderá junto a los cables de Baja Tensión, un cable de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup> de sección, en un lecho de arena de baja resistividad y a una distancia de los cables de BT no inferior a 250 mm. En el otro extremo, este cable se conectará a la barra de puesta a tierra del Centro de Transformación.

#### 2.4.3.3 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.

#### 2.4.3.4 Conexionado en la subestación de interior

El conexionado de las pantallas de los cables de Media Tensión se realizará individualmente a la pletina de puesta a tierra de la cabina de media tensión, mediante terminales de cobre y tornillería de acero inoxidable, para evitar una discontinuidad en el sistema de tierras en caso de desconexión de una de ellas.

Todos los cables de tierra deberán estar marcados mediante un procedimiento que permita su identificación, con objeto de poder ser desconectados en eventuales trabajos de mantenimiento.

#### 2.4.3.5 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.

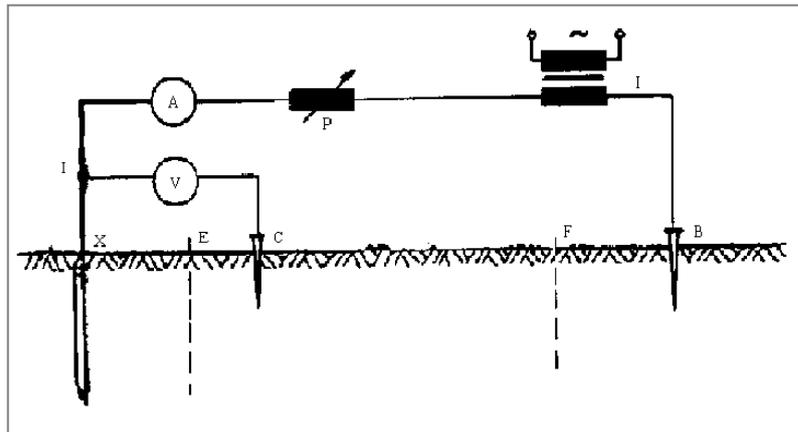
Una vez cumplimentados los protocolos, serán archivados por el Departamento de Proyectos.

Las inspecciones y ensayos a realizar serán los siguientes.

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

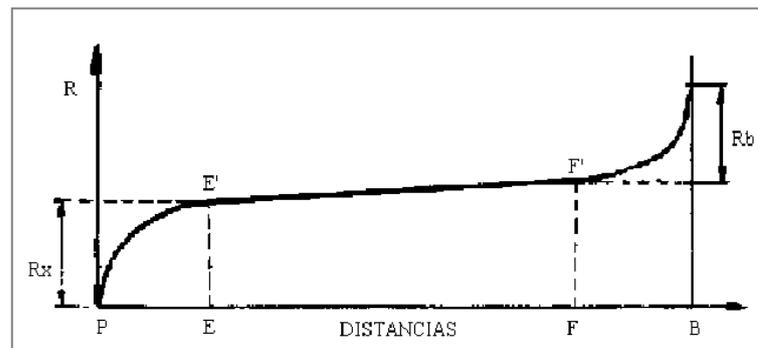
#### Resistencia del Electrodo de Puesta a Tierra

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.

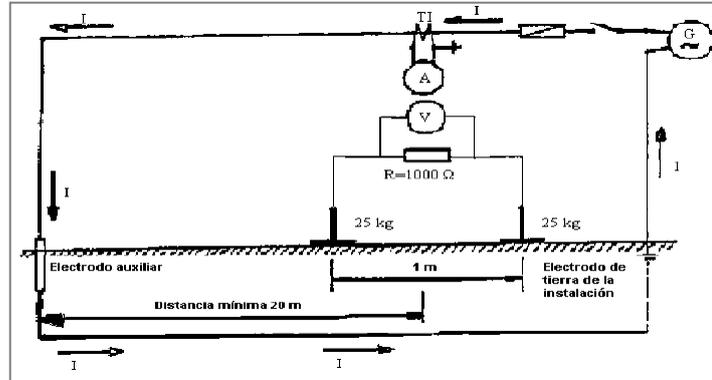
La intensidad inyectada para el ensayo no será inferior al 1% de dicha corriente y en ningún caso inferior a 5 A para los centros de transformación y 50 A para la subestación.

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.

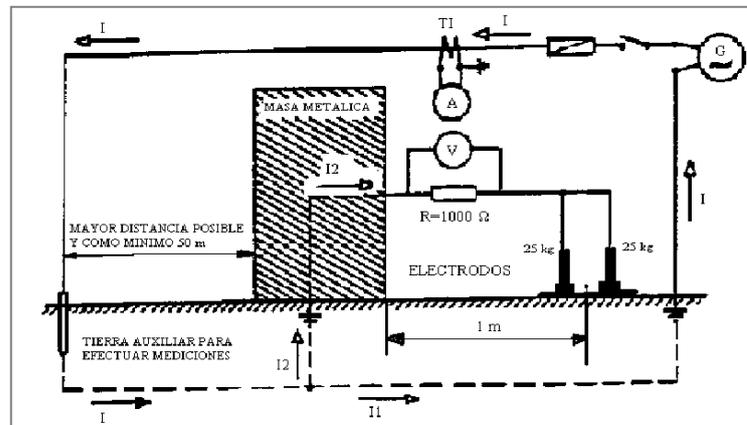
El voltímetro de medida tendrá una resistencia interna de 1.000  $\Omega$ . El esquema de conexiones a realizar para medir las tensiones de paso se muestra en la figura.



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, 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.

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">           Nº Colegiado: 1937          VISADO Nº 04535-24A          DE FECHA: 24/10/2024  <b>E-VISADO</b> </p>
--	--	--

## 2.5 EQUIPO DE MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

### 2.5.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta Especificación tiene por objeto definir las características del suministro y montaje de los equipos (principal y redundante o comprobante) de medida de la energía eléctrica intercambiada entre la central de generación y la compañía eléctrica suministradora.

El alcance del Suministro será el siguiente:

- Armario de medida de las características, dimensiones y con los elementos que se indican instalados.
- Contadores y Registradores o Contadores-Registradores.
- Sistema de adquisición de datos de las características y con los elementos que a continuación se indican.

### 2.5.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

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

### 2.5.3 DESARROLLO

#### 2.5.3.1 Armario de Medida

Se suministrará un armario de medida para facturación, de características según normas particulares de la compañía eléctrica, conteniendo en su interior, debidamente conectados y conexionados, los contadores y registradores necesarios según el Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de la Energía Eléctrica.

#### 2.5.3.2 Contadores-Registradores

Estarán constituidos por un contador combinado de energía activa y reactiva, pudiendo estar el registrador integrado o constituir un dispositivo independiente.

Ambos equipos (Principal y Redundante o Comprobante) tendrán las mismas características técnicas.

#### Contador Estático Combinado

Los contadores de energía (Principal y Redundante o Comprobante) serán estáticos y combinados para energía activa y reactiva.

Para la energía activa serán de clase de precisión igual o mejor que 0,2S y deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad con la norma UNE-EN 60.687 (Contadores estáticos de energía activa para corriente alterna de clases 0,2S y 0,5S).

Para energía reactiva serán de clase de precisión mejor o igual a 0,5. En cuanto no exista normativa específica UNE o CEI para esta clase de precisión el suministrador deberá presentar autorización expedida por la Dirección General de la Energía para su uso, según lo dispuesto en el Reglamento de Puntos de Medida.

Los Contadores tendrán las siguientes características:

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impoin</b></p> <p>Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p><b>VISADO</b> VD04535-24A DE FECHA PROYECTO: 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- El sistema de medida empleado será trifásico a cuatro hilos, desequilibrado, con conexión a través de transformadores de medida.
- El registro de la energía activa se realizará en los dos sentidos posibles de circulación(A+, A-).
- El registro de la energía reactiva se realizará en los cuatro cuadrantes correspondientes a todos los sentidos de circulación de la energía (Ri+, Ri-, Rc+, Rc-). El criterio de signos estará de acuerdo con los capítulos 12 y 14 de la norma UNE 21.336 (CEI 375).
- Permitirá programar las constantes de medida.
- Tendrá alta inmunidad a las interferencias electromagnéticas.
- Descargas electrostáticas: Tensión de choque 8kV (Nivel de severidad 3). Según UNE-EN 60801-2:1996. Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.
- Campos electromagnéticos: Gama de frecuencias 27MHz hasta 500MHz, Intensidad del campo de ensayo 10V/m (Nivel de severidad 3). Según UNE-EN 61000-4-3:1998. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 3: Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia.
- Transitorios a ráfagas: 2kV para circuitos de tensión e intensidad y 1 kV para circuitos auxiliares. Según UNE 20.801-4. Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y control de los procesos industriales. Parte 4: requisitos relativos a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas.
- Radio-interferencias: Equipo de clase A según UNE-EN 55011:1999. Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radioeléctricas de los aparatos industriales, científicos y médicos (ICM) que producen energía en radiofrecuencia.
- Rango de temperatura de funcionamiento: -25°C a +60°C.

### Registrador

Se suministrarán dos registradores, uno para el equipo principal y otro para el redundante o comprobante.

Este equipo almacenará las medidas procedentes de los contadores y dará apoyo a la teletransmisión, tratamiento y preparación de la información de energía activa y reactiva. Las medidas no podrán obtenerse mediante integración de impulsos.

Cumplirá las siguientes características:

- El número de magnitudes a registrar será mayor de ocho, estando las dos primeras asociadas a los registros de energía activa, las cuatro siguientes a la energía reactiva y las dos últimas disponibles para usos futuros (p.e. calidad del servicio).
- El periodo de integración será de quince minutos, aunque podrá ser parametrizable de cinco a sesenta minutos.
- Tendrá capacidad para almacenar los resultados en periodos, con fecha, hora y minuto, tal que el número de registros almacenados no sea inferior a cuatro mil para cada medida.
- Permitirá la lectura en modo local y remoto mediante un canal de comunicaciones apropiado, puerto serie RS-232 u optoacoplador según norma UNE-EN 61.107.
- El equipo registrará la fecha y hora exacta en que se produzca la última programación. El acceso a la programación se limitará mediante el uso de una contraseña.
- La puesta en hora del equipo se realizará mediante sistema GPS.
- Reloj calendario interno.
- Modem telefónico interno certificado por la DGTEL.
- Módulo de entrada serie RS485 o bucle de corriente para la lectura de contadores.
- Será capaz de procesar al menos dos periodos de integración (2 curvas de carga).

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p style="text-align: center;">VISADO Nº 04535-24A DE FECHA 24/10/2024</p> <p style="text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

### 2.5.3.3 Sistema de Adquisición de Datos

El equipo estará preparado para poder comunicarse con él a distancia, bien por línea telefónica o bien por lectura óptica. Estará compuesto por los siguientes elementos:

- Línea telefónica, con dedicación exclusiva para la telelectura.
- Ordenador PC compatible, con teclado expandido, sistema operativo Windows, dos puertos serie y uno paralelo y lector DVD. No obstante, previa adquisición del ordenador por parte del instalador del sistema eléctrico, el suministrador indicará las características técnicas mínimas necesarias para el correcto funcionamiento del software.
- Impresora láser o de inyección de tinta.
- Software para lectura y tratamiento de datos con las siguientes características:
- Comunicaciones remotas. Con posibilidad de seleccionar el soporte y protocolo de comunicación.
- Salida de ficheros ASCII.
- Módulo de configuración del sistema de facturación.
- Editor de tarifas.
- Editor de calendario.
- Representación gráfica de curvas de carga de los posibles grupos de energías.
- Emisión de informes de los posibles grupos de energías.
- Contador personalizado de venta de energía.
- Emisión de facturas de venta de energía.
- Emisión de facturas de compra de energía.

### 2.5.3.4 Montaje

El montaje del equipo de medida será realizado por el instalador del sistema eléctrico. Él mismo será el responsable, en su caso, de la verificación del equipo por parte de la Administración y/o la compañía eléctrica.

El suministrador debe montar, poner a punto y en servicio el software de adquisición de datos, cuyo coste correrá a cargo del instalador del equipo eléctrico.

### 2.5.3.5 Documentación a entregar

Al Ofertar

- Certificado de homologación de los equipos.

A la Recepción Provisional del Equipo

- Certificado de verificación por parte de la Administración y/o compañía eléctrica.
- Manual de instrucciones, incluyendo esquemas de conexionado y lista de partes de todos los componentes del equipo de medida.
- Manual de instrucciones del software de adquisición de datos.

## 2.6 ESTRUCTURA METÁLICA

El acero laminado para la ejecución de la estructura será del tipo descrito en la Norma UNE-36.080-73, debiendo cumplir exactamente las prescripciones sobre composición química y características mecánicas estipuladas en la norma en cuestión. Las condiciones de suministro y recepción del material se regirán por lo especificado en el Capítulo 3 de la Norma MV-102-1975, pudiendo el

	<p style="text-align: center;">MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p style="text-align: center;">VISTADO Nº 04535-24A DE FECHA 24/10/2024</p> <p style="text-align: center;"><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Director de la Obra exigir los certificados de haberse realizado los ensayos de recepción indicados en dicha Norma.

Los apoyos y aparatos de apoyo serán de calidad, forma y configuración descritas en al Capítulo IX de la Norma MV-103. Deberá comprobarse por medios magnéticos, ultrasónicos o radiográficos, que no presentan inclusiones, grietas u oquedades capaces de alterar la solidez del conjunto.

Los rodillos de los aparatos de apoyo serán de acero forjado y torneado con las mismas características mecánicas mínimas indicadas.

Se protegerán de la corrosión mediante la galvanización por inmersión, siguiendo para ello las condiciones indicadas en las normas de Recubrimiento galvanizado en caliente UNE 37-508-88 y UNE-EN-ISO:1.461:1.999.

El Contratista presentará, a petición del Director de la Obra, la marca y clase de los electrodos a emplear en los distintos cordones de soldadura de la estructura. Estos electrodos pertenecerán a una de las clases estructurales definidas por la Norma MV-104 en su capítulo 3.22, y una vez aprobados no podrán ser sustituidos por otro sin el conocimiento y aprobación del Ingeniero o Director de la Obra. A esta presentación se acompañará una sucinta información sobre los diámetros, aparatos de soldadura e intensidades y voltajes de la corriente a utilizar en el depósito de los distintos cordones.

El Contratista queda obligado a almacenar los electrodos recibidos en condiciones tales que no puedan perjudicarse las características del material de aportación.

El Director de la Obra podrá inspeccionar el almacén de electrodos siempre que lo tenga por conveniente, y exigir que en cualquier momento se realicen los ensayos previstos en la Norma UNE-14022 para comprobar que las características del material de aportación se ajusta a las correspondientes al tipo de electrodos elegidos para las uniones soldadas.

### 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.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impoin</b></p> <p>Nº Colegiado: 1937</p> <p>VISADO VD04535-24A</p> <p>DEFECHADA PROYECTO 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

### 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.

### 3.7 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.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Inproin</b></p> <p>Nº Colegiado: 1937 Nº de Inscripción: 1937</p> <p>VISADO Nº VD04535-24A DE FECHA 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

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.

Octubre 2024



Fdo: José Luis Ovelleiro Medina.  
Ingeniero Industrial.  
Colegiado nº. 1.937  
Al Servicio de la Empresa:  
INPROIN 2004, S.L.  
B-71485247

DOCUMENTO 05.  
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



## ÍNDICE

- **MEMORIA DE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**
- Pliego de Prescripciones Técnicas



# DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## Memoria

## ÍNDICE. MEMORIA DE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

1	ANTECEDENTES.....	9
2	OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	9
2.1	JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	11
2.2	MARCO NORMATIVO .....	12
2.3	OBLIGACIONES Y DERECHOS DE LOS TRABAJADORES .....	14
2.4	EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN .....	15
2.5	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	15
3	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA .....	17
3.1	DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	17
3.2	PRINCIPALES UNIDADES CONSTRUCTIVAS.....	18
3.3	PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA.....	19
3.3.1	<i>REPLANTEO</i> .....	19
3.3.2	<i>PLANIFICACIÓN INICIAL DE LOS TRABAJOS Y ACOPIO DE MATERIALES</i> .....	19
3.3.3	<i>TRANSPORTE DE TRABAJADORES A OBRA</i> .....	20
3.3.4	<i>OBRA CIVIL</i> .....	20
3.3.5	<i>ESTRUCTURA METÁLICA</i> .....	21
3.3.6	<i>INSTALACIÓN EN SUBESTACIÓN</i> .....	22
3.4	PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA.....	25
4	ZONAS DE OBRA Y ACCESOS .....	25
4.1	ZONAS DE OBRA.....	25
4.2	ACCESOS A OBRA Y CONTROL DE ACCESOS .....	25
4.3	CIRCULACIÓN DE MAQUINARIA EN OBRA.....	26
4.4	SITUACIÓN DE CENTROS SANITARIOS, BOMBEROS Y PROTECCIÓN CIVIL.....	26
5	SERVICIOS AFECTADOS .....	26
6	TRABAJOS CON RIESGO ESPECIAL. PRESENCIA DE RECURSO PREVENTIVO .....	26
7	EVALUACIÓN DE RIESGOS EN EL PROCESO DE CONSTRUCCION.....	28
7.1	MEDIDAS PREVENTIVAS A DISPONER EN OBRA.....	29
7.1.1	<i>MEDIDAS GENERALES</i> .....	29
7.1.2	<i>MEDIDAS PREVENTIVAS A ESTABLECER EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS</i> .....	29
7.2	PRESCRIPCIONES TÉCNICO- PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.....	29
7.3	RIESGO ELÉCTRICO.....	33
8	UNIDADES CONSTRUCTIVAS (ANÁLISIS POR ACTIVIDADES) .....	34
8.1	OPERACIONES PREVIAS .....	34
8.1.1	<i>SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN ZONAS DE ACCESO A OBRA</i> .....	34
8.1.2	<i>ACONDICIONAMIENTO DE ESPACIOS PROTEGIDOS</i> .....	35
8.1.3	<i>TRABAJOS DE REPLANTEO</i> .....	35
8.1.4	<i>ACCESOS A OBRA Y CONTROL DE ACCESOS</i> .....	37
8.1.5	<i>INSTALACIONES DE OBRA (CASETAS, ALMACENES, TALLERES AUXILIARES, ETC.)</i> .....	40
8.1.6	<i>CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES. ACOPIOS</i> .....	43
8.1.7	<i>ILUMINACIÓN DE LOS TAJOS</i> .....	47
8.1.8	<i>INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES DE OBRA</i> .....	49
8.1.9	<i>MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS</i> .....	51
8.2	ESTADO FINAL DE LA OBRA .....	54
8.3	OBRA CIVIL .....	55
8.3.1	<i>MOVIMIENTO DE TIERRAS, PLATAFORMA Y CAMINOS DE ACCESO</i> .....	55
8.3.2	<i>CIMENTACIÓN</i> .....	70

8.3.3	VIAL INTERIOR Y COLOCACIÓN DE BORDILLOS.....	79
8.3.4	SISTEMA DE RECOGIDA DE ACEITE.....	81
8.3.5	EDIFICIO DE CONTROL Y COMUNICACIONES.....	84
8.3.6	CERRAMIENTO EXTERIOR.....	119
8.3.7	TRABAJOS EXTERIORES, DRENAJE Y ALUMBRADO.....	122
8.3.8	ESTRUCTURA METÁLICA.....	128
8.3.9	RETIRADA Y MONTAJE DE PÓRTICOS Y SEMIPÓRTICOS.....	131
8.3.10	TRABAJOS EN ALTURA.....	134
8.4	INSTALACIONES DE SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	136
8.4.1	MONTAJE DE APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN EN EL EXTERIOR.....	136
8.4.2	MONTAJE Y CONEXIONADO DE EMBARRADO O CONDUCTORES PARA EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN EN INTERIOR.....	139
8.4.3	TENDIDO DE CONDUCTORES DE MANDO Y CONTROL EN INTERIOR.....	142
8.4.4	CONEXIONADO DE EQUIPOS DE MANDO Y CONTROL EN EL INTERIOR.....	144
8.4.5	MONTAJE DE ARMARIOS DE MANDO Y CONTROL Y OTROS ARMARIOS AUXILIARES.....	145
8.4.6	MONTAJE DE LA RED DE TIERRAS Y MASAS EN EL EXTERIOR.....	148
8.4.7	MONTAJE DE LA RED DE TIERRAS Y MASAS EN EL INTERIOR.....	150
8.4.8	SOLDADURA TIPO CADWELD.....	152
8.4.9	MONTAJE DE CABLE AÉREO Y OTROS CIRCUITOS SOBRE POSTES.....	155
8.4.10	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO Y FUERZA EN LA SUBESTACIÓN.....	159
8.4.11	MONTAJE DE APARAMENTA EN SUBESTACIÓN.....	161
8.4.12	INSTALACIÓN DE EQUIPOS.....	165
8.4.13	CONEXIÓN DE CABLE DE ALIMENTACIÓN Y CIRCUITOS DE RETORNO.....	168
8.4.14	SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	171
8.4.15	INSTALACIONES DE EQUIPOS EN LOS EDIFICIOS TÉCNICOS.....	173
8.4.16	MANIPULACIÓN DEL GAS SF6 (HEXAFLUORURO DE AZUFRE).....	176
8.4.17	PUESTA EN TENSIÓN DE LA SUBESTACIÓN.....	177
8.4.18	TRABAJOS EN TENSIÓN.....	178
8.4.19	TENDIDOS DE CABLEADO DE BAJA TENSIÓN.....	181
8.5	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO.....	183
9	VISITAS A OBRA.....	185
10	LABORES EN FASE DE PRUEBAS, REPARACIÓN, CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN FUTURAS.....	185
11	MEDIDAS PREVENTIVAS Y NORMAS DE UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA DE OBRA.....	187
11.1	MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA MAQUINARIA, INSTALACIONES AUXILIARES Y EQUIPOS DE TRABAJO.....	187
11.2	MEDIDAS GENERALES PARA MAQUINARIA PESADA.....	189
11.2.1	RECEPCIÓN DE LA MÁQUINA.....	189
11.2.2	UTILIZACIÓN DE LA MÁQUINA.....	190
11.2.3	REPARACIONES Y MANTENIMIENTO EN OBRA.....	191
11.3	MAQUINARIA EN INSTALACIONES AUXILIARES.....	192
11.3.1	FRATASADORA DE PAVIMENTOS.....	192
11.3.2	CIZALLADORA: MÁQUINA EMPLEADA PARA EL CORTE DE FERRALLA.....	193
11.3.3	DOBLADORA: MÁQUINA EMPLEADA PARA EL CURVADO DE LAS ARMADURAS.....	194
11.3.4	CAMIÓN GRÚA.....	195
11.4	MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	195
11.4.1	PALAS CARGADORAS.....	195
11.4.2	BULLDOZER.....	196

11.4.3	MOTONIVELADORAS .....	198
11.4.4	RETROEXCAVADORAS.....	199
11.4.5	CAMIONES Y DÚMPERES .....	201
11.4.6	MOTOVOLQUETES .....	205
11.4.7	CAMIÓN CISTERNA DE AGUA.....	207
11.4.8	CAMIÓN HORMIGONERA .....	210
11.4.9	BOMBA AUTOPROPULSADA DE HORMIGÓN.....	211
11.4.10	HORMIGONERA ELÉCTRICA .....	212
11.4.11	VIBRADORES.....	213
11.4.12	RODILLOS COMPACTADORES.....	214
11.5	MAQUINARIA PARA ELEVACIÓN .....	215
11.5.1	APARATOS DE ELEVACIÓN EN GENERAL .....	215
11.5.2	CARRETILLA ELEVADORA .....	217
11.5.3	GRÚA AUTOPROPULSADA Y CAMIÓN GRÚA .....	218
11.5.4	TRASPALETA.....	220
11.5.5	PORTABOBINAS.....	221
11.5.6	MÁQUINA DE TIRO PARA TENDIDO DE CABLES.....	222
11.6	MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS DIVERSAS .....	223
11.7	MEDIDAS PREVENTIVAS Y NORMAS DE UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS MEDIOS AUXILIARES DE OBRA.....	237
11.7.1	PLATAFORMA ELEVADORA AUTOPROPULSADA .....	237
11.7.2	CONSIDERACIONES GENERALES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO EN USO DE ANDAMIOS. ....	239
11.7.3	ANDAMIOS EN GENERAL.....	242
11.7.4	ANDAMIOS DE BORRIQUETAS O CABALLETES .....	243
11.7.5	ANDAMIOS METÁLICOS TUBULARES.....	244
11.7.6	ANDAMIOS METÁLICOS O TORRETAS SOBRE RUEDAS .....	245
11.7.7	ESCALERAS DE MANO .....	246
11.7.8	MEDIDAS PREVENTIVAS Y NORMAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES CON MEDIOS MECÁNICOS.....	248
12	ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DEL CONTRATISTA EN LA OBRA.....	250
13	MEDIDAS DE CARÁCTER DOTACIONAL .....	251
13.1	SERVICIO MÉDICO.....	251
13.2	BOTIQUÍN DE OBRA.....	251
13.3	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR .....	252
14	ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA. PLAN DE EMERGENCIA. ....	252
14.1	MEDIOS DE COMUNICACIÓN .....	252
14.2	CENTROS MÉDICOS DE URGENCIA PRÓXIMOS A LAS OBRAS .....	253
14.3	MEDIDAS CONTRA INCENDIOS.....	253
14.4	LUCHA CONTRA INCENDIOS.....	255
14.5	ASISTENCIA A LOS ACCIDENTADOS.....	257
15	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES EVITABLES .....	257
16	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES NO EVITABLES .....	257
16.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	257
16.1.1	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO (DESMONTES) .....	257
16.1.2	EXCAVACIÓN EN ZANJAS.....	258
16.1.3	TERRAPLENADO .....	259
16.1.4	RELLENOS .....	259
16.2	CIMENTACIONES .....	259



16.2.1	EXCAVACIONES.....	260
16.2.2	ARMADO.....	260
16.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.....	260
16.2.4	HORMIGONADO.....	261
16.2.5	OPERACIONES DE SOLDADURA.....	261
16.3	EXTENDIDO DE ZAHORRA.....	262
16.3.1	TRANSPORTE.....	262
16.3.2	EXTENDIDO Y COMPACTADO.....	262
16.4	EXTENDIDO DE FIRMES Y PAVIMENTO.....	262
16.4.1	TRANSPORTE.....	262
16.4.2	EXTENDIDO Y COMPACTADO.....	263
16.5	OBRAS DE FÁBRICA.....	263
16.5.1	TRANSPORTE DE PREFABRICADO.....	263
16.5.2	COLOCACIÓN.....	264
16.5.3	HORMIGONADO.....	264
16.6	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	264
16.6.1	MANIOBRAS DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES.....	264
16.6.2	TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLES E INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	265
16.6.3	MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES.....	265
16.6.4	ANDAMIOS, PLATAFORMAS Y ESCALERAS.....	266
16.6.5	MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA.....	266
16.6.6	MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y PREFABRICADOS.....	267
16.7	RIESGOS PRODUCIDOS POR AGENTES ATMOSFÉRICOS.....	267
16.8	RIESGOS DE INCENDIOS.....	268
16.9	RIESGOS EN TRABAJOS SOBRE GASODUCTOS.....	268
16.10	RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.....	268
17	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	268
17.1	NORMAS O MEDIDAS DE PREVENCIÓN.....	268
17.1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	268
17.1.2	CIMENTACIONES.....	273
17.1.3	EXTENDIDO DE ZAHORRA.....	278
17.1.4	APERTURA DE ZANJA. COLOCACIÓN DE CABLE ELÉCTRICO.....	279
17.1.5	OBRAS DE FÁBRICA.....	279
17.1.6	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	280
17.1.7	MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA.....	280
17.1.8	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES.....	301
17.2	REGLAS GENERALES.....	304
17.3	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	304
17.4	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	309
17.4.1	TRABAJOS EN ALTURA.....	309
17.4.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	309
17.4.3	CIMENTACIONES.....	310
17.4.4	EXTENDIDO DE ZAHORRA.....	310
17.4.5	EXTENDIDO DE FIRMES Y PAVIMENTO.....	310
17.4.6	APERTURA DE ZANJA. COLOCACIÓN DE CABLE ELÉCTRICO.....	311
17.4.7	OBRAS DE FÁBRICA.....	311
17.4.8	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	311
17.4.9	SEÑALIZACIÓN.....	314



17.5	FORMACIÓN E INFORMACIÓN.....	314
17.6	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS .....	315
18	PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS .....	315
19	LOCALIZACION DE TRABAJOS INCLUIDOS EN ANEXO II DEL RD1627/97 .....	315
20	COORDINACION DE ACTIVIDADES .....	316
21	TRABAJOS POSTERIORES (ART 5.6 RD 1627/97).....	317
22	PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	317
22.1	OBJETO.....	317
22.2	PROTECCIONES PERSONALES .....	318
22.3	PROTECCIONES COLECTIVAS .....	318
22.4	PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	319
22.5	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	319
22.6	VIGILANCIA Y FORMACIÓN.....	320
22.7	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR .....	320
22.8	RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	320
23	PLANOS .....	321

## 1 ANTECEDENTES

El presente Estudio de Seguridad y Salud forma parte del documento Modificado de Proyecto de la Subestación elevadora "Avejaruco" 30/220 y Derivación aérea, en el término municipal de El Grado, en la provincia de Huesca.

La duración estimada es superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 15 trabajadores simultáneamente, por lo tanto, de acuerdo con el artículo 4.1 del R.D. 1627/1997 y según los parámetros anteriores, se desprende la necesidad de elaborar un Estudio de Seguridad y Salud de cara a evaluar los riesgos existentes y las medidas preventivas adoptadas.

El presente Estudio sirve para dar las directrices básicas a la empresa contratista para llevar a cabo su obligación de redacción de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución, las previsiones contenidas en este Estudio. Por ello los errores u omisiones que pudieran existir en el mismo, nunca podrán ser tomados por el contratista en su favor.

Indicar que las previsiones contenidas en este documento se han realizado, lógicamente, sobre las actividades y procesos constructivos definidos en el proyecto y que, según el caso, podrán diferir de los que se ejecuten en la realidad. Por lo tanto, y como deber primero, el empresario contratista deberá establecer y completar en su plan de seguridad las medidas preventivas tendentes a controlar y evitar los riesgos derivados del proceso de ejecución que finalmente adopte en cada unidad constructiva respetando, eso sí, los niveles preventivos mínimos fijados en el presente estudio.

Todo ello se realizará en cumplimiento del articulado completo del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre B.O.E. nº 256, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

## 2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y en las disposiciones posteriores, R.D. 39/1997 de 17 de Enero, Reglamento de los servicios de Prevención, R.D. 485/1997 de 14 de Abril, Disposiciones Mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo, y en el R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre, Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción; se genera la necesidad de establecer unas condiciones mínimas de seguridad en el trabajo del sector de la construcción. Para ello se establece la necesidad de la redacción del Estudio de Seguridad y Salud, en el cual se analizará el proceso constructivo de la obra concreta y específica que corresponda, las secuencias de trabajo y sus riesgos inherentes; posteriormente analizaremos cuáles de estos riesgos se pueden eliminar, cuales no se pueden eliminar pero sí se pueden adoptar medidas preventivas y protecciones técnicas adecuadas, tendentes a reducir e incluso anular dichos riesgos.

Tal y como se han indicado anteriormente, el presente estudio de Seguridad y Salud servirá para que las empresas Contratistas, en su aplicación, elaboren el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo de acuerdo con las directrices recogidas en el presente estudio de seguridad, adaptado



al desarrollo de las obras y, en especial, al período fijado para su ejecución, analizando, estudiando, desarrollando y complementando las previsiones recogidas en este Estudio.

Así pues, el objetivo básico de este Estudio de Seguridad y Salud es el de establecer las directrices a seguir durante la ejecución de las obras respecto a la prevención de riesgos laborales a fin y efecto de evitar los consecuentes daños laborales dentro de una mejora constante de la calidad y gestión global de la empresa.

Se pretende, en síntesis, sobre un proyecto, crear los procedimientos concretos para conseguir una realización de obra sin accidentes ni enfermedades profesionales.

Además, se confía en lograr evitar los posibles accidentes de personas que, penetrando en la obra, sean ajenas a ella. Se pretende también, evitar los "accidentes blancos" o sin víctimas, por su gran trascendencia en el funcionamiento normal de la obra, al crear situaciones de parada o de estrés en las personas.

Por lo expuesto, es necesaria la concreción de los objetivos de este trabajo técnico, que se definen según los siguientes apartados:

1. Estimar la tecnología adecuada para la realización técnica y económica de la obra, con el fin de poder analizar y conocer en consecuencia, los posibles riesgos de seguridad y Salud en el trabajo. Los procedimientos definitivos del desarrollo de la obra lo realizará la empresa Contratista adjudicataria de la obra y por lo tanto los riesgos definitivos quedaran establecidos en el Plan de Seguridad y Salud que elabore el Contratista.
2. Analizar todas las unidades de obra contenidas en el proyecto a construir, en función de sus factores: formal y de ubicación, coherentemente con la tecnología y métodos viables de construcción a poner en práctica.
3. Definir todos los riesgos, humanamente detectables, que pueden aparecer a lo largo de la realización de los trabajos.
4. Diseñar las líneas preventivas a poner en práctica, como consecuencia de la tecnología que va a utilizar; es decir: la protección colectiva y equipos de protección individual, a implantar durante todo el proceso de esta construcción.
5. Divulgar la prevención decidida para esta obra a través del estudio de Seguridad y Salud. Esta divulgación se efectuará entre todos los que intervienen en el proceso de construcción y esperamos que sea capaz por si misma, de animar a los trabajadores a ponerla en práctica con el fin de lograr su mejor y más razonable colaboración. Sin esta colaboración inexcusable de nada servirá este trabajo. Por ello, este conjunto documental se proyecta hacia la empresa constructora y los trabajadores; debe llegar a todos: de plantilla, subcontratistas y autónomos, mediante los mecanismos previstos en los textos y planos de este trabajo técnico, en aquellas partes que les afecten directamente y en su medida. Tal y como se recoge en este Estudio de Seguridad y salud, se desea que el Plan de Seguridad y Salud que elabore el Contratista sea de divulgación plena entre todo el personal de obra.
6. Crear un ambiente de salud laboral en la obra, mediante el cual, la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.
7. Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase esta intención técnico preventiva y se produzca el accidente; de tal forma, que la asistencia al accidentado sea la adecuada a su caso concreto y aplicada con la máxima celeridad y atención posibles.



8. Diseñar una línea formativa para prevenir los accidentes y por medio de ella, llegar a definir y a aplicar en la obra los métodos correctos de trabajo.
9. Hacer llegar la prevención de riesgos, gracias a su valoración económica, a cada empresa o autónomos que trabajen en la obra, de tal forma, que se eviten prácticas contrarias a la Seguridad y Salud con los resultados y tópicos ampliamente conocidos.

Diseñar la metodología necesaria para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y Salud, los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento. Esto se realizará una vez conocidas las acciones necesarias para las operaciones de mantenimiento y conservación tanto de la obra en si como de sus instalaciones.

Es responsabilidad del contratista la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la inobservancia de las medidas previstas con los subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren a los segundos imputables.

Asimismo, ningún empresario podrá dar comienzo a ninguna actividad diferente de las aquí recogidas o que suponga un cambio de los métodos de trabajo previstos sin evaluar los nuevos riesgos y definir las medidas preventivas para controlarlos sometiéndolos a ambos, vía modificación o actualización del plan de seguridad, a la aprobación de la Administración promotora previo informe del coordinador de seguridad designado por la misma.

Toda empresa con personal participante en la obra se dotará de los recursos preventivos necesarios para el desarrollo de sus actividades. Los recursos preventivos serán como mínimo un trabajador perteneciente a la empresa que desarrolla el trabajo con la formación de Técnico de Nivel Básico en Prevención de Riesgos Laborales (curso de 50 horas con el programa establecido en el RD. 39/97) según se estipula en la Ley 54/03.

La Inspección de Trabajo podrá comprobar la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra y, por supuesto, en todo momento la Dirección Facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución, los representantes de los trabajadores y cualquier trabajador, estando a disposición de todos ellos el mencionado Plan permanentemente en obra.

## 2.1 JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, se establece la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes (Artículo 4.1):

- a. Que el presupuesto de ejecución por Contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).
- b. Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c. Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores de la obra, sea superior a 500.
- d. Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Se redacta un estudio de seguridad y salud en lugar de un estudio básico de seguridad y salud. A continuación, se aporta justificación en base a datos que se razonan en apartados siguientes del estudio:

- El presupuesto incluido en el proyecto es superior a 450.759,08 €.
- Que el plazo de ejecución según el Plan de Obra es de cinco (5) meses con un número previsto simultáneo de trabajadores de 20 operarios, en alguna de las fases de la obra.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores de la obra, es de 22 días/mes x 5 meses x 20 trabajadores = 2.200 que es superior a 500.
- Las obras son de construcción de subestación eléctrica.

Dado el cumplimiento de los 3 primeros supuestos contemplados se procede a la formalización de un Estudio de Seguridad y Salud.

## 2.2 MARCO NORMATIVO

Como queda dicho, este estudio de Seguridad y salud se redacta en cumplimiento de lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, cuyo artículo 4 establece las condiciones de obligatoriedad para los proyectos técnicos de construcción, viniendo reglamentariamente exigido en el presente caso.

De acuerdo con ello, este estudio debe ser complementado, antes del comienzo de la obra, por el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista, dicho plan debe realizarse cumpliendo la propia normativa establecida por la propiedad. Además, el plan de seguridad y salud desarrollará las medidas preventivas previstas en el estudio, adaptando éstas a las técnicas y soluciones que han de ponerse finalmente en obra. Eventualmente, en el plan de seguridad y salud se podrán proponer alternativas preventivas a las medidas planificadas aquí, en las condiciones establecidas en el artículo 7 del ya citado Real Decreto 1627/1997. En su conjunto, el plan de seguridad y salud constituirá el conjunto de medidas y actuaciones preventivas derivadas de este estudio, que el contratista se compromete a disponer en las distintas actividades y fases de la obra, sin perjuicio de las modificaciones y actualizaciones a que pueda haber lugar, en las condiciones reglamentariamente establecidas.

La base legal de este estudio, así como del citado Real Decreto 1627/97, dictado en su desarrollo, es la Ley 31/1.995, de 10 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, cuyo desarrollo reglamentario, de aplicación directa al estudio de Seguridad y salud, en tanto que establece normas que deben ser observadas parcial o totalmente en su redacción y posterior cumplimiento que, sin perjuicio de las recogidas en el pliego de condiciones de este estudio, se concretan en las siguientes:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. del 10-11-95). Modificaciones en la Ley 50/1998, de 30 de diciembre.
- Estatuto de los Trabajadores (Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores)

- Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97, de 17 de enero, B.O.E. 31-01-97)
- Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, B.O.E. 01-05-98)
- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, B.O.E. 25-10-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares Trabajo [excepto Construcción] (Real Decreto 486/97, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación de Cargas (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización (Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97)
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el trabajo (Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)
- Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril)
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B.O.E. 12-06-97)
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los Equipos de Trabajo (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, B.O.E. 07-08-97)
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de "Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales"

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº Colegiado: 1937 C/ San Juan, 10 - 50001 ZARAGOZA (ZARAGOZA) VISADO Nº 04535-24A DIRECCIÓN DE PROYECTOS 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el art. 24 de la ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. BOE núm. 274 de 13 noviembre.

Adicionalmente, en la redacción del presente estudio, tal y como se especifica en el pliego de condiciones del mismo, se observan las normas, guías y documentos de carácter normativo que han sido adoptadas por otros departamentos ministeriales o por diferentes organismos y entidades relacionadas con la prevención y con la construcción, en particular las que han sido emitidas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, por el Ministerio de Industria, por las Comunidades Autónomas, así como normas UNE e ISO de aplicación.

Cabe destacar que, a través del presente documento, el promotor de las obras da cumplimiento al contenido de la disposición adicional primera del R.D. 171/04, en lo que a su obligación de informar a los empresarios concurrentes en el centro de trabajo se refiere.

### 2.3 OBLIGACIONES Y DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Según los Artículos 14 y 17, en el Capítulo III de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se establecen los siguientes puntos:

1. Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de Seguridad y Salud en el trabajo. El citado derecho supone la existencia de un correlativo deber del empresario de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales. Este deber de protección constituye, igualmente, un deber de las Administraciones Públicas respecto del personal a su servicio. Los derechos de información, consulta y participación, formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud, en los términos previstos en la presente Ley, forman parte del derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.
2. En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario deberá realizar la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos correspondientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta y participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en el Capítulo IV de la presente Ley. El empresario desarrollará una acción permanente con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención señaladas en el párrafo anterior a las modificaciones que puedan experimentar las circunstancias que incidan en la realización del trabajo.
3. El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERO EN INGENIERÍA DE PROYECTOS</p> <p>VISADO Nº V-04535-24A D.º DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERO EN INGENIERÍA DE PROYECTOS</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

4. Las obligaciones de los trabajadores establecidas por esta Ley, la atribución de funciones en materia de protección y prevención a trabajadores o Servicios de la empresa y el recurso al concierto con entidades especializadas para el desarrollo de actividades de prevención complementarán las acciones del empresario, sin que por ello le eximan del cumplimiento de su deber en esta materia, sin perjuicio de las acciones que pueda ejercitar, en su caso, contra cualquier otra persona.
5. El coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo no deberá recaer en modo alguno sobre los trabajadores.

## 2.4 EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN

1. El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizarlos. Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:
  - a) la utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización
  - b) los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello
2. El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios. Los equipos de protección individual 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.

## 2.5 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

1. Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y Salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
2. Entregar el plan de seguridad aprobado, a las personas que define el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre.
3. Trasmitir la prevención contenida en el plan de seguridad y Salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las condiciones y prevención en él expresadas.
4. Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en este pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de seguridad y Salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
5. Montar a tiempo todas las protecciones colectivas definidas en el pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de seguridad y Salud, según lo contenido en el plan de ejecución de obra; mantenerla en buen estado, cambiarla de posición y retirarla, con el conocimiento de que se ha diseñado para proteger a todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratistas o autónomos.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937  D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A  D.º 1937/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

6. Montar a tiempo según lo contenido en el plan de ejecución de obra, contenido en el plan de seguridad y Salud: las "instalaciones provisionales para los trabajadores". Mantenerlas en buen estado de confort y limpieza; realizar los cambios de posición necesarios, las reposiciones del material fungible y la retirada definitiva, conector de que se definen y calculan estas instalaciones, para ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratistas o autónomos.
7. Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de seguridad y Salud aprobado, en el apartado: "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
8. Informar de inmediato de los accidentes: leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
9. Disponer en acopio de obra, antes de ser necesaria su utilización, todos los artículos de prevención contenidos y definidos en este Plan de seguridad y Salud, en las condiciones que expresamente se especifican dentro de este pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y Salud.
10. Colaborar con la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud, en la solución técnico preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.
11. A lo largo de la ejecución de la obra, realizar y dar cuenta de ello al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, el análisis permanente de riesgos al que como empresario está obligado por mandato de la Ley 31 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, con el fin de conocerlo y tomar las decisiones que sean oportunas.



### 3 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

#### 3.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

La obra objeto del presente estudio consiste en parte de la construcción y montaje de las instalaciones eléctricas de evacuación necesarias para las centrales fotovoltaicas que tienen previsto que lleve a cabo su instalación. Dichas instalaciones eléctricas de evacuación se pretenden su ubicación en el término municipal de El Grado (Huesca).

Dichas instalaciones eléctricas de evacuación serán las siguientes:

**1.- Subestación Eléctrica Elevadora AVEJARUCO 30/220 kV:** En adelante SET AVEJARUCO. Se trata de una nueva subestación colectora, situada en el término municipal de El Grado (Huesca), que albergará tanto dos posiciones de línea, como otras 2 posiciones de transformador, cada una con un transformador elevador 30/220 kV, necesario para la conexión al nivel de 220 kV de las centrales fotovoltaicas indicadas y toda la aparamenta necesaria.

**2.- Derivación Aérea 220 kV (entrada-salida):** Se realizará una derivación entrada – salida de la LAAT SET REGADERA – SET EL GRADO 220 kV de 220 kV en al apoyo AP 42, para llevar a cabo la evacuación de la energía generada por las plantas fotovoltaicas.

Las coordenadas UTM de los vértices de la poligonal que define el área de la Subestación son:

SUBESTACIÓN AVEJARUCO. T.M. DE EL GRADO (HUESCA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 31 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
V01	269.883,35	4.665.404,00
V02	269.896,96	4.665.358,86
V03	269.817,78	4.665.334,98
V04	269.804,17	4.665.380,12

Tabla 1. Coordenadas UTM vértices Subestación Avejaruco

La Subestación estará constituida en dos niveles de tensión, un primer nivel a 30 kV y otro nivel de tensión de evacuación del parque a 220 kV; dichos niveles se materializarán, respectivamente en un parque de interior a 30 kV, un parque exterior o intemperie a 220 kV con una configuración de simple barra.

### 3.2 PRINCIPALES UNIDADES CONSTRUCTIVAS

- Operaciones previas:
  - Señalización de seguridad en accesos a obra.
  - Trabajos de replanteo.
  - Accesos a obra.
  - Instalaciones de obra.
  - Carga y Descarga de materiales. Acopios.
  - Iluminación de los tajos.
  - Identificación de las posibles instalaciones aéreas y subterráneas existentes.

- Unidades constructivas:

#### Obra Civil

- Desbroce del terreno
- Excavaciones
- Relleno, extendido y apisonado de tierras y zahorras
- Cimentaciones
- Arquetas, canaletas y Canalizaciones
- Drenajes y Saneamiento
- Viales y superficies
- Sistema de recogida de aceite
- Edificio de control.
- Cerramiento exterior.
- Instalaciones exteriores.
- Estructura metálica.
- Soldadura Cadweld

#### Instalaciones en Subestación

- Montaje de aparamenta de alta tensión en el exterior.
- Montaje y conexionado de embarrado o conductores para equipos de alta tensión en interior
- Tendido de conductores de mando y control en interior.
- Conexionado de equipos de mando y control en el interior.
- Montaje de armarios de mando y control y otros armarios auxiliares.
- Montaje de la red de tierras y masas en el exterior.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº VD04535-24A D.º 1937</p> <p>GENÉRICO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Montaje de la red de tierras y masas en el interior.
- Montaje de cable aéreo y otros circuitos sobre postes
- Instalación de alumbrado y fuerza en la subestación.
- Montaje de aparamenta en subestación.
- Suministro de energía.
- Instalaciones de Equipos en los edificios técnicos.
- Manipulación del gas SF6 (Hexafluoruro de Azufre)
- Puesta en tensión de la subestación.
- Trabajos en tensión.
- Montaje e instalación de armarios de control.
- Tendido de cableado de baja tensión.

Pruebas y puesta en servicio

- Visitas Obra.
- Labores de reparación, conservación y explotaciones futuras.

### 3.3 PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA

#### 3.3.1 REPLANTEO

Basándose en los planos de replanteo confeccionados por la Oficina Técnica, se procederá a replantear sobre el terreno los movimientos de tierras necesarios la ejecución de la subestación, centro de seccionamiento y centros de transformación.

#### 3.3.2 PLANIFICACIÓN INICIAL DE LOS TRABAJOS Y ACOPIO DE MATERIALES

Una vez efectuado los replanteos oportunos el contratista definirá las necesidades de parque de carga y descarga de material que se estimen precisas para la realización de las mismas, coordinándose con el resto de empresas que estén trabajando en esta zona en función de las interferencias que pudiera suponer. Se procederá a vallar la zona de acopio de materiales y ubicación de casetas mediante valla de obra de 2 m de altura para evitar la intrusión de personas ajenas a la obra.

En caso de que se estén desarrollando otros trabajos fuera del ámbito de este proyecto en la misma zona de trabajo se realizará una reunión de coordinación de actividades empresariales con las empresas afectadas para informar de las actividades a realizar por parte de las diferentes empresas contratistas en cada tramo de obra, así como el procedimiento a establecer durante la obra para la coordinación de actividades empresariales, la gestión de zonas de acopios y controles de acceso a la obra.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreso</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

El transporte de los materiales debe de realizarse en las condiciones que indique el suministrador. El transporte de los transformadores se realizará en góndolas con las consiguientes precauciones al circular por las carreteras. Es necesario comprobar los gálibos de altura en pasos subterráneos, líneas aéreas y pasos a nivel.

Mediante camiones que dispongan de grúa se procederá a depositar los materiales necesarios para la obra en la zona previamente elegida. El acopio debe de realizarse también de acuerdo a las indicaciones de los fabricantes.

### 3.3.3 TRANSPORTE DE TRABAJADORES A OBRA

Se realizará mediante furgonetas en correcto estado de mantenimiento y de ITV vigente. El número de trabajadores a transportar será el adecuado a las características del vehículo.

### 3.3.4 OBRA CIVIL

Para la subestación se ha previsto la construcción de un edificio de control y comunicaciones constituido por una sola planta, y prefabricado de hormigón con elementos prefabricados, sobre cimentación de hormigón armado. En torno a este, se distribuyen: cimentaciones aisladas para todas las estructuras metálicas del parque exterior; losas de hormigón armado para ubicación de transformadores; redes enterradas de drenaje y saneamiento, dotación de canalizaciones enterradas y canaletas prefabricadas de hormigón para distribución de cableado. Tratamiento de viales interiores con soleras de hormigón, formación de pradera de grava en parque exterior y vallado perimetral.

Esta actividad se compone de las siguientes fases:

- Movimiento de tierras

Para la adecuación de los terrenos y la construcción de la malla de tierras, se procederá a realizar los siguientes trabajos:

1. Desbroce del terreno.
2. Excavaciones.
3. Relleno, extendido y apisonado de tierras y zahorras.

Se incluyen las excavaciones necesarias para la realización de las cimentaciones y bancadas para la aparamenta y el edificio.

- Cimentación

En proyecto no se especifica, pero es posible que las cimentaciones sean hormigón armado, dimensionadas en función de las características del terreno, obtenidas de los estudios geotécnicos previos y de la combinación de las acciones más desfavorables que plantea cada conjunto estructural.



Como punto de partida se adopta una tipología de cimentaciones específicas para cada estructura, en base a consideraciones económicas y técnicas previas. Se han previsto como cimentaciones idóneas las cimentaciones directas superficiales: arriostradas en base de edificación, losa armada en cimentación de transformadores, pozos, zapatas aisladas y combinadas para estructuras metálicas exteriores.

Para el edificio de control se han previsto, que las cimentaciones serán de tipo superficial y se resolverán mediante una zapata corrida apoyada a una profundidad que asegure el nivel de heladas.

#### - Canaletas y Canalizaciones

Las canalizaciones para cableado estarán formadas por laterales y soleras de piezas prefabricadas. Contarán con tubo de 110 mm de diámetro para cables eléctricos y las arquetas de registro de cables oportunas.

#### - Drenajes

Se establecerá un sistema de drenaje en toda la subestación, incluidos drenes, colectores, arquetas, etc.

#### - Viales y Superficies.

Debe realizarse el entronque con la carretera P-1223 para el acceso a la Subestación. No se prevé asfaltar el vial de acceso.

Encachado de grava en parque exterior de 10 cm de espesor.

También se realizará el vial interior, previsiblemente hormigonado, con los bordillos oportunos.

#### - Castas de Celdas y de Control

La Subestación contará con un edificio de control y comunicaciones y una caseta de celdas de media tensión, constituidos por una sola planta, y prefabricado de hormigón. Estará formado por una sala.

#### - Cerramiento Exterior

El cerramiento perimetral contará con cimentación, postes metálicos, malla y accesorios con puerta metálica abatible de dos hojas de 3,0x2,2m.

### 3.3.5 ESTRUCTURA METÁLICA

Los equipos instalados en el parque exterior deberán estar ubicados sobre estructura metálica con las especificaciones definidas en el proyecto. Además equipos de control y los armarios y

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreio</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A INGENIERÍA DE PROYECTO 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

celdas de media tensión instalados en los edificios técnicos deberán estar ubicados sobre bancadas metálicas con las especificaciones definidas en el proyecto.

### 3.3.6 INSTALACIÓN EN SUBESTACIÓN

Las instalaciones objeto de este proyecto se pueden dividir en las siguientes fases:

- Montaje de aparata de alta tensión en el exterior.

Esta actividad consiste en el transporte de los equipos instalados en el parque exterior a la subestación, izado y colocación en bancada correspondiente a cada equipo y fijación y montaje de la aparata.

- Montaje y conexionado de embarrado o conductores para equipos de alta tensión en interior.

Los trabajos comprendidos en esta fase comprenden el mecanizado de los embarrados, su montaje en posición definitiva, el tendido de cableado y conductores de conexión de embarrado y de salida del mismo hacia aparata.

- Tendido de conductores de mando y control en interior.

Se incluyen en esta fase la preparación de los tubos de protección de conductores y el tendido de los mismos dentro de edificios técnicos.

- Conexionado de equipos de mando y control en el interior.

Los trabajos que se realizan en esta fase son la instalación de los terminales de los equipos de mando y control y el conexionado de estos equipos.

- Montaje de armarios de mando y control y otros armarios auxiliares.

Esta actividad incluye el traslado, elevación y fijación de armarios de mando y control sobre bancada correspondiente. Colocación, montaje y/o desmontaje de elementos delicados y con peligros asociados.

- Montaje de la red de tierras y masas en el exterior.

Los trabajos comprendidos en esta actividad consisten en el tendido de conductores para la instalación de la red de tierras en zanja o canaleta en el exterior de edificios técnicos, el hincado de electrodos y picas de tierra, conexionado entre conductores, electrodos y negativos, mecanizado y corte de pletinas o cables y montaje de conductores de tierras o masas y su conexión a equipos.

- Montaje de la red de tierras y masas en el interior.



Se incluyen en estos trabajos las conexiones en interior de edificios técnicos para la instalación de la red de tierras, el conexionado entre conductores, electrodos y negativos, el mecanizado y corte de pletinas y la conexión de conductores a equipos.

- Montaje de cable aéreo y otros circuitos sobre postes

Esta actividad comprende el montaje de elementos de sujeción y amarre, tendido de conductores de AT o BT sobre apoyos, montaje de seccionadores, montaje de accionamientos de seccionadores y elementos auxiliares y conexionado de conductores.

- Instalación de alumbrado y fuerza en la subestación.

Durante esta fase los trabajos a realizar consisten en el tendido de conductores y tubos de protección en interior de subestación, montaje de luminarias y elementos auxiliares, montaje de mecanismos y conexionado de conductores de alumbrado y fuerza con sus respectivas protecciones eléctricas.

- Montaje de aparamenta.

El montaje de aparamenta conlleva el montaje de los elementos de sujeción y amarre de los equipos, el tendido de conductores hasta equipos, montaje de seccionadores y accionamientos y el montaje de la aparamenta sobre estructura definitiva.

- Suministro de energía.

Se realizará el tendido de distribución de energía en baja tensión y en alta tensión dentro de edificios técnicos.

- Instalaciones de Equipos en los edificios técnicos.

Las celdas irán ubicadas dentro del edificio de control de la subestación. Se instalarán todos los armarios sobre bancadas apoyadas directamente sobre la solera del edificio. Los cables procedentes de la zona de intemperie llegan a los cuadros a través de canales embebidos en la solera.

- Manipulación del gas (SF6) Hexafluoruro de Azufre

El gas SF6 puro es un gas es un gas incoloro, inodoro, inflamable, más pesado que el aire. Se comporta como un gas inerte. A pesar de ser no tóxico, puede ser asfixiante en caso de concentración elevada, al reemplazar el oxígeno.

- Puesta en tensión de la subestación.



Una vez terminada y probada la instalación se procede a su puesta en tensión alimentando la subestación. Se mantienen abiertas todas las protecciones y se van cerrando una a una para comprobar el buen estado de aislamiento de los equipos.

- Trabajos en tensión:

Cuando sea necesario, por avería o sustitución de algún equipo, trabajar estando la subestación en tensión o ciertos equipos, estos serán realizados por personal cualificado de la empresa contratista autorizados para estos trabajos y siguiendo el procedimiento de trabajos del contratista.

- Tendidos de cable de fibra óptica y empalmes.

La instalación de fibra óptica incluye la de fibra en edificios técnicos y sus conexiones.

Los empalmes de fibra óptica se realizarán mediante máquina fusionadora de fibra óptica.

- Montaje e instalación de armarios de control

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

Las interconexiones entre la aparamenta y los armarios de protección, control y medida que componen la instalación, se realizarán con cables aislados de control sin halógenos.

En todos los armarios de protección se considerarán bloques de pruebas.

- Tendidos de cableado de baja tensión

Los tendidos de cables se realizarán normalmente a mano, aunque en algún caso se podrán realizar mediante cualquier dispositivo de arrastre mecánico. El tendido se realizará bien en canaleta, percha, sobre las bandejas metálicas o bien en canalización de tubos.

- Pruebas y puesta en servicio

Se realiza comprobación, funcionamiento y ajuste de cada aparato y su conexionado.

Comprobación, funcionamiento y ajustes por bloques funcionales.

Comprobación, funcionamiento y ajustes del conjunto de la instalación y su interconexión con instalaciones colaterales o satélites.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Colegiado nº 1937 VISTADO Nº 04535-24A D.GENERAL/PROY/24/10/2024 <b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

### 3.4 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

El presupuesto de ejecución por contrata es el indicado en el documento de Presupuesto del presente proyecto (Documento 3).

El plazo de ejecución previsto es de 5 meses.

Se prevé un número de trabajadores máximo, trabajando simultáneamente, de 15 personas.

La empresa contratista deberá desglosar y concretar en el Plan de Seguridad y Salud la planificación de los trabajos.

## 4 ZONAS DE OBRA Y ACCESOS

### 4.1 ZONAS DE OBRA

Debido a la localización de las obras la empresa contratista deberá prever en su Plan de Seguridad y Salud la situación del terreno de la obra y de los accesos a la misma.

### 4.2 ACCESOS A OBRA Y CONTROL DE ACCESOS

El control de acceso a obra deberá concretarse por el contratista en su plan de seguridad y salud.

Todo el personal contratista (incluidas las asistencias técnicas) que preste sus servicios en la obra, independientemente del tiempo que necesite para llevarlos a cabo, deberá cumplir con las normas de acceso específicas del promotor, así como aportar por adelantado toda aquella documentación que sea requerida por el Coordinador de seguridad y salud nombrado por el Promotor.

En todos los accesos a la obra deberá figurar de forma clara la prohibición de acceder a la misma a vehículos y personas no autorizadas, así como advertencia del peligro derivado del movimiento de maquinaria pesada de obra.

Se coordinarán los accesos a obra con el resto de empresas que estén realizando trabajos en obra, procurando compatibilizar los diferentes controles de acceso. En caso de que ya exista un criterio de control de acceso se procurará mantener este criterio. Todos los trabajadores deberán llevar una tarjeta de identificación en la que figuren los datos del trabajador, la empresa contratista, la subcontrata y teléfonos de emergencia. La empresa contratista deberá mantener el control de estas tarjetas y dispondrá de un listado con todos los trabajadores que se encuentren en la obra. La empresa contratista se comprometerá a mantener la documentación preceptiva de estos trabajadores, que podrá ser objeto de auditoría durante la obra.

La empresa contratista deberá desarrollar en el Plan de Seguridad y Salud el procedimiento de control de accesos en la obra.



### 4.3 CIRCULACIÓN DE MAQUINARIA EN OBRA

El contratista deberá identificar los vehículos autorizados para circular por la obra, tanto propios como de subcontratas. Todos los conductores deberán recibir instrucciones escritas sobre las normas de circulación en la obra y deberán entregar copia firmada con el recibí y enterado.

Los viales de acceso a obra deberán mantener señalización de circulación en obras y deberán mantenerse en correcto estado.

### 4.4 SITUACIÓN DE CENTROS SANITARIOS, BOMBEROS Y PROTECCIÓN CIVIL

El contratista deberá analizar en su plan de emergencias la situación de los centros sanitarios, bomberos y protección civil más cercanos, indicando las vías de evacuación a los trabajadores, dejando copia en los vehículos.

Se deberán realizar simulacros de evacuación en caso de accidente para comprobar el conocimiento de los trabajadores del plan de emergencias de la obra.

## 5 SERVICIOS AFECTADOS

Dentro de la ejecución de las obras objeto del proyecto de Subestación elevadora "Avejaruco", no se prevé la existencia de servicios afectados; se desconoce a la hora de realizar el estudio de seguridad si existen servicios afectados en la zona de obra. En caso de que durante la ejecución de la obra surja algún servicio afectado la empresa contratista deberá incluir en el Plan de Seguridad y Salud las medidas preventivas oportunas en función de cada servicio y se pondrá en contacto con la compañía suministradora afectada.

## 6 TRABAJOS CON RIESGO ESPECIAL. PRESENCIA DE RECURSO PREVENTIVO

En cumplimiento con la legislación vigente, será necesaria la presencia en obra de un recurso preventivo para aquellas actuaciones que aparecen reflejadas en el artículo 32.bis de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995, ampliada y modificada mediante la Ley 54/2003:

“La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será necesaria en los siguientes casos:

- a. 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.
- b. Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
- c. 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.”



Así mismo, al encontrarnos en una obra de construcción es de aplicación el R.D. 1627/1997 por lo que se debe cumplir lo establecido en la Disposición adicional única del R.D. 1627/1997, referente a la presencia de recursos preventivos en obras de construcción ampliada mediante el R.D. 604/2006.

Disposición adicional única. Presencia de recursos preventivos en obras de construcción:

“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:

- d. El plan de seguridad y salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos.
- e. 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.
- f. 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.”

En este apartado se van a indicar las actividades a realizar en esta obra que presentan riesgo especial y en las que, por tanto, es obligatoria la presencia de recurso preventivo. Además de estas actividades el contratista deberá analizar aquellas que aquí no se han indicado pero que por las circunstancias de la obra o por posibles interferencias lleven asociado un riesgo especial y por tanto también sea necesaria la presencia de recurso preventivo.

La empresa contratista deberá definir en el Plan de Seguridad y Salud la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos en aquellas actividades en que sea necesario.

A continuación, se indican las actividades que presentan riesgo especial y por tanto es obligatoria la presencia de recurso preventivo.

Con carácter general será obligatoria la presencia de recursos preventivos en las actividades que presenten:

- Trabajos con riesgo eléctrico o en proximidades de líneas eléctricas aéreas.
- Actuaciones en las que haya interferencias entre varias máquinas en un tajo.
- En aquellas actuaciones con peligro de caída de altura.
- Montaje de prefabricados pesados.
- En actividades con riesgo de sepultamiento.

Además, se necesitará la presencia de recurso preventivo en las siguientes fases de obra:

- En la actividad de obra civil durante las fases de:
  - Movimiento de tierras.
  - Cimentación.
  - Viales.
  - Edificio de control.
- En la actividad de instalaciones de la subestación durante las fases de:
  - Montaje de aparata de alta tensión en exterior.
  - Montaje de aparata en subestación.
  - Montaje de cables aéreo u otros elementos sobre postes.
  - Puesta en tensión de la subestación.
  - Trabajos en tensión.

## 7 EVALUACIÓN DE RIESGOS EN EL PROCESO DE CONSTRUCCION

El estudio de identificación y evaluación de los riesgos potenciales existentes en cada fase de las actividades constructivas o por conjuntos de tajos de la obra proyectada, se lleva a cabo mediante la detección de necesidades preventivas en cada uno de dichas fases, a través del análisis del proyecto y de sus definiciones, sus previsiones técnicas y de la formación de los precios de cada unidad de obra, así como de las prescripciones técnicas contenidas en su pliego de condiciones.

El resumen del análisis de necesidades preventivas se desarrolla en las páginas anexas, mediante el estudio de las actividades y tajos del proyecto, la detección e identificación de riesgos y condiciones peligrosas en cada uno de ellos y posterior selección de las medidas preventivas correspondientes en cada caso. Se señala la realización previa de estudios alternativos que, una vez aceptados por el autor del proyecto de construcción, han sido incorporados al mismo, en tanto que soluciones capaces de evitar riesgos laborales. La evaluación, resumida en las siguientes páginas, se refiere obviamente a aquellos riesgos o condiciones insuficientes que no han podido ser resueltas o evitadas totalmente antes de formalizar este estudio de Seguridad y salud. Sí han podido ser evitados y suprimidos, por el contrario, diversos riesgos que, al iniciarse este estudio de Seguridad y Salud, fueron estimados como evitables y que, en consecuencia, se evitaron y han desaparecido, tanto por haber sido modificado el diseño o el proceso constructivo que se propuso inicialmente, como por haberse introducido el preceptivo empleo de procedimientos, sistemas de construcción o equipos auxiliares que eliminan la posibilidad de aparición del riesgo, al anular suficientes factores causales del mismo como para que éste pueda considerarse eliminado en la futura obra, tal y como el proyecto actual la resuelve.

De esta forma, la previsión reglamentaria de distinguir entre riesgos evitables y no evitables carece de aplicación concreta al estudio de seguridad y salud y debe considerarse englobada en el conjunto de normas preventivas generales que se deben de incluir en el mismo.

A partir del análisis de las diferentes fases y unidades de obra proyectadas, se construyen las fichas de tajos y riesgos que no han podido ser evitados en proyecto y sobre los que es preciso establecer las adecuadas previsiones para la adopción de las medidas preventivas correspondientes, tal y como se detalla a continuación.



## 7.1 MEDIDAS PREVENTIVAS A DISPONER EN OBRA

### 7.1.1 MEDIDAS GENERALES

Al objeto de asegurar el adecuado nivel de seguridad laboral en el ámbito de la obra, son necesarias una serie de medidas generales a disponer en la misma, no siendo éstas susceptibles de asociarse inequívocamente a ninguna actividad o maquinaria concreta, sino al conjunto de la obra. Estas medidas generales serán definidas concretamente y con el detalle suficiente en el plan de seguridad y salud de la obra.

### 7.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ESTABLECER EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS

En función de los factores de riesgo y de las condiciones de peligro analizadas y que se han de presentar en la ejecución de cada una de las fases y actividades a desarrollar en la obra, las medidas preventivas y protectoras a establecer durante su realización son, en cada caso, las enunciadas en los apartados que siguen.

Sin perjuicio del uso de protecciones individuales indicadas para cada uno de los riesgos específicos señalados en los apartados posteriores, se considera obligatorio para toda persona integrante de la obra los siguientes equipos de protección individual, que deberán contar con su correspondiente marcado CE:

- Casco de seguridad no metálico, clase N, aislante para baja tensión, para todos los operarios, incluidos los visitantes
- Mono de trabajo
- Chaleco reflectante
- Botas de seguridad de puntera reforzada, clase III.

Si existieran excepciones para el uso de esta equipación (falta de casco en trabajos de aglomerado, uso de botas de goma en vez de botas de seguridad en hormigonado de tableros...), el contratista justificará, técnicamente y en el Plan de Seguridad, dichas excepciones.

Siempre que se haga uso de medio de elevación mecánico (plataforma elevadora, camión grúa con cesta, plataforma telescópica...) el trabajador hará uso de arnés de seguridad, definiendo el contratista en su plan de seguridad un punto fuerte donde anclar dicho arnés. Si el medio de elevación se usa para acceder a un punto en altura, deberá anclarse el arnés a un punto fuerte ajeno al elemento elevador en el momento del acceso. Igualmente, dicho punto deberá ser definido en el Plan de Seguridad.

## 7.2 PRESCRIPCIONES TÉCNICO- PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL

Dado que dentro del proyecto que nos ocupa existe un buen número de actividades y riesgos que se repiten en las diferentes unidades de la obra, se ha considerado oportuno, independientemente de lo que se establezca en el tratamiento particular de cada unidad, definir

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 ARAGÓN</p> <p>VISADO Nº 04535-24A INGENIERO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

unas prescripciones preventivas de carácter general que se habrán de observar en todo el ámbito de la obra independientemente de la unidad en cuestión.

1.- En evitación de los riesgos de caída en altura, el empresario contratista principal deberá definir en su plan de seguridad para cada una de las actividades que ejecute en las que exista este tipo de riesgo el procedimiento a tomar para controlarlo y/o evitarlo. Así, sin perjuicio de lo establecido en el tratamiento particular de cada actividad, el contratista deberá concretar en su plan las medidas preventivas para garantizar el control de este riesgo en todo trabajo que se ejecute, al menos, a más de 1,5 metros de altura. Dichas medidas deberán priorizarse de manera que se anteponga la protección colectiva a la individual de forma que todo trabajo en altura sea protegido, salvo justificación en el plan de su imposibilidad física, por barandillas, redes y/o sistemas de protección que cuenten con la debida acreditación técnica de su resistencia tanto de cada uno de los elementos que las constituyen como del conjunto global incluyendo los sistemas de colocación adoptados (conos embebidos en el hormigón, mordazas, elementos de atados...).

Para ello, el contratista deberá considerar los riesgos a los que está expuesto el trabajador encargado de ubicar las protecciones colectivas.

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 del Real Decreto 2177/2004, 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.

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.

2.- En previsión de los riesgos de caídas de objetos y cargas, el empresario deberá concretar en su plan de seguridad los sistemas que adoptará para controlar dichos riesgos. Así, se evitará, en todo momento, la existencia de cargas suspendidas sobre trabajador alguno y se contará con la documentación técnica que garantice que todos y cada uno de los procedimientos de montaje de elementos (prefabricados o no) se realizan en condiciones seguras. Para ello no sólo se deberá acreditar la estabilidad y resistencia de todos los elementos y cargas, sino que se estudiará y garantizará dicha estabilidad durante los procesos de montaje, utilización y, en su caso de desmontaje.

3.- En evitación de los riesgos de atrapamiento por o entre objetos en zanjas y excavaciones, el empresario contratista principal deberá acreditar técnicamente (mediante cálculo justificativo) la estabilidad de los taludes de zanjas y excavaciones de todo tipo. La acreditación de tal estabilidad deberá acompañarse por la adopción de medidas preventivas tales como entibaciones, tendido de taludes, bermas.... En todo caso, en todo talud practicado en obra, deberá existir un estudio

técnico del empresario contratista en el que se avale la estabilidad del mismo en todas sus fases y estados.

4.- En previsión de riesgos de atropello, y sin perjuicio de lo establecido con carácter mínimo en las prescripciones particulares del presente estudio, el empresario contratista principal deberá definir en su plan de seguridad los medios técnicos y organizativos que minimicen la afección que la circulación de máquinas y equipos provoque sobre los trabajadores. Así, con carácter general, se deberá definir e implantar en obra un procedimiento que ordene el tráfico en la obra de forma que no sólo se separe el tráfico rodado del de personas, sino que evite las posibles interferencias y eventuales colisiones entre los propios vehículos y máquinas de la obra.

5.- En previsión de afecciones a terceros a la obra, el empresario contratista principal concretará en su plan de seguridad las medidas técnicas, preventivas y organizativas para evitar que la ejecución de las obras afecte a terceros a la obra. Así, y sin perjuicio de lo establecido en las prescripciones particulares del presente estudio, el empresario deberá establecer sistemas que eviten el acceso a la obra de personal no autorizado (sistemas de control de accesos, vallado continuo de toda la obra...) y que impidan afecciones al entorno.

6.- En previsión de riesgos durante el montaje, desmontaje y utilización de andamios en la obra estos deberán proyectarse, montarse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente. Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

Cuando no se disponga de la nota de cálculo del andamio elegido, o cuando las configuraciones estructurales previstas no estén contempladas en ella, deberá efectuarse un cálculo de resistencia y estabilidad, a menos que el andamio esté montado según una configuración tipo generalmente reconocida.

En función de la complejidad del andamio elegido, deberá elaborarse un plan de montaje, de utilización y de desmontaje. Este plan y el cálculo a que se refiere el apartado anterior deberán ser realizados por una persona con una formación universitaria que lo habilite para la realización de estas actividades. Este plan podrá adoptar la forma de un plan de aplicación generalizada, completado con elementos correspondientes a los detalles específicos del andamio de que se trate.

Los conductores de vehículos estarán en posesión del permiso de conducción correspondiente y harán uso en todo momento del cinturón de seguridad.

Los trabajadores portarán prendas de seguridad de alta visibilidad, botas de seguridad y casco de protección.

No se permitirá permanecer en el radio de acción de la maquinaria.

Las grúas o camiones grúa deberán ser utilizadas únicamente por personal con formación adecuada, capacitado y autorizado por la empresa propietaria. Los conductores y ocupantes de los vehículos harán uso del cinturón de seguridad en todo momento.

Todos los vehículos-vía dispondrán para su trabajo de la correspondiente certificación y autorización para circular por la vía.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



La maquinaria y equipos de trabajo que por su movilidad o por la de las cargas que desplacen puedan suponer un riesgo, en las condiciones de uso previstas, deberán ir provistos de una señalización acústica de advertencia para la seguridad de los trabajadores situados en sus proximidades.

Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevan escrita de forma legible.

Todos los vehículos serán revisados periódicamente en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejados en el libro de mantenimiento y el Certificado que acredite su revisión por un taller cualificado mantenimiento con ITV en vigor.

Los vehículos irán dotados de bocina automática de marcha atrás y deberán respetar la señalización y normas de tráfico.

Los vehículos irán dotados con un extintor manual y un botiquín portátil.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de las cabinas de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior. Asimismo, se prohíbe el tránsito de personal por elementos inestables de la carga del camión.

Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo serán independientes de los accesos de peatones. Cuando estos accesos sean comunes, se delimitará por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.

Se establecerá en la obra una regulación del tráfico de maquinaria y camiones para evitar accidentes durante la carga y descarga, así como en los desplazamientos.

En todos los trabajos que se realicen en altura, el trabajador estará permanentemente sujeto y cuando ésta sea superior a 2 metros se utilizará cinturón de seguridad con arnés integral y sistema anticaídas.

Las herramientas que se utilicen en altura irán siempre atadas a cinturón portaherramientas o dentro de las bolsas portaherramientas.

Se evitarán en lo posible trabajos simultáneos en la misma vertical, disponiéndose (de realizarse) las medidas de protección necesarias para eliminar los riesgos causados por la simultaneidad. En particular, los operarios situados en la misma vertical deberán estar advertidos de esa circunstancia.

Las zonas de paso estarán limpias de restos de materiales y de los mismos acopios, deberán ser evidentes y definidas, señalizándolas si fuera preciso.

Durante la realización de trabajos nocturnos se iluminarán las zonas de trabajo y de desplazamientos.

Se pondrán todas las medidas necesarias para evitar incendios y su propagación, especialmente cuando se utilicen máquinas de soldar y radiales. La forma será mediante pantallas de protección, cortafuegos, agua, etc., u otras medidas previas al comienzo de los trabajos.

En el caso de la presencia de líneas eléctricas próxima a los trabajos, se seguirá lo dispuesto en el RD 614/2001 de trabajos sin tensión en proximidad de electrificaciones en tensión.

### 7.3 RIESGO ELÉCTRICO

Este riesgo puede presentarse en los trabajos de instalación y utilización de la electricidad como fuente de energía. En especial el riesgo más frecuente es el CONTACTO ELÉCTRICO DIRECTO E INDIRECTO, así como los derivados de caídas de tensión en la instalación como consecuencia de una sobrecarga, deficiente o mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección, mal comportamiento de las tomas de tierra, etc. ...

#### NORMAS GENERALES DE PREVENCIÓN:

- Cumplir en todo momento con el Real Decreto 614/2001, disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Dotar a los centros de trabajo de guantes dieléctricos, para el accionamiento de seccionadores, mediante accionamiento con mando manual.
- Llevar colocado el casco de seguridad, de la clase E-AT.
- Cuando se trabaje en contacto con partes en tensión o se esté a menos de 0,8 m de estas, antes de situarse en la zona de trabajo, deberá haberse efectuado las operaciones siguientes, que contempla las Cinco Reglas de Oro para trabajos en Alta Tensión:
  - Abrir todas las fuentes de tensión.
  - Enclavamiento o bloqueo si es posible, de los aparatos de corte.
  - Reconocimiento de la ausencia de tensión.
  - Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
  - Delimitar la zona de trabajo mediante señalización o pantallas aislantes.
- Siempre se considerará la instalación bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario.
- No se efectuarán reparaciones ni operaciones de mantenimiento en maquinaria alguna, sin haber procedido previamente a su desconexión de la red eléctrica.
- Si en lugar de proceder a la desconexión del cuadro eléctrico se procediera al desarme de los magnetotérmicos y diferenciales, se indicará mediante un cartel-aviso en el cuadro eléctrico la prohibición de puesta en tensión.
- Cuando sea necesario realizar comprobaciones de los mecanismos de protección como magnetotérmicos y diferenciales se avisará a todos los trabajadores que estuvieran utilizando conexiones al cuadro eléctrico, motivo de la revisión, para que no utilicen las herramientas portátiles, maquinaria, etc....
- En aquellos casos en que sea necesario que los conductores vayan por el suelo deberán estar protegidos en zonas de paso para evitar su deterioro y nunca se colocarán materiales acopiados sobre ellos.

Cuando las mangueras presenten deterioro de la capa aislante de protección serán sustituidas.

- Los cuadros eléctricos deberán tener protección contra la intemperie. Cuando no sea así se les dotará de protección adicional mediante una visera contra la lluvia o la nieve.
- Los cuadros eléctricos en servicio deberán permanecer cerrados con la cerradura de seguridad de triángulos (o de llave).
- Los cuadros eléctricos estarán provistos de señalización indicativa de riesgo (eléctrico) e indicación de que la manipulación interior sólo puede ser realizada por personal especializado y autorizado.
- Se comprobará de forma periódica el funcionamiento de los mecanismos de protección (magnetotérmicos y diferenciales), conexiones y toma de tierra de los cuadros eléctricos y maquinaria.

- No se permitirá la utilización de fusibles rudimentarios. Se utilizarán fusibles normalizados.
- Se conectarán a tierra las carcasas de los motores o máquinas.
- En las subestaciones y centros de transformación se pondrán a tierra los pórticos sobre los que se trabaje y se delimitará la zona de peligro con barreras aislantes.
- Si hubiera líneas con tensión, se pedirá la desviación de estas, y si no fuera posible se solicitará un corte de tensión de los elementos en tensión cercanos a la zona de trabajo.
- Colocación de pantallas protectoras o barreras delimitadoras que imposibiliten la entrada en la zona de peligro de los elementos en tensión.
- Se informará 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 de todas las 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.
- El acceso a las subestaciones y centros de transformación con equipos en tensión estará restringido al personal autorizado.

## 8 UNIDADES CONSTRUCTIVAS (ANÁLISIS POR ACTIVIDADES)

De acuerdo con el listado de actividades del proyecto, las actividades, riesgos, medidas y normas preventivas se detallan en este apartado. Si alguna actividad no está definida en el presente Estudio, será obligación del contratista incluir ésta y su procedimiento de ejecución a la hora de elaborar el Plan de Seguridad y Salud.

### 8.1 OPERACIONES PREVIAS

En esta fase se engloban todas aquellas actividades tanto de obra como de instalaciones provisionales y de higiene y bienestar, necesarias para el desarrollo de la obra y su adecuación como centro de trabajo.

Los trabajos que componen esta fase de ejecución son:

- Señalización de seguridad en accesos a obra.
- Acondicionamiento de espacios protegidos.
- Trabajos de replanteo.
- Accesos a obra.
- Instalaciones de obra.
- Acondicionamiento de acopios y zonas de obra.
- Identificación de las posibles instalaciones aéreas y subterráneas existentes.

#### 8.1.1 SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN ZONAS DE ACCESO A OBRA

Se señalarán los accesos a obra emplazando:

- Señal de advertencia: “peligro obras” con cartel salida de camiones.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Señal de prohibición: “prohibido el paso a toda persona ajena a obra”.
- Si fuera necesario señal de indicación TS-220: preseñalización de direcciones. Se emplazará un cartel indicando las diversas instalaciones a ejecutar para la fácil localización de estas de los proveedores de material o maquinaria.

Señalización de seguridad en obra: Toda la obra se señalizará en sus accesos con señales de plástico:

- Señales de obligación: “uso de casco”
- Señal de prohibición “prohibido el paso a toda persona ajena a la obra”.

En la zona de instalaciones provisionales de obra:

- Señal de equipo de primeros auxilios (oficina de obra y casetas de encargados).
- Señal de situación de extintor: almacenes
- Señales de obligación: “uso de casco, uso de protectores auditivos, uso de botas, uso de gafas o pantallas”.
- Señal de advertencia “riesgo de caídas a distinto nivel”
- Señal de advertencia “riesgo de caída al mismo nivel”
- Señal de advertencia “riesgo de caída de objetos”.
- Señal de obligación: “uso de casco”.
- Señal de obligación: “uso de calzado de seguridad”.
- Señal de peligro: cargas elevadas.

Se señalizará con mallazo naranja, aquellas zonas con riesgos: coronaciones de taludes, perímetros de pequeños vaciados, viales de circulación de vehículos, límites de zonas de acopio.

### 8.1.2 ACONDICIONAMIENTO DE ESPACIOS PROTEGIDOS

Se balizarán o cerrarán, a criterio del contratista, con mallazo o valla contención peatonal zonas susceptibles de generar riesgos:

- Zonas de acopio de material
- Zonas de combustibles
- Rampas de excavación
- Caminos de circulación

### 8.1.3 TRABAJOS DE REPLANTEO

#### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:

Los trabajos de replanteo engloban aquellos que se realizan desde el inicio de las obras hasta su finalización, por los equipos de topografía, definiendo por medio de los replanteos todos los datos geométricos y medidas referenciadas en el terreno para poder realizar las actividades de los elementos constructivos que componen la obra. Estos trabajos han sido múltiples veces

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreio</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ALFONSO EL BAJO, 10 50001 HUESCA (AR)</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL/AROV/24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

excluidos de los estudios y planes de seguridad y salud de las obras, lo que resulta improcedente, dado que son fuente de numerosos accidentes de gravedad variable.

#### **EQUIPO DE TRABAJO:**

- Topógrafo
- Auxiliares de topografía

#### **MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA:**

- Aparatos de topografía
- Jalones y miras
- Punteros
- Herramientas manuales
- Herramienta auxiliar
- Vehículo todo terreno

#### **IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:**

- Caídas al mismo nivel
- Golpes / cortes por objeto o herramienta
- Contactos eléctricos
- Atropellos o golpes con vehículos carretera o vía

#### **MEDIDAS PREVENTIVAS:**

Los equipos de replanteo han de observar una serie de normas generales como son:

Todo el personal que forme parte de esta actividad deberá estar formado y deberá recibir la información contenida en el Plan de Seguridad y Salud referente a esta actividad. En caso de detectar zonas en las que pueda producirse caída a distinto nivel se deberá disponer de las protecciones colectivas necesarias para evitar este riesgo.

El atuendo de los operarios será el adecuado a la climatología del lugar, teniendo en cuenta la obligada exposición a los elementos atmosféricos.

Deben evitarse subidas o posiciones por zonas muy pendientes, si no se está debidamente amarrado a una cuerda, con arnés de sujeción anclado a un punto fijo en la parte superior de la zona de trabajo.

Para la realización de comprobaciones o tomas y materialización de datos en zonas de encofrado o en alturas de estructuras y obras de fábrica, se accederá siempre por escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como estructuras tubulares y escaleras fijas.

Todos los trabajos que se realicen en alturas, de comprobación o replanteo, han de llevarse a cabo con arnés de sujeción anclado a puntos fijos de las estructuras, si no existen protecciones colectivas.

Debe evitarse la estancia durante los replanteos en zonas donde puedan caer objetos, por lo que se avisarán a los equipos de trabajo para que eviten acciones que puedan dar lugar a proyección de objetos o herramientas mientras se esté trabajando en esa zona.



Para clavar las estacas con ayuda de los punteros largos se utilizarán guantes y punteros con protector de golpes en manos.

Deberá evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpeo, por presentar el riesgo de proyección de partículas de acero en cara y ojos. Se usarán gafas antiproyecciones durante estas operaciones.

En tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando una distancia de seguridad que se fijará en función de los riesgos previsibles. En casos de necesidad, la posición de los topógrafos y ayudantes se señalará adecuadamente, de manera que sean visibles a los operadores de máquinas y camiones.

Se comprobará, antes de realizar los replanteos, la existencia de cables eléctricos, para evitar contactos directos con los mismos. En cualquier caso, en las zonas donde existan líneas eléctricas las miras utilizadas serán dieléctricas.

El equipo se desplazará a los tajos en un vehículo todo terreno o furgoneta, dependiendo de las condiciones del terreno. Este vehículo deberá ir equipado con un botiquín, será revisado con periodicidad y conducido normalmente por un mismo operario, que vendrá obligado a circular de forma ordenada por los viales de obra. Cuando sea necesario alejarse del vehículo de obra, éste habrá de ser aparcado en un lugar visible para el resto de personas de la obra.

Se colocarán adecuadamente los equipos de topografía en los vehículos de transporte, evitando que puedan moverse y sean causa de lesiones a los propios ocupantes del vehículo.

El personal que vaya a realizar los replanteos deberá utilizar calzado de seguridad y casco de protección.

Se utilizará calzado de buena calidad, y con protección de su puntera, No se permitirá caminar por la canaleta y se caminará el mínimo imprescindible por las traviesas.

#### **PROTECCIONES COLECTIVAS:**

- Iluminación autónoma.
- Equipos de comunicación.
- Señalización de los tajos.

#### **PROTECCIONES INDIVIDUALES:**

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

#### **8.1.4 ACCESOS A OBRA Y CONTROL DE ACCESOS**

Como se ha indicado con anterioridad, el control de accesos deberá ser concretado por el contratista en su plan de seguridad. Todo el personal contratista (incluidas las asistencias técnicas) que preste sus servicios en la obra, independientemente del tiempo que necesite para llevarlos a cabo, deberá cumplir con las normas del promotor y el procedimiento de control de accesos que se prevea, así como aportar por adelantado toda aquella documentación que sea requerida por el Coordinador de seguridad y salud nombrado por el Promotor.



#### 8.1.4.1 Vallado obra

### MEDIOS EMPLEADOS

- Camiones.
- Grupos de soldadura.
- Herramientas manuales.

### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Atrapamiento por máquinas y vehículos.
- Caídas de personas a nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de materiales o herramientas.
- Aprisionamiento por deslizamientos y desprendimientos.
- Incendios.
- Contactos térmicos y eléctricos
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos.

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Se acotarán los accesos a la obra y se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

Se vallarán y señalizarán las excavaciones próximas a lugares de tránsito externo a la obra.

Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo. Se utilizarán recoge pinzas.

Las botellas de gases en uso permanecerán siempre en el interior del carro porta botellas.

Para soldar sobre tajos de otros operarios, se tenderán viseras o protectores en chapa.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

- Vallas de limitación y protección tanto en la zona de obras como en zonas de acceso a la obra y paso de personas ajenas.

### PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Manoplas de soldador.
- Mandil de soldador.
- Polainas de soldador.
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de mano para soldadura.
- Gafas de soldador.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.



#### 8.1.4.2 Entradas y salidas de maquinaria y personal en zona de obras

La causa principal de los accidentes de tránsito en una obra en construcción es la falta de sistema seguro de acceso al trabajo, por lo que resulta imprescindible definir y señalizar correctamente los accesos a las obras, tanto del personal como de la maquinaria.

Este punto también es importante para minimizar la congestión en la obra y está relacionado igualmente con el tránsito dentro de ésta.

Es importante establecer unos accesos cómodos y seguros para personas, vehículos y maquinaria y realizar una coordinación con el resto de posibles empresas que puedan acceder al mismo lugar de trabajo.

#### MEDIOS EMPLEADOS

- Camión grúa.
- Dumper.
- Retroexcavadora.
- Pala cargadora.
- Camión hormigonera.

#### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos.
- Choques contra objetos inmóviles.
- Choques con elementos móviles.
- Ruido.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas de personas al mismo y a distinto nivel.

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

Se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

En la entrada de personal a la obra, se instalarán las siguientes señales:

- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
- Uso obligatorio del casco de seguridad.
- Peligro indeterminado.

Las rampas para el acceso de camiones se ejecutarán con pendientes iguales o inferiores al 12% en los tramos rectos y al 8% en las curvas.

Se colocarán las siguientes señales en rampas:

- A la salida de la rampa señal de "stop".
- A la entrada de la rampa señales de "limitación de velocidad a 20 Km./h" y "entrada prohibida a peatones".

Asimismo, se señalizarán adecuadamente los dos laterales de las rampas estableciendo límites seguros para evitar vuelcos o desplazamientos de camiones o maquinaria.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Los caminos de acceso a obra del personal y de vehículos de obra deben estar perfectamente definidos y separados.

Cuando necesariamente los accesos hayan de ser comunes se delimitarán los de peatones por medios de vallas, aceras o medios equivalentes.

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Se utilizarán riegos para evitar levantamiento de polvo por la circulación de los vehículos o máquinas de la obra (pistas y cajas de camiones).

Se emplearán bombas de achique para los casos en que sea preciso el agotamiento por alcance de nivel freático.

En previsión de vuelcos por deslizamiento, se señalarán los bordes superiores de los taludes (cuerdas de banderolas, balizas, etc.), ubicadas a una distancia no inferior a 2 m del borde.

Todos los operadores de maquinaria y transportes estarán en posesión del permiso de conducir y el de capacitación, además de haber recibido la precisa formación e información obra los riesgos y medidas a adoptar.

Se realizará un mantenimiento correcto de la maquinaria (cumplimiento “manual de normas e instrucciones de uso, manejo y conservación” del fabricante).

Se prohibirá la permanencia de personal en el radio de acción de las máquinas.

### PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Botas de seguridad impermeables de media caña.
- Guantes impermeables.
- Mascarillas contra el polvo.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

- Vallas de limitación y protección.
- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Pasarela de protección
- Vallas de contención en borde de vaciados.
- Barandilla de protección.

#### 8.1.5 INSTALACIONES DE OBRA (CASETAS, ALMACENES, TALLERES AUXILIARES, ETC.)

La elección de las zonas destinadas al acondicionamiento de acopios e instalaciones de obra tendrá en consideración los riesgos derivados del entorno en el que se vayan a ubicar. Por este motivo, se prohibirá que dichas instalaciones se habiliten bajo líneas eléctricas o en su zona de influencia, en bordes de talud o excavaciones, etc.

Se reservará por parte del contratista una superficie de disposición rectangular, para área de oficina de obra.



La caseta se conectará a los servicios de agua potable, saneamiento y red eléctrica; el contratista aportará el certificado de inspección por OCA, y lo colocará de forma visible una autorización que se le facilitará en su momento.

Dentro del recinto de la obra se habilitará una superficie que el contratista destinará a acopios; tanto el acondicionamiento del lugar de almacenaje como su acceso y vigilancia correrá a cargo de la empresa contratista, en ningún caso el promotor tendrá responsabilidad sobre el material almacenado.

En cuanto al acopio de prefabricados debemos considerar por un lado la ejecución de las tareas (durante las cuales deberán tenerse presentes y cumplirse todas las cuestiones previstas en este Estudio de Seguridad en materia de manipulación manual e izado de cargas), así como las condiciones bajo las cuales se acondicionen los acopios. En lo relacionado con esta última cuestión debe subrayarse la necesidad de que todas las zonas de acopio se establezcan en lugares aislados de los tajos de ejecución (de forma que las actividades realizadas en unas zonas y otras bajo ningún concepto interfieran o puedan concurrir), siendo delimitadas en todo su perímetro mediante valla galvanizada apoyada sobre pies derechos de hormigón, y señalizadas de forma que todos los operarios que accedan a los acopios sean informados en relación a los riesgos y protecciones necesarias.

Por otra parte, se considera la posibilidad de que en las zonas de acopio puedan desarrollarse otras labores que no guarden relación directa con esta actividad, sino con otras previas a los trabajos de montaje propiamente dichos. Tal sería el caso de la elaboración, preparación y armado de cimentaciones. En este supuesto, será obligatorio que estas zonas de trabajo se independicen y acoten de las restantes, de tal forma que nunca puedan concurrir o interferir.

La colocación de los carteles y señales se realizará conforme a lo previsto en este documento para la señalización vertical.

Todos los trabajos sobre la instalación eléctrica, y sus mantenimientos, se realizarán por personal cualificado para los trabajos y siempre sin tensión.

### Vestuarios

Se habilitará en obra una zona de vestuarios.

Todo el personal de las diferentes contratistas deberá disponer de la ropa de trabajo y EPIs adecuados para el desarrollo de los trabajos, antes de acceder al centro de trabajo.

### Comedor.

Igualmente, se habilitará una zona para utilizar como comedor para su uso por parte de los trabajadores.

## **MEDIOS EMPLEADOS**

- Grúa autopropulsada.
- Camiones grúa.
- Elementos de izado y de tendido.
- Herramientas manuales.

## IDENTIFICACIÓN DE REISGOS

- Caídas de operarios al mismo y a distinto nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Proyección de fragmentos o partículas

Contactos eléctricos directos e indirectos.

Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

La iluminación será adecuada, cumpliendo lo establecido en el artículo 27 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y demás normativa de aplicación.

Se mantendrá un adecuado orden y limpieza en las zonas de trabajo y de tránsito.

- Se dispondrá la señalización adecuada en las distintas instalaciones de la obra:
- En las zonas donde exista peligro de incendio por almacenamiento de material combustible, se colocará señal de prohibido fumar.
- En las sierras de disco para madera se colocarán pegatinas de uso obligatorio de gafas y guantes.
- En las hormigoneras y sierras circulares para corte cerámico se colocarán pegatinas de uso de gafas y máscara antipolvo.
- En los trabajos con martillos neumáticos y compresores se colocará la señal de uso obligatorio de protectores auditivos.
- En la zona de ubicación del botiquín de primeros auxilios, se instalará la señal correspondiente para ser localizado visualmente.
- En las zonas donde se coloquen extintores se pondrán las correspondientes señales para su fácil localización.
- En los trabajos superpuestos se colocará la señal de caída de objetos.

En las zonas de acopio de materiales se colocará la señal de caída al mismo nivel.

El riesgo de incendios por existencia de fuentes de ignición (trabajos de soldadura, instalación eléctrica, fuegos en períodos fríos, cigarrillos, etc.), y de sustancias combustibles (madera, carburantes, disolventes, pinturas, residuos, etc.), estará presente en la obra requiriendo atención a la prevención de estos riesgos, por lo que se deberá indicar la prohibición de encender fuegos y fumar en estas zonas.

Se realizarán revisiones periódicas y se vigilará permanentemente la instalación eléctrica provisional de la obra, así como el correcto acopio de sustancias combustibles, situando estos acopios en lugares adecuados, ventilados y con medios de extinción en los propios recintos.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Se dispondrá de extintores portátiles en los lugares de acopio que lo requieran, como oficinas, almacenes, etc.

Se dispondrá del teléfono de los bomberos junto a otros de urgencia, recogidos en una hoja normalizada de colores llamativos que se colocará en oficinas, vestuarios y otros lugares adecuados.

Las vías de evacuación estarán libres de obstáculos, como uno de los aspectos del orden y limpieza que se mantendrá en todos los tajos y lugares de circulación y permanencia de trabajadores.

Estas medidas se orientan a la prevención de incendios y a las actividades iniciales de extinción hasta la llegada de los bomberos, caso que fuera precisa su intervención, siguiendo en todo momento el Plan de emergencia con el que deberá contar el Plan de Seguridad de la obra.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Guantes de uso general, de cuero y anticorte, para manejo de materiales y objetos.
- Monos y/o buzos de color amarillo vivo, teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua de color amarillo vivo, muy especialmente en los trabajos que no pueden suspenderse con meteorología adversa.
- Botas de agua homologadas en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Arnés de seguridad homologado.
- Mascarilla antipolvo.
- Filtros para mascarilla.
- Protectores auditivos.
- Guantes de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Mandil de soldador.
- Polainas de soldador.
- Pantalla de soldador.

### 8.1.6 CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES. ACOPIOS.

#### 8.1.6.1 Acopios de materiales

Dentro del recinto de la obra se habilitará una superficie para que el contratista pueda destinar a los acopios; tanto el acondicionamiento del lugar de almacenaje como su acceso y vigilancia correrá a cargo de la empresa contratista.

#### MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA:

- Herramientas manuales
- Camión grúa

- Dumper
- Remolque
- Carretilla autopropulsada
- Traspalé manual

#### RIESGOS:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Proyecciones de objetos o partículas
- Golpes/cortes por objetos y/o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículos
- Sobreesfuerzos
- Contacto eléctrico
- Atropellos o golpes con vehículos
- Exposición a ruido
- Exposición a temperaturas extremas
- Caída de objetos desde camión
- Desplome de la carga

#### MEDIDAS PREVENTIVAS:

Será necesario el vallado de toda la zona de acopio.

Los montones nunca se ubicarán invadiendo viales, pero en caso de ser esto inevitable, serán correctamente señalizados.

No se deben acopiar tierras o áridos junto a excavaciones o desniveles que puedan dar lugar a deslizamientos y/o vertidos del propio material acopiado.

No deben situarse montones de tierras o áridos junto a dispositivos de drenaje que puedan obstruirlos, como consecuencia de arrastres en el material acopiado o que puedan obstruirlos por simple obstrucción de la descarga del dispositivo.

El acopio de tubos se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto. El transporte de tubos se realizará empleando útiles adecuados que impidan el deslizamiento y caída de los elementos transportados. Estos útiles se revisarán periódicamente, con el fin de garantizar su perfecto estado de empleo.

No se permitirá permanecer en el radio de acción de la maquinaria.

La maquinaria y equipos de trabajo que por su movilidad o por la de las cargas que desplacen puedan suponer un riesgo, en las condiciones de uso previstas, para la seguridad de los trabajadores situados en sus proximidades, deberán ir provistos de una señalización acústica de advertencia.



Las grúas o camiones grúa deberán ser utilizadas únicamente por personal con formación adecuada, capacitado y autorizado por la empresa propietaria. Los conductores y ocupantes de los vehículos harán uso del cinturón de seguridad en todo momento.

Se deberán coordinar estos trabajos para evitar la interferencia con otros trabajos y trabajadores tanto dentro del radio de acción de la grúa, como dentro del radio de acción de la carga. Por lo tanto, se deberán acotar, señalizar y, en su caso, colocar protecciones colectivas en dichas zonas, antes de la descarga de materiales, debiendo además poner en conocimiento de dicha circunstancia a todos los posibles trabajadores afectados. En el caso de la descarga de materiales, cuando el operador del equipo de elevación no tenga visibilidad o control sobre la zona de descarga, y por analogía a las prescripciones definidas en el R.D. 837/2003, deberá estar auxiliado por un señalista que dirija las operaciones.

Para la descarga de materiales mediante grúas, se extenderán los brazos estabilizadores posicionados sobre terreno estable, atendiendo a las instrucciones del fabricante y a los límites de carga máxima.

Los acopios de material se realizarán lo más próximo a la zona de trabajo en zonas de fácil acceso para su manejo.

El acopio de materiales se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad. El transporte de postes y bobinas se realizará empleando útiles adecuados que impidan el deslizamiento y caída de los elementos transportados. Estos útiles se revisarán periódicamente, con el fin de garantizar su perfecto estado de empleo.

Se revisarán visualmente las eslingas, estrobos y similares empleados en la carga y descarga, desechando aquellos que presenten defectos. Se seleccionarán las adecuadas a las cargas a izar.

Los elementos descargados se realizarán en posición horizontal, garantizando su estabilidad al desestibar e impidiendo el deslizamiento de los materiales gracias a auxiliares de obra.

El acopio de los materiales será estable, evitando derrames o vuelcos y siempre que sea posible sin que su altura supere los 1,50 metros. Cuando la altura deba ser superior, se adoptarán las medidas necesarias para evitar el vuelco del material, ataduras, calzos, análisis de la distribución y asentamiento del material, etc.

No se apilarán más de dos carretes de bobinas, nunca en zonas de paso.

En los acopios se tendrá en cuenta la resistencia de la base en la que se asienten, en función del peso del material a acopiar.

Para el acopio de materiales voluminosos, capaces de rodar, (tubos, bobinas de cables, etc.), será obligatorio utilizar calzos.

En el caso de existir depósitos y almacén de combustibles, se realizará una instalación acorde a las Normas de la Dirección General de Industria.

No se almacenará combustibles a la intemperie, ni en zonas no señalizadas, interponiendo barrera física entre zonas de trabajo o tránsito y zonas en la que se depositen pequeñas cantidades de combustible.



No se apilarán grandes cantidades de envases, embalajes de los materiales en las instalaciones, se retirarán estos residuos según establezca el responsable medioambiental.

El acopio de material utilizado en soldaduras, será almacenado en cuarto individual, guardando distancia suficiente de sustancias inflamables y aislado.

En caso de existir una zona de paso de vehículos en las proximidades del almacén, se realizará un vallado que guíe y delimite el tráfico frente a las zonas de trabajo.

#### PROTECCIONES COLECTIVAS:

- Sistema de comunicación.
- Señalización.
- Cuadro eléctrico con protecciones.

#### PROTECCIONES INDIVIDUALES:

- Casco de protección.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte, para manejo de materiales y objetos.
- Protección cuero para soldador
- Gafas protección actínica.
- Gafas protección mecánica
- Cinturón de Seguridad
- Arnés integral

#### 8.1.6.2 Almacenamiento de pinturas y combustibles

##### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Incendios o explosiones
- Contacto o proyección de sustancias
- Caída de objetos en manipulación

##### MEDIDAS PREVENTIVAS

Habrà de preverse un almacén cubierto y separado para los productos combustibles o tóxicos que hayan de emplearse en la obra. A estos almacenes no podrá accederse fumando ni podrán realizarse labores que generen calor intenso, como soldaduras. Si existen materiales que desprendan vapores nocivos, deberán vigilarse periódicamente los orificios de ventilación del recinto. Además, los trabajadores que accedan a estos recintos deberán disponer de filtros respiratorios.

Si los productos revisten toxicidad ecológica intensa, el punto de almacenamiento no se ubicará en vaguadas o terrenos extremadamente permeables para minimizar los efectos de un derrame ocasional.

Los almacenes estarán equipados con extintores adecuados al producto inflamable en cuestión en número suficiente y correctamente mantenidos. En cualquier caso, habrá de tenerse en

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ LA FERRERIA, 10 50001 ZARAGOZA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL/PROY.24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

cuenta la normativa respecto a sustancias tóxicas y peligrosas, según lo indicado en el manual de uso del fabricante.

#### PROTECCIONES INDIVIDUALES:

- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para el manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos

#### PROTECCIONES COLECTIVAS:

Vallas de delimitación y protección

#### 8.1.7 ILUMINACIÓN DE LOS TAJOS

#### DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:

Para los trabajos en el interior de edificios técnicos y en aquellos trabajos nocturnos se prevé la instalación de equipos de iluminación en todos los tajos en los que se necesite, por lo que se deberán tener en cuenta los posibles riesgos.

#### MEDIOS EMPLEADOS

Diversos útiles y herramientas

#### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Contactos eléctricos
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes y cortes por objetos y herramientas
- Incendios

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

La iluminación de los tajos será siempre la adecuada para realizar los trabajos con seguridad. Esta se hará mediante proyectores ubicados sobre "pies derechos" firmes.

La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.



Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

En lugares especialmente peligrosos se instalará una iluminación especial.

Todos los frentes de trabajo y caminos de acceso a dichas áreas se iluminarán a lo largo de toda su longitud en intervalos de no más de 20 m, usando lámparas de más de 100 W.

Cualquier área de trabajo o de mantenimiento se señalará mediante luces intermitentes.

Toda máquina de perforación, carga o transporte debe tener una iluminación adecuada para realizar el trabajo con comodidad y exactitud. Además, debe llevar otro tipo de iluminación secundaria para alertar de la presencia de la máquina y de las posibles maniobras que pueda realizar.

Cuando se usa maquinaria estacionaria, el área se debe iluminar de tal manera que puedan verse las partes móviles.

Cuando haya una instalación eléctrica alimentada por un grupo electrógeno autónomo, la protección que se adoptará contra los riesgos de contactos indirectos deberá hacerse extensiva además de todos los receptores, equipos y masas de la instalación, a las masas del grupo y sus equipos auxiliares susceptibles de adquirir tensiones peligrosas respecto a tierra al nivel exigido para los receptores.

Las distribuciones a los diferentes cuadros, cuando sea posible se realizarán de forma aérea para evitar paso continuado de maquinaria móvil por encima de las mangueras eléctricas produciendo el consiguiente deterioro o enterrarlos protegidos.

La manipulación de cuadros o elementos que puedan permanecer en tensión se realizará con guantes de protección dieléctrica.

Se evitarán empalmes confeccionados con cintas aislantes, estableciendo prolongadores mediante clavijas móviles estancas.

Toda conexión eléctrica se realizará mediante clavijas, impidiendo las conexiones directamente con los conductores.

Se exigirá que todas las mangueras contengan el conductor correspondiente a tierra.

Deberá comprobarse periódicamente la efectividad de las protecciones.

Se exigirá limpieza de los cuadros que permanecerán cerrados permanentemente.

Una vez terminado el trabajo se desconectará la máquina o herramienta.

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes y llevarán su correspondiente marcado CE:

- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Monos y buzos, de color amarillo vivo teniéndose en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial que sea de aplicación.

- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con meteorología adversa, de color amarillo vivo.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en trabajos en suelos enfangados o mojados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que puedan producirse desprendimientos de partículas.
- Arnés de seguridad, cuya clase se adoptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio
- Mascarilla antipolvo, en todos aquellos trabajos donde el nivel del polvo sea apreciable.
- Filtros para mascarilla
- Protectores auditivos
- Guantes dieléctricos, para utilización en alta y baja tensión
- Botas dieléctricas
- Chalecos reflectantes para el personal de protección

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.

Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

### 8.1.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES DE OBRA

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Contactos eléctricos indirectos

Manipulaciones inadecuadas de los interruptores o seccionadores

Incendios por sobretensión

## MEDIDAS PREVENTIVAS

El Plan de Seguridad y Salud deberá contemplar el nombramiento de las personas responsables de las instalaciones eléctricas, que deberán ser instaladores autorizados. A su vez deberá establecerse la periodicidad de las revisiones, las cuales han de ir acompañadas de la firma correspondiente.

El Plan de Seguridad y Salud deberá dejar claro quién de los instaladores autorizados es el responsable de cada una de las instalaciones eléctricas, ya que él debería ser el encargado de comprobar que la instalación cumple con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y con las Instrucciones Técnicas Complementarias que le sean de aplicación en los siguientes casos:

Antes de la puesta en marcha de la instalación.

Cuando en la instalación se produzca ampliación o reducción de los circuitos.

Cuando un grupo electrógeno se cambie de ubicación.



En las reuniones de planificación, la dirección facultativa exigirá al contratista que todos los cuadros eléctricos de la obra cuenten como mínimo con un grado de protección IP45. Estos cuadros deben permanecer cerrados de tal modo que sólo puedan ser manipulados por la persona responsable de la instalación, que siempre deberá contar con la calificación de instalador autorizado.

El plan de seguridad y salud definirá detalladamente el tipo y las características de la instalación eléctrica de la obra, así como sus protecciones, distinguiendo las zonas de las instalaciones fijas y las relativamente móviles, a lo largo de la obra, así como, en el caso de efectuar toma en alta, del transformador necesario. En el caso de toma de red en baja (380 V) se dispondrán, al menos, los siguientes elementos y medidas:

Un armario con el cuadro de distribución general, con protección magnetotérmica, incluyendo el neutro y varias salidas con interruptores magnetotérmicos y diferenciales de media sensibilidad a los armarios secundarios de distribución, en su caso; con cerradura y llave.

La entrada de corriente se realizará mediante toma estanca, con llegada de fuerza en clavija hembra y seccionador general tetrapolar de mando exterior, con enclavamiento magnetotérmico.

Borna general de toma de tierra, con conexión de todas las tomas.

Transformador de 24 V y salidas a ese voltaje, que podrá ser independiente del cuadro.

Enlaces mediante manguera de 3 ó 4 conductores con tomas de corriente multipolares.

Las instalaciones de electricidad básicas, deben estar aisladas y protegidas, para evitar posibles accidentes por el uso de personal no cualificado, se debe restringir a técnicos cualificados.

Todos los aparatos eléctricos y conductores deben ser seleccionados, ajustados, instalados, protegidos y mantenidos de acuerdo al trabajo que desempeñen.

Todos los aparatos eléctricos y conductores deben colocarse y protegerse de tal manera que ninguna persona pueda electrocutarse al tocar intencionadamente alguna parte. Para esto se debe disponer de toma de tierra apropiada, combinada con dispositivos de corte en las máquinas eléctricas.

Los aparatos de protección eléctrica y las luces de emergencia serán revisadas cada mes por personal cualificado. Por otro lado, los interruptores deben revisarse a diario.

Los interruptores y aislantes deben ser los correspondientes a las intensidades y voltajes que se estén utilizando, de esta manera se previenen posibles incendios.

Los cables deben ser sujetos a las paredes o hastiales mediante soportes, y estar bien anclados a la pared para evitar descolgamientos con el paso del tiempo.

Todos los accesorios eléctricos estarán protegidos contra el agua y la humedad.

Se dispondrá de un circuito auxiliar eléctrico que funcionará en el caso de que falle el principal. Este es especialmente importante cuando la falta de energía eléctrica puede causar riesgos importantes al afectar a diversas instalaciones auxiliares: bombas de desagüe, circuito de ventilación etc.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Las máquinas de trabajo eléctricas pueden tener durante su operación piezas móviles o giratorias desprotegidas. La remoción no autorizada de las cubiertas, su empleo inconveniente, puesta en marcha inadecuada o mantenimiento erróneo pueden poner en peligro la vida o la integridad física, o bien causar daños al equipo.

### CUADROS DE DISTRIBUCIÓN:

Todos los cuadros de distribución deben ser espaciosos, con al menos un metro de anchura, para permitir un buen mantenimiento y unas buenas condiciones de operación.

Los cuadros de interruptores y de distribución deben estar protegidos contra daños, pero siempre accesibles.

Los interruptores en obras subterráneas más aconsejables son los de vacío.

Todas las máquinas deben estar equipadas con interruptores de emergencia.

Cuando se conecten varios interruptores de protección contra sobrecargas a un conductor de tierra común, la resistencia a tierra no debe exceder del siguiente valor:

$$R_e = 65 \times V$$

$$Z \times IFN$$

Donde:

Z = Factor de simultaneidad, que puede tomar los siguientes valores:

- 1 cuando existen entre 2 y 4 interruptores.
- 0.7 cuando existen entre 5 y 10 interruptores.
- 0.5 cuando existen más de 10 interruptores.

#### 8.1.9 MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

### RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.



## MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR:

Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.

El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:

- Enmarcando la carga.
- Ligeramente separados.
- Ligeramente adelantado uno respecto del otro.

Técnica segura del levantamiento:

- Situar el peso cerca del cuerpo.
- Mantener la espalda plana.
- No doblar la espalda mientras levanta la carga.
- Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.

Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.

Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.

Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.

El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.

La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones.

En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.

Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°).

Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.

En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.



La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.

En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.

Para transportar una carga, ésta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.

Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.

La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.

- El peso del cuerpo puede ser utilizado:
- Empujando para desplazar un móvil (carretilla, por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
- Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
- Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.

En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.

Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.

Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90°, lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.

Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechará su peso y nos limitaremos a frenar su caída.

Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.

Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios.

- Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá a tender a:
- La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
- La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
- La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanos a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.).
- La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).

- El transporte se deberá efectuar:
- Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
- A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
- Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.

Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.

Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.

Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.

Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.

Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.

El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.

Si los paquetes o cargas pesan más de 50 kg, aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.

En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Guantes de trabajo.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.
- Ropa de trabajo de alta visibilidad.

## 8.2 ESTADO FINAL DE LA OBRA

Durante la ejecución de los trabajos especialmente de aquellas unidades que generen materiales de desguace, como tierras, escombros, etc. se procederá de la siguiente forma:

- Las tierras y materiales procedentes de la excavación de macizos, de la apertura de zanjas, realización de arquetas, cámaras de registro, etc. se apartarán a una zona suficientemente alejada de la zona de balasto de la plataforma de la vía y de la zona de trabajos aproximadamente de 1 m a 2 m.
- Si por algún motivo no pudiera ubicarse fuera del balasto, podrá utilizarse dicha zona siempre y cuando la zona de balasto a utilizar se cubra con un material aislante, no poroso y resistente sobre el cual colocaremos las tierras. De esta manera evitaremos la “contaminación” del balasto.

- Una vez realizado el tapado de la zanja o el relleno de huecos el material sobrante será recogido y transportado con los medios manuales o mecánicos adecuados a vertederos o al lugar que la Dirección de Obra decida.
- Los materiales sobrantes procedentes de las instalaciones, montajes, conexiones, tendidos, etc. tales como restos de cables, envoltorios, embalajes, etc. deberán ser recogidas al final de cada jornada de trabajo y transportadas al vertedero o al lugar que se determine.
- Una vez concluidos los trabajos definidos en esta memoria, la obra quedará en las condiciones de limpieza de escombros y seguridad que se requiere para poder llevar a cabo la recepción de la misma. Se retirará toda señal que avise de las precauciones que deben de tomar.

## 8.3 OBRA CIVIL.

### 8.3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS, PLATAFORMA Y CAMINOS DE ACCESO

Para la adecuación de los terrenos y la construcción de la malla de tierras, se procederá a realizar los siguientes trabajos:

1. Desbroce del terreno.
2. Excavaciones.
3. Relleno, extendido y apisonado de tierras y zahorras.

#### 8.3.1.1 Desbroce y excavaciones

Los trabajos de desbroce consisten en la retirada de la capa vegetal superficial de los desvíos provisionales, así como la maleza existente y las piedras para conseguir una superficie limpia de trabajo.

Se utilizará una retroexcavadora de ruedas u otros medios mecánicos o manuales cuando sea necesario, desbrozando hasta la profundidad necesaria. Con objeto de dejarla libre de cualquier vegetación existente y retirar también la capa de tierra vegetal para poder acometer en las mejores condiciones de maniobrabilidad el acceso de la maquinaria que realizará el consiguiente movimiento de tierras. La tierra vegetal obtenida se transportará a vertedero o a un lugar de acopio autorizado previamente por la Dirección de Obra.

Una vez que la parcela esté totalmente desbrozada, se llevarán a cabo todas las intervenciones necesarias destinadas a realizar el correspondiente movimiento de tierras que se haya determinado en el Proyecto. La excavación se realizará con maquinaria de extracción de tierras y adecuada para caso y en función de las particularidades y la accesibilidad de los terrenos.

#### MEDIOS EMPLEADOS

- Bulldozer.
- Retroexcavadora
- Pala cargadora.
- Camión.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Atropellos.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Ruido.
- Golpes por o contra objetos.
- Pisadas sobre objetos.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Ante estos trabajos, el plan de seguridad y salud laboral de la obra desarrollará, al menos, los siguientes aspectos:

- Orden y método de realización del trabajo: maquinaria y equipos a utilizar.
- Establecimiento de las zonas de estacionamiento, espera y maniobra de la maquinaria.
- Señalamiento de la persona a la que se asigna la dirección de las maniobras de desbroce.
- Forma y controles a establecer para garantizar la eliminación de raíces y tocones mayores de 10 cm, hasta una profundidad mínima de 50 cm.
- Disponibilidad de información sobre conducciones eléctricas y de agua y gas bajo el terreno.
- Previsión de blandones y pozos de tierra vegetal y de evitación del paso sobre los mismos.
- Colocación de topes de seguridad cuando sea necesario que una máquina se aproxime a los bordes ataluzados de la explanación, tras la comprobación de la resistencia del terreno.
- Previsión de eliminación de rocas, árboles o postes que puedan quedar descalzados o en situación de inestabilidad en la ladera que deba quedar por encima de zonas de desmonte.

Se estima que una forma de minimizar los riesgos es reducir al mínimo la ocupación. Se impedirá el acceso de personas y vehículos ajenos a la obra dentro del recinto.

Para ello se establece que, antes de iniciar los trabajos de desbroce, se efectuará un jalonamiento con malla plástica de la zona de ocupación estricta del trazado, jalonándose asimismo los caminos de acceso, de forma que la circulación de personal y maquinaria se restrinja a la zona delimitada. Este jalonamiento se reemplazará por un cerramiento provisional con malla metálica de altura 2,00m y postes hormigonados en aquellas zonas cercanas a áreas urbanizadas sensibles al tráfico peatonal, o en su caso, con el cerramiento definitivo de la obra.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero
- Botas de seguridad
- Traje de agua para tiempo lluvioso.
- Protecciones auditivas.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Prendas reflectantes en presencia de tráfico rodado.

### 8.3.1.2 Excavación en zanjas, rellenos y compactación

La máquina que habrá de utilizarse será esencialmente la retroexcavadora. En lugares complicados y para la detección de posibles servicios afectados serán necesarias operaciones manuales.

Una vez realizados los oportunos trabajos en la excavación (colocación de tubos, hormigonado de cimentación, etc.) se procederá al relleno de la zanja (generalmente con material de la propia excavación) y a su compactación.

#### MEDIOS EMPLEADOS

- Retroexcavadora.
- Compactadores.
- Herramientas manuales.

#### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Desprendimientos.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Atropellos.
- Vuelco de la maquinaria.
- Atrapamientos por partes móviles de las máquinas.
- Riesgo de contacto eléctrico.
- Interferencias con servicios existentes en el terreno y aéreos.
- Polvo.
- Ruido.

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

Las zonas de trabajo se mantendrán en perfecto estado de orden y limpieza.

Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional adecuadas a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural.

Dado que los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como la humedad, sequedad, hielo o deshielo, dando lugar a hundimientos, es recomendable calcular con amplios márgenes de seguridad la pendiente de los tajos.

La zona de zanja abierta estará protegida mediante barandillas autoportantes en cadena tipo "ayuntamiento", ubicadas a 2 m del borde superior del corte.

Se dispondrán pasarelas de madera de 60 cm de anchura (mínimo 3 tablones de 7 cm de grosor), bordeadas con barandilla sólida de 100 cm de altura, formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié de 15 cm.



Se dispondrán sobre las zanjas en las zonas de paso de vehículos, palastros continuos resistentes que imposibiliten la caída a la zanja.

El lado de circulación de camiones o de maquinaria quedará balizado a una distancia de la zanja no inferior a 2 m., mediante el uso de cuerda de banderolas, o mediante bandas de tablón tendidas en línea en el suelo.

El personal deberá bajar o subir por escaleras de mano sólidas y seguras, que sobrepasen en 1 m el borde de la zanja, y estarán amarradas al borde superior de coronación.

No se permite que en las inmediaciones de las zanjas haya acopios de materiales a una distancia inferior a 2m del borde, en prevención de los vuelcos o deslizamientos por sobrecarga.

Todas las zanjas abiertas próximas al paso de personas se protegerán por medio de barandillas de 1 m de altura, barra intermedia y rodapié de 15 cm, o bien se cerrará eficazmente el acceso a la zona donde se ubican para prevenir las posibles caídas en el interior, especialmente durante los descansos.

Las zanjas pequeñas se taparán con una chapa metálica resistente en lugares de paso de peatones.

Se vigilará la presencia de líneas eléctricas aéreas y su altura, se dejará al menos 3 metros de distancia de seguridad para tensiones medias y 5 metros para altas. Para asegurar dichas distancias se colocarán pórticos de limitación de gálibo.

En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m en cortes ataluzados del terreno con ángulo entre 60° y 90° para una altura máxima admisible en función del peso específico aparente del terreno y de la resistencia simple del mismo.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad:
- Guantes de seguridad
- Calzado de seguridad
- Traje de agua para tiempo lluvioso.
- Chaleco reflectante.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

- Pasarelas de seguridad sobre zanjas.
- Entibación de la zanja.
- Pórtico de limitación de gálibo.

### 8.3.1.3 Excavaciones con entibación

Para evitar los derrumbamientos en general la zanja deberá ir entibada, cuando su profundidad sea superior a 1,30 m o si se emplearan taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se lleven a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones indicadas, se dispondrá una entibación que por su forma, materiales empleados y

secciones de éstos ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo a las características del terreno: entibación cuajada, semicuajada o ligera. La entibación se realizará de arriba abajo mediante plataformas suspendidas y en el mínimo tiempo posible:

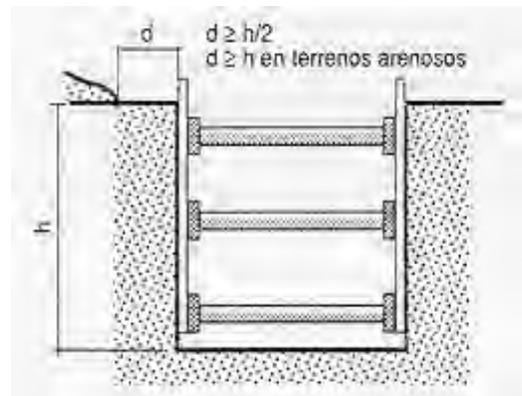
La entibación debe ser dimensionada para las cargas máximas previsibles en las condiciones más desfavorables.

Tipo de terreno	Angulo de talud $\beta$	Resistencia a compresión simple $R_u$ en $\text{kg/cm}^2$				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00

Valores intermedios se interpolarán linealmente.  
 (H máx. en m)\*

Las entibaciones han de ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.

Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes, debiéndose adoptar como mínimo el criterio de distancias de seguridad siguiente:



Cuando en los trabajos de excavación se empleen máquinas, camiones, etc. que supongan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a desprendimientos de tierras en los taludes, se adoptarán las medidas oportunas de refuerzo de entibaciones y balizamiento y señalización de las diferentes zonas.

En general las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m., siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma caso de producirse alguna emergencia.

Si al excavar surgiera cualquier anomalía no prevista, se comunicará a la Dirección técnica. Provisionalmente el contratista adoptará las medidas que estime necesarias.

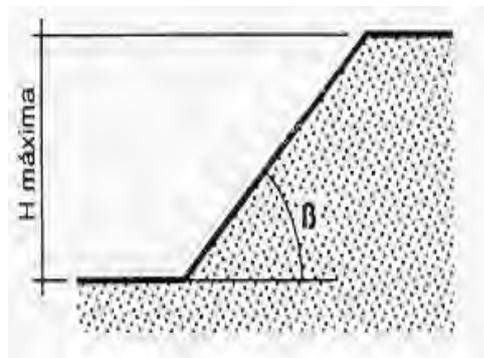
#### Cortes sin entibación: taludes

Para profundidades inferiores a 1,30 m en terrenos coherentes y sin sollicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

En terrenos sueltos o que estén sollicitados deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

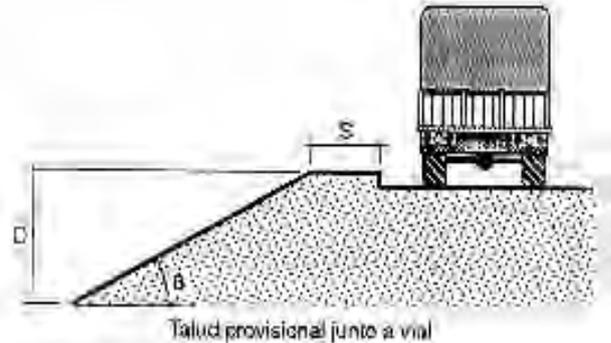
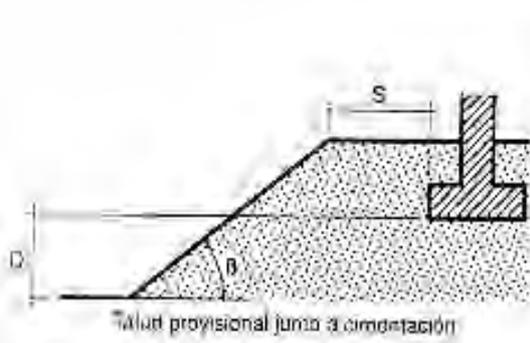
Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación constituye una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

La siguiente tabla sirve para determinar la altura máxima admisible en metros de taludes libres de sollicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud  $\beta$  no mayor de  $60^\circ$  y de la resistencia a compresión simple del terreno.



La altura máxima admisible  $H_{m\acute{a}x.}$  en cortes ataluzados del terreno, provisionales, con ángulo comprendido entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$  (talud vertical), sin sollicitación de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse por medio de la siguiente tabla en función de la resistencia a compresión simple del terreno y del peso específico aparente de éste. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m.

El corte de terreno se considerará sollicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S", entre la coronación del corte y el borde de la sollicitación, sea mayor o igual a los valores "S" de la tabla siguiente:



Tipo de solicitación	Angulo de talud	
	$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

El tipo de entibación a emplear vendrá determinada por el de terreno, si existen o no solicitaciones y la profundidad del corte:

Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico aparente $\gamma$ en g/cm <sup>3</sup>				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,20	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,70	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
$\geq 1,200$	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

Valores intermedios se interpolarán linealmente.

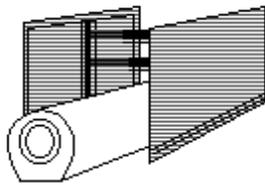
Tipo de terreno	Solicitud	Profundidad P del corte en m. <sup>1</sup>			
		< 1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitud	*	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitud de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitud de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

\* Entibación no necesaria en general

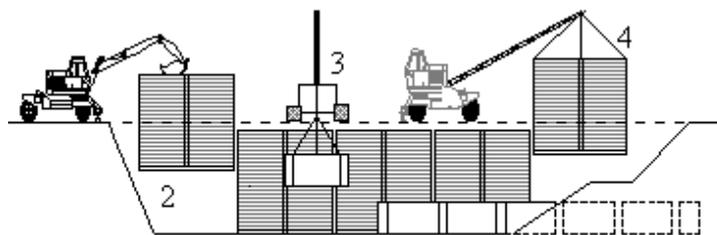
Cualquier entibación, por sencilla que sea, deberá ser realizada y dirigida por personal competente y con la debida experiencia y formación.

En las zanjas que han de excavar en toda su profundidad, realizando tramos sucesivos de las mismas, la sujeción del terreno de las paredes será realizada de una vez, utilizando el siguiente sistema de montaje de módulos metálicos de entibación:

- 1.- Montaje de los módulos arriostros por codales adaptables al ancho de la zanja.
- 2.- Colocación del módulo en la zanja excavada.
- 3.- Colocación del tramo de tubo o colector en la zona de zanja protegida.
- 4.- Relleno parcial de la zanja y recuperación del módulo correspondiente.



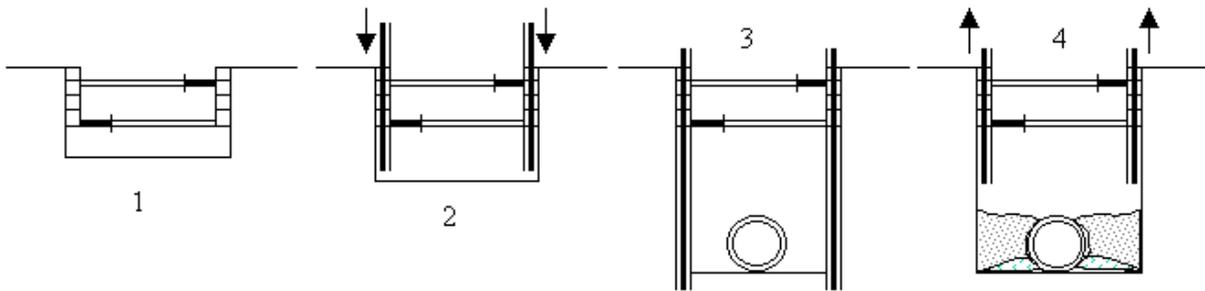
**ESQUEMA DE MONTAJE DE MÓDULOS METÁLICOS**



**SECUENCIA DEL PROCESO DE ENTIBACIÓN**

Marcos cabeceros con paneles metálicos hincados, en el proceso siguiente:

- 1.- Montaje de los cabeceros acoplados al ancho de la zanja.
- 2.- Hincado de paneles protectores, simultánea con la excavación de la zanja.
- 3.- Excavación finalizada. Si es necesario, codales intermedios para evitar pandeos.
- 4.- Relleno de la zanja y retirada simultánea de los paneles metálicos.



### PROCESO DE ENTIBACIÓN CON CABECEROS Y PANELES HINCADOS

La anchura de las zanjas se realizará en función de su profundidad obedeciendo a los siguientes criterios:

Hasta 1,50 m de profundidad, anchura mínima de 0,65 m.

Hasta 2,00 m de profundidad, anchura mínima de 0,75 m.

Hasta 3,00 m de profundidad, anchura mínima de 0,80 m.

Hasta 4,00 m de profundidad, anchura mínima de 0,90 m.

Para más de 4,00 m de profundidad, anchura mínima de 1,00 m.

Si la profundidad de la excavación es igual o superior a 1,30 m se deben adoptar medidas de seguridad contra posibles hundimientos o deslizamientos de los paramentos. La profundidad máxima permitida sin entibar, desde la parte superior de la zanja, supuesto que el terreno sea suficientemente estable, no será superior a 1,30 m. No obstante, siempre debe protegerse la zanja con un cabecero.

En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m, siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de reten en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia. Se acotarán las distancias mínimas de separación entre operarios dentro de la zanja, en función de las herramientas que empleen.

Se revisarán diariamente las entibaciones antes de comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales cuando se hayan aflojado. Se comprobará, además, que estén expeditos los cauces de agua superficiales, en caso de existir. No se permitirá la retirada de las medidas de protección de una zanja mientras permanezcan operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,30 m bajo el nivel del terreno. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas de lluvia o heladas.

Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación. Los codales o elementos de la misma no se utilizarán para el descenso o ascenso ni se usarán para la suspensión de conducciones o cargas, debiendo suspenderse de elementos expresamente calculados y situados en la superficie. En general, las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior del corte.

La altura máxima sin entibar, en fondo de zanja (a partir de 1,30 m) no superará los 0,70 m., aun cuando el terreno sea de buena calidad. En caso contrario, se debe bajar la tabla hasta ser clavada en el fondo de la zanja, utilizando a su vez pequeñas correas auxiliares con sus correspondientes codales para crear los necesarios espacios libres provisionales donde poder ir realizando los trabajos de tendido de canalizaciones, hormigonado, etc. o las operaciones precisas a que dio lugar la excavación de dicha zanja.



Aun cuando los paramentos de una zanja sean aparentemente estables, se entibarán siempre que se prevea el deterioro del terreno, como consecuencia de una larga duración de la apertura. Siempre es necesario entibar a tiempo y el material previsto para ello debe estar a pie de obra en cantidad suficiente, con la debida antelación, habiendo sido revisado y con la garantía de que se encuentra en buen estado.

El diámetro de los codales de madera (rollizos) no debe ser inferior a 10 cm en punta, para las excavaciones más estrechas, y entre 12 y 14 cm si la excavación está comprendida entre 0,80 y 1,80 m. Para anchuras superiores debe comprobarse la sección mediante el cálculo. Los puntales de madera escuadrada o metálicos se usarán siempre que su resistencia sea igual o superior a la de los rollizos. Debe tenerse en cuenta que los codales de madera, a igualdad de sección, tiene mayor resistencia en forma de sección circular (rollizo) que cuadrada. Los codales no deben entrar a presión, sino que su colocación se realizará siempre mediante cuñas que se introducen entre la testa del codal y la correa o vela.

En el entibado de zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superiores a un metro. La tablazón de revestimiento de la zanja deberá ir provista de un rodapié, o sobresalir del nivel superior del terreno un mínimo de 15 cm, a fin de evitar la caída de materiales a la excavación.

Toda excavación que supere los 1,60 m de profundidad deberá estar provista, a intervalos regulares, de las escaleras necesarias para facilitar el acceso de los operarios o su evacuación rápida en caso de peligro. Estas escaleras deben tener un desembarco fácil, rebasando el nivel del suelo en 1 m, como mínimo.

La distancia más próxima de cualquier acopio de materiales al paramento entibado no debe ser inferior a 1 m.

No se consentirá bajo ningún concepto el subcavado del talud o paramento.

Siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde del corte, se dispondrán vallas móviles que se iluminarán cada diez metros con puntos de luz portátil y grado de protección no menor de IP.44 según UNE 20.324.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Casco de seguridad

Guantes de seguridad

Calzado de seguridad

Traje de agua para tiempo lluvioso.

Chaleco reflectante.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Pasarelas de seguridad sobre zanjas.

Barandillas.



Entibación de la zanja.

#### 8.3.1.4 Terraplenes y rellenos

Los trabajos consisten en la ejecución de terraplenes, relleno de tierras y/o zahorras, extensión y compactación de tierras, mediante tongadas hasta alcanzar la cota prevista en proyecto. También, se incluye en esta unidad de obra los trabajos de extensión de capa de grava de 10 cm en uniformidad en el parque de la subestación.

El procedimiento de trabajo consiste en la descarga de tierra sobre camión, extendido de la misma mediante motoniveladora o excavadora y posterior compactación mediante rodillo vibrante. También entre fases se contempla el uso de camión regador. En las diversas fases estarán presentes peones de ayuda de maniobras, los cuales siempre realizarán su trabajo dentro de la zona de visión de los conductores de las máquinas y a una distancia mínima de 3 metros del radio de acción de las mismas.

Es previsible que durante estas fases de obra estén presentes topógrafos y se realicen ensayos de las propiedades del terreno. Dichos trabajos deben preferiblemente realizarse con toda la maquinaria parada.

#### MEDIOS EMPLEADOS

Retroexcavadora.

Pala cargadora.

Compactadores.

Excavadoras.

Motoniveladoras.

Camiones.

#### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caídas al mismo nivel.

Caídas a distinto nivel.

Atropellos.

Vuelco de maquinaria y deslizamiento por pendientes.

Desprendimientos.

Atrapamientos por partes móviles de la máquina (mantenimiento y reparación).

Polvo.

Ruido.



## MEDIDAS PREVENTIVAS

El plan de seguridad y salud de la obra contemplará la previsión de sistemas y equipos de movimiento de tierra a utilizar, así como los medios auxiliares previstos y el esquema organizativo de los tajos a disponer. De forma más concreta, el plan de seguridad y salud laboral de la obra contendrá, al menos, los puntos siguientes:

Después de lluvias no se extenderá una nueva tongada de rellenos o terraplenes hasta que la última se haya secado o se escarificará dicha última capa, añadiendo la siguiente tongada más seca de lo normal, de forma que la humedad final sea la adecuada. En caso de tener que humedecer una tongada, se hará de forma uniforme sin producir encharcamientos.

Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura ambiente a la sombra descienda por debajo de 2º C.

Antes de iniciar el trabajo de movimiento de tierras, diariamente, se verificarán los controles y niveles de vehículos y máquinas y, antes de abandonarlos, que está puesto el bloqueo de seguridad.

Se evitará la formación de polvo mediante riego y, en todo caso, los trabajadores dispondrán de las adecuadas protecciones para su utilización en ambiente pulvígenos, según las previsiones del plan de seguridad y salud.

Se revisarán los tajos continuamente para garantizar en lo posible la estabilidad de los taludes. Esta labor se hace imprescindible al inicio y final de la jornada, en interrupciones prolongadas de los trabajos y cuando haya cambios climáticos (lluvias, heladas, etc.).

Se prohibirá circular o acopiar materiales cerca de las cabezas de talud.

Se procurará evitar el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas compactadas y, en todo caso, se evitará que las rodadas se concentren en los mismos puntos de la superficie, dejando huella en ella.

En general, los recrecidos y rellenos que se realicen para nivelar se tratarán como coronación de terraplén y la densidad a alcanzar no será menor que la del terreno circundante. Los tocones y raíces mayores de 10 cm. se eliminarán hasta una profundidad no inferior a 50 cm.

Los trabajos de protección contra la erosión de taludes permanentes, como cubierta vegetal o cunetas, se realizarán lo antes posible.

La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica, se dejará al menos 3 metros de distancia de seguridad para tensiones medias y 5 metros para altas, y se contemplarán los topes, resguardos y medidas preventivas que vengan establecidas en el plan de seguridad y salud de la obra.

Los camiones y otros vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán en sus rampas, antes de acceder al tráfico exterior, con un tramo horizontal de terreno consistente de longitud no menor de vez y media la separación entre ejes, ni menor de 6 m. El ancho mínimo de las rampas provisionales para el movimiento de vehículos y máquinas en la obra será de 4,5 m, ensanchándose adecuadamente en las curvas, y sus pendientes no serán mayores de 12 y 8%, respectivamente, según se trate de tamos rectos o curvos. En cualquier caso, se observarán las



previsiones establecidas en el plan de seguridad y salud, en que se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos a utilizar efectivamente en la obra.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parado inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica, a cuyos efectos se comprobará la existencia de bocinas en todas las máquinas, a su llegada a la obra. Cuando el movimiento sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro trabajador en el exterior del vehículo. Se extremarán estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo o se entrecrucen itinerarios.

Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga o máquina se acerque a un borde ataluzado, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo, de acuerdo con las previsiones del plan de seguridad y salud.

Las descargas de los camiones en los terraplenados deben realizarse en sitios estables, lo más horizontales posible.

Se encargará un trabajador de vigilar que todos los camiones salgan de la obra con la caja bajada. Se puede sustituir esta persona por un galibo limitador de altura previa aprobación del Técnico de Seguridad de la obra.

Si se terraplena en laderas, se colocarán barreras que impidan la caída de piedras sueltas.

Los accesos a vías públicas se mantendrán limpios de restos de obra (tierras, escombros, etc.) para evitar proyecciones, patinajes, etc.

El relleno en trasdós de muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia necesaria y no antes de 21 días de su construcción, si son de hormigón.

Se procurará evitar el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas compactadas y, en todo caso, se evitará que las rodadas se concentren en los mismos puntos de la superficie, dejando huella en ella. En general, los recrecidos y rellenos que se realicen para nivelar se tratarán como coronación de terraplén y la densidad a alcanzar no será menor que la del terreno circundante. Los tocones y raíces mayores de 10 cm. se eliminarán hasta una profundidad no inferior a 50 cm.

Los trabajos de protección contra la erosión de taludes permanentes, como cubierta vegetal o cunetas, se realizarán lo antes posible. La transición entre taludes en desmontes y terraplenes se realizará suavizando la intersección. En general, el drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutará antes, o simultáneamente, a dicho relleno.

La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica y se contemplarán los topes, resguardos y medidas preventivas que vengan establecidas en el plan de seguridad y salud de la obra.

Los itinerarios de evacuación de operarios en caso de emergencia, previstos en el plan de seguridad y salud, deberán estar expeditos en todo momento de la obra.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones y medidas contempladas en este estudio y en el correspondiente plan de seguridad y salud de la obra, atendiendo a la normativa de aplicación.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ LA RIBERA, 10 50001 HUESCA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D. GENE. T. ARO. 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Protecciones individuales

Casco de seguridad.

Guantes de goma o PVC.

Chaleco reflectante.

Traje de agua para tiempo lluvioso.

Protecciones auditivas.

Botas de seguridad.

Guantes de cuero.

Mascarilla de papel contra el polvo

#### 8.3.1.5 Colocación de tubería

Estos trabajos consisten en la colocación de tubos en el interior de zanja por donde discurrirán los diferentes cables objeto de este proyecto. Se colocarán tubos de aluminio de diversas dimensiones.

Se considera como procedimiento la descarga de tubos del camión de transporte con su propia grúa y la colocación en zanja manualmente. En caso que se utilicen otros medios, deberá concretarlo el contratista en su plan de seguridad.

#### RIESGOS IDENTIFICADOS

Caídas al mismo nivel.

Caídas a distinto nivel.

Golpes/cortes por objetos o herramientas.

Golpes contra objetos inmóviles.

Atrapamientos por o entre objetos.

Sobreesfuerzos.

Atropellos o golpes con vehículos.

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

Las zanjas y pozos se delimitarán mediante vallas situadas a una distancia de la profundidad excavación, y en el caso de tener profundidad superior a 2 metros, se protegerán con barandillas con listón intermedio y rodapié situadas a mínimo 1 metro del borde de excavación. Se colocarán además señales indicativas de riesgo de caída en altura.

Se revisará diariamente antes del comienzo de los trabajos el estado de los cortes o taludes.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>Colegio nº 1937 de la Provincia de Huesca</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

Se prohíbe la permanencia en solitario en el interior de la excavación.

Como norma general, cada día se abrirá la longitud de la zanja que se precise para el trabajo de la jornada, cerrándola ese mismo día. La colocación de los tubos por tanto deberá estar organizada de modo que se cumpla la premisa anterior.

Los caminos de evacuación estarán libres en todo momento.

Se realizarán entibaciones siempre que exista el peligro de derrumbamiento y cuando la profundidad de la zanja o el pozo así lo requiera.

Se vigilará la existencia de gases nocivos. En caso de detección se ordenará el desalojo inmediato. Se prohíbe utilizar fuego para la detección de gases.

El acceso se realizará mediante rampas adecuadas o con el empleo de escalera de mano reglamentaria.

No se acopiarán materiales en el borde de la excavación.

El acopio de material se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto.

Las tuberías para las conducciones se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible sobre durmientes de madera, en un receptáculo delimitado por varios pies derechos que impidan que los conductos se deslicen o rueden.

Quedará prohibido manipular de forma manual por un solo operario cargas superiores a 25 kg. Se utilizarán siempre equipos mecanizados de elevación; en caso de no ser posible las operaciones mecánicas de manipulación de cargas superiores a 25 kg, se realizará por más de un operario.

El transporte se realizará empleando útiles adecuados que impidan el deslizamiento y caída de los elementos transportados. Estos útiles se revisarán periódicamente, con el fin de garantizar su perfecto estado de empleo.

Quedará prohibida la ubicación de personal bajo cargas y toda maniobra de transporte se realizará bajo la vigilancia y dirección de personal especializado y conocedor de los riesgos que estas operaciones conllevan.

Para pasos de personal sobre zanjas abiertas se instalarán pasarelas de ancho mínimo de 0,60 m, protegidas con barandillas rígidas superior e intermedia y rodapié.

Para la colocación de tubería se retirarán balizamiento y protecciones indispensables para realizar los trabajos.

La colocación de tubería en el fondo de la zanja se realizará siempre con la ayuda de varios operarios empleando cables guía, separados suficientemente de la carga para no ser golpeados por la misma. Si fuese necesario la ayuda de una máquina o útil, se utilizarán aquellos que de acuerdo a las especificaciones del fabricante están diseñados para el manejo de cargas.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 JURISDICCION TERRITORIAL DE LA RIOJA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL DE PROYECTOS 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

Si la colocación de tubos se realiza en zanjas de profundidad mayor de 2m el empresario contratista dispondrá las protecciones colectivas para evitar el riesgo de caída en altura, complementadas con protecciones individuales (uso arnés anclado a línea de vida).

Una vez instaladas las tuberías, se repondrán las protecciones y señalización en los bordes de la zanja hasta su tapado definitivo.

Las zonas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Casco de seguridad contra choques e impactos.

Guantes de trabajo.

Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero.

Ropa de protección para el mal tiempo.

Ropa de trabajo de alta visibilidad.

### **PROTECCIONES COLECTIVAS**

Cinta de balizamiento para delimitar las zonas de trabajo.

Valla de contención de peatones.

Pasarelas de madera de al menos 60 cm de anchura, bordeados con barandillas sólidas de al menos 100 cm de altura, listón intermedio y rodapié de al menos 15 cm.

## **8.3.2 CIMENTACIÓN**

En esta actividad se incluyen la realización de las cimentaciones necesarias para instalar los diferentes equipos objeto de este proyecto como son edificios, transformadores, vallados, etc. Una vez realizadas las excavaciones oportunas según lo indicado en otros apartados de este estudio, se realizarán los trabajos de encofrado/dsencofrado, ferrallado, en caso necesario, así como hormigonado de las cimentaciones.

### **8.3.2.1 Encofrado y desencofrado**

Comprende la elaboración de los paneles, el montaje del encofrado y el posterior desencofrado en su caso.

### **MEDIOS EMPLEADOS**

Camión de transporte o camión pluma

Herramientas manuales

Herramientas eléctricas



Maquinaria auxiliar

## RIESGOS

Golpes en las manos durante el empleo del martillo.

Caída de los encofradores al vacío.

Vuelcos de los paquetes de madera (tablones, tableros, puntales, correas, soportes), durante las maniobras del izado a las plantas.

Caída de madera al vacío durante las operaciones de desencofrado.

Caídas de personas al mismo nivel.

Cortes al utilizar las mesas de sierra circular.

Pisadas sobre objetos punzantes.

Electrocución por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctrica.

Golpes en general con objetos.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Los operarios que manejen los paneles de encofrado deberán utilizar guantes y botas de seguridad con puntera reforzada y no deberán trepar por los encofrados, sino que utilizarán los medios auxiliares adecuados como escaleras de mano.

El movimiento de tierras necesario se realizará dejando siempre un talud estable y se dejará espacio suficiente para trabajar. No se sobrecargará la cabeza de la excavación con ningún tipo de acopios.

Los trabajadores que manejen los paneles de encofrado deberán utilizar botas de seguridad con puntera reforzada y no deberá permitírseles trepar por los encofrados, sino que utilizarán los medios auxiliares adecuados, como escaleras de mano.

Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán, (o remacharán, según casos).

Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.

Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.

El desencofrado se realizará siempre con ayuda de ñas metálicas realizándose siempre desde el lado del que no puede desprenderse la madera, es decir, desde el ya desencofrado.



Antes del vertido del hormigón, el Vigilante de Seguridad, comprobará en compañía del técnico cualificado, la buena estabilidad del conjunto, así como el correcto anclaje de apoyos, puntuales, sopandas, etc.

El ascenso y descenso de personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán cubridores de madera (o de plástico existentes en el mercado) sobre todas aquellas puntas de redondos situadas en zonas de paso para evitar su hincada en las personas.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de las losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Se prohíbe pisar directamente sobre las sopandas. Se tenderán tableros que actúen como caminos seguros.

Los elementos de encofrado se acopiarán de forma ordenada, atendiendo a su momento de utilización, sin que produzcan obstrucciones en el paso.

Todas las puntas que sobresalgan de cualquier elemento de madera para encofrados, se arrancarán o doblarán.

Los elementos de encofrado se revisarán antes de su puesta, a fin de comprobar que su estado ofrece garantías para soportar las sollicitaciones producidas por el hormigón fresco, y que no tienen alguna parte desprendida capaz de ocasionar enganchones o punciones.

El montaje de paneles de encofrado en días ventosos se efectuará con sumo cuidado, y si las circunstancias lo aconsejan se suspenderá, ya que el efecto vela puede originar movimientos incontrolados de dichos paneles, con peligro de golpes y caídas de los operarios o esfuerzos adicionales en los medios de puesta en obra del encofrado.

Los armazones de los paneles verticales, o cualquier otro elemento estructural del encofrado, no se utilizarán ocasionalmente como plataformas de trabajo y como escaleras de mano. Previamente a la colocación de aquellos, es necesario el montaje de éstas en los emplazamientos correctos.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Casco de seguridad.

Botas de seguridad.

Arnés de seguridad homologado.

Guantes de cuero.

Gafas de seguridad antiproyecciones.

Botas de goma o P.V.C. de seguridad.

Trajes impermeables para ambientes húmedos.



## PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandilla de protección

Vallas de limitación y protección

### 8.3.2.2 Colocación de la ferralla

La elaboración y colocación de las armaduras es una operación que se realiza manualmente y por personal especializado. La unidad comprende las operaciones de enderezado, corte, doblado y colocación de las armaduras.

## MEDIOS EMPLEADOS

Herramientas manuales.

Dobladora de ferralla.

Cortadora radial.

Grúa.

## RIESGOS

Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero.

Aplastamientos durante las operaciones de carga y descarga de paquetes de ferralla.

Aplastamientos durante las operaciones de montaje de armaduras.

Tropezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.

Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado.

Sobreesfuerzos.

Caídas al mismo nivel.

Caídas a distinto nivel.

Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Se destinará un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras.

Para evitar las caídas al mismo nivel, así como los pinchazos y cortes, los desperdicios o recortes de acero; está previsto que se recojan y acopie en el lugar que permita su carga posterior y transporte al vertedero.



La ferralla montada está previsto que se transporte al punto de ubicación definitiva, suspendida del gancho de la grúa mediante eslingas que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa; evitando las alturas de las pilas superiores al 1,50 m., con estas precauciones, la tarea de retirar barras, es más segura.

Si el transporte de la armadura debe ser dirigido nunca se hará con la mano, sino con cuerdas y ganchos.

Para el desplazamiento de las armaduras se empleará normalmente una grúa, debiendo un auxiliar avisar al operador de la misma de los obstáculos existentes y de la no presencia de personal.

La ferralla debe situarse alejada del entorno inmediato de la obra para proteger a los trabajadores de los riesgos de caída de materiales u objetos.

Durante la elevación de las barras se evitará que los paquetes de hierro pasen por encima del personal.

Se prohíbe trepar por las armaduras. Para ascenso o descenso se utilizar escaleras de mano reglamentarias.

Las herramientas manuales como alicates, tenazas, etc. se transportarán en cajas o bolsas portaherramientas.

Se ubicarán las esperas que presenten las puntas hacia arriba con tabloncillos, setas de plástico, etc. para evitar que se las pueda clavar alguien.

La maquinaria que se utilice para cortar o doblar el material, con el fin de construir la armadura, estará conectada a tierra y los cables eléctricos irán aéreos con la señalización adecuada. Con ello evitaremos el riesgo de electrocución.

Las partes móviles de la máquina estarán protegidas con carcasas u otros dispositivos anulando de este modo los atrapamientos durante su funcionamiento u operaciones de reparación.

Estará completamente prohibido el fumar en toda el área de trabajo por cualquier persona y más si cabe por el operario que realice los trabajos.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Casco de seguridad.

Guantes de cuero.

Botas de seguridad.

Botas de goma de P.V.C. de seguridad.

Cinturón porta-herramientas.



Arnés de seguridad homologado.

Trajes impermeables para tiempo lluvioso.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandillas para losas y tableros

Vallas de limitación y protección

## PARQUE DE FERRALLA

En el caso de realizar las armaduras en un lugar distinto al de destino, se deberá establecer una zona dentro del recinto de obra para realizar las labores de montaje de armaduras de zapatas y otros elementos.

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Delimitación de zona de aparcamiento para descarga de armaduras.

Descarga adecuada de la carga a través de latiguillos normalizados.

Atado correcto de las parrillas mediante cadenas (suficientemente resistentes) en las 4 esquinas.

Atado correcto de los paquetes de armaduras mediante cadena en centro a la armadura inferior.

Atado correcto de una armadura mediante cadena en centro o en los laterales de la armadura (siempre que no deforme la armadura).

Las cargas manuales serán < 25 Kg. y se elevarán flexionando y con la espalda recta.

La utilización del camión grúa y grúa autopropulsada la realizará personal autorizado y con formación por parte de la empresa

Durante el procedimiento de descarga solo se izará un paquete de parrillas de armaduras.

El gruista encargado de descargar la carga verificará el correcto atado y se asegurará que ningún trabajador se encuentre bajo la misma. Descargará el material en la zona de acopio establecida.

Delimitación de las zonas de acopio de armadura siendo su altura de 2m.

Señalización de zonas de paso en el Parque de Ferralla.

Mantenimiento semanal del orden y limpieza de materiales procedentes del trabajo con la armadura.

Sistema de drenaje de agua para evitar encharcamientos.

Prohibición de trepar por las armaduras a alturas > 2 m.

Es obligatorio el uso del casco de seguridad, gafas de protección visual, antiproyecciones, pantallas de soldadura, guantes, botas de seguridad y ropa de trabajo.



## PROTECCIÓN COLECTIVA

Protecciones para contactos eléctricos: diferenciales, tomas de tierra, doble aislamiento

Dispositivos para izado de cargas: anclajes, pestillo ganchos, limitadores de carga

Dispositivos maquinaria: finales de carrera, carcasas protectoras, paradas de emergencia.

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de seguridad en todos los trabajos.

Botas de seguridad en todos los trabajos.

Ropa de trabajo adecuada al uso (con mangas ajustadas, impermeable de lluvia...).

Guantes de seguridad adecuados al uso.

Protecciones soldadura y oxicorte (gafas, pantalla, guantes, mandil, polainas...)

Protecciones anticaídas: cinturón de seguridad, arnés de suspensión.

### 8.3.2.3 Hormigonados

#### DEFINICIÓN

La ejecución del hormigonado comprende las operaciones de vertido de hormigón para rellenar el cimientado, en la cual el hormigón quede contenido por el terreno y/o por encofrados. Se prevé en este estudio que los trabajos se hagan con camiones hormigonera. No obstante, además del camión hormigonera, se analiza en el apartado de maquinaria de este estudio, el uso de bomba de hormigonar. Si se utilizase otro método de hormigonado como el de con cubilote desde grúa, el contratista deberá analizarlo preventivamente en su plan de seguridad y salud.

#### MEDIOS EMPLEADOS

Camión hormigonera.

Vibrador.

#### RIESGOS

Caída de personas y/u objetos al vacío.

Hundimiento de encofrados.

Rotura o reventón de encofrados.

Pisadas sobre objetos punzantes.

Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.

Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).



Atrapamientos.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Para la prevención del riesgo de caída en el interior de las zapatas o zanjas durante el paso sobre ellas o durante el hormigonado, se instalará sobre las mismas, unas pasarelas de circulación para los trabajadores. Estas pasarelas estarán formadas por un mínimo de tres tablas trabadas mediante listones y clavazón de escuadra 2'5 x 20 cm.

Contra el riesgo de caída al interior de la zanja que se hormigona o por caminar sobre las armaduras durante el vertido y vibrado del hormigón está previsto utilizar unas plataformas de trabajo móviles, formadas por un tablero de 2'5 cm., de espesor que se montará perpendicularmente al eje de la zanja o zapata y se irá cambiando de posición conforme se avance en el hormigonado y vibrado.

Los bordes de las excavaciones se limpiarán de objetos y materiales para evitar su caída en el interior. Las pasarelas se apoyarán lejos de los bordes de la excavación.

Los camiones de transporte del hormigón deben situarse perpendiculares a la excavación, con objeto de que transmitan las menores cargas dinámicas posibles al corte del terreno.

En las tareas de hormigonado, se colocarán durmientes en el borde de aproximación del dumper o camión, si se hace por vertido directo, con unos topes, para evitar que la presión de la rueda provoque desprendimientos en el borde y la consecuente caída del vehículo.

Las zonas de trabajo se mantendrán en perfecto estado de orden y limpieza.

Cuando se prevea la circulación de personas y maquinaria se acotarán las zonas de trabajo al nivel del suelo y colocaremos las señales de "Riesgo de caídas a distinto nivel".

Con el fin de evitar el riesgo catastrófico, (reventón de encofrados), antes del inicio del vertido del hormigón, el Encargado revisará el buen estado de seguridad de los encofrados. Una vez comprobado su buen estado ordenará el hormigonado.

Se evitará la formación de barrizales en las intermediaciones del lugar en el que se instale la hormigonera. De este modo se logrará igualmente neutralizar el riesgo de caída por situación inadecuada de la superficie de trabajo.

Para evitar o neutralizar en la medida de lo posible los sobreesfuerzos y vibraciones, se hará uso de los cinturones antivibratorios que suministre el encargado.

En el vertido de hormigón con la canaleta desde el camión hormigonera, se pondrá al frente de las operaciones a personal competente, prohibiendo a los operarios que se sitúen detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso y realización de maniobras peligrosas.

Previamente al inicio del vertido del hormigón del camión hormigonera, se instalarán fuertes topes antideslizamiento en el lugar donde haya de quedar situado el camión.

Los operarios no se situarán detrás de los camiones hormigonera en maniobras de marcha atrás; estas maniobras siempre deberán ser dirigidas desde fuera del vehículo por uno de los trabajadores. Tampoco se situarán en el lugar de hormigonado hasta que el camión hormigonera no se esté en posición de vertido.



Para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón por taludes hasta el cimiento se colocarán escaleras reglamentarias.

Se prohíbe el cambio de posición del camión hormigonera al mismo tiempo que se vierte el hormigón. Esta maniobra deberá efectuarse en su caso con la canaleta fija para evitar movimientos incontrolados.

Mientras se realiza el vertido se prestará atención al comportamiento de los taludes para detectar los riegos por vuelco.

Se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas mediante una cuadrilla de limpieza.

Se habilitarán caminos de acceso a los tajos, estableciéndose pasarelas para poder atravesar las zanjas o caminos. Las pasarelas a más de 2 m de altura estarán limitadas por barandillas.

Se hará una revisión previa de las excavaciones entibadas antes de proceder al vertido del hormigón.

Se señalizarán y protegerán las excavaciones con vallas metálicas o de madera, ubicadas a 2 m del borde.

Los vibradores estarán provistos de toma de tierra, en el caso de ser eléctricos.

Antes del vertido del hormigón se revisarán los encofrados en evitación de reventones o derrames innecesarios sobre los trabajadores.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Casco de seguridad

Botas de seguridad

Botas de agua con puntera de acero

Guantes de goma

Gafas contra impactos.

Guantes de cuero

Fajas contra las vibraciones.

Mascarillas contra el polvo.

Arnés de seguridad homologado.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Tomas a tierra en maquinaria

Interruptores diferenciales



### 8.3.3 VIAL INTERIOR Y COLOCACIÓN DE BORDILLOS

#### DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE OBRA

El vial interior se prevé que sea de hormigón. Por tal hecho, se deberá cumplir lo descrito en la unidad de obra de este estudio relativo a Hormigonados. Por lo tanto, esta unidad se refiere a la colocación de bordillos prefabricados de hormigón. El material será transportado y descargado en obra mediante camión grúa. Para los trabajos de colocación de bordillos previamente se habrá excavado la zona y extendido hormigón.

Son de aplicación para colocación de bordillos las medidas y protecciones previstas en este estudio para los trabajos de excavación y hormigonado.

#### MEDIOS A EMPLEAR

Camión de transporte o camión grúa

Herramientas manuales

Hormigonera o camión hormigonera

#### RIESGOS

Caídas al mismo nivel.

Caídas a distinto nivel.

Arrollamiento por máquinas y vehículos

Caídas de materiales

Exposición a sustancias químicas (polvo)

Exposición a ruido

Golpes contra los objetos y herramientas.

Proyecciones y salpicaduras de mortero en ojos.

Cortes por máquinas cortadoras y herramientas y manejo de piezas con aristas

Contactos térmicos

Contactos con sustancias corrosivas o abrasivas (hormigón)

Contactos eléctricos.

Caída de objetos en manipulación

Sobreesfuerzos

Aplastamientos



## MEDIDAS PREVENTIVAS

Ante estos trabajos, el plan de seguridad y salud de la obra desarrollará, al menos, los siguientes aspectos:

Existirá buena iluminación en toda la zona.

Se cerrará al paso las zonas de trabajo en prevención de tropiezos o pisadas sobre superficies frescas.

La zona de acopios también estará protegida por vallas de contención de peatones en todo su perímetro.

Las zonas de acopio de materiales estarán previamente establecidas y preparadas para la entrada y salida de vehículos. Los acopios se dispondrán de forma que nunca obstaculicen los lugares de paso. Se vigilará la estabilidad de los acopios.

Los tajos se mantendrán limpios de recortes, mortero, lechada, etc.

Cuando se espolvoree cemento se usará obligatoriamente mascarilla antipolvo.

Se habilitarán pasillos provisionales para peatones de 1,5 m de ancho mínimo y vallados a ambos lados con vallas metálicas colocadas valla a valla. Se pondrán los carteles informativos necesarios para conducir a los peatones y se señalizarán convenientemente de cara al tráfico.

Las piezas de peso elevado deberán ser manejadas por una cuadrilla, nunca una sola persona. Se emplearán siempre que sea posible medios mecánicos o utensilios auxiliares.

Cualquier desnivel del terreno (pozos, arquetas) quedará perfectamente cerrado y protegido evitando con ello la caída a distinto nivel, instalándose las tapas definitivas lo antes posible.

Todas las herramientas dispondrán de doble aislamiento, conductores en perfecto estado, así como las correspondientes protecciones.

Previamente al inicio del vertido del hormigón de la cuba del camión hormigonera (caso de usar camión hormigonera), se instalarán calzos antideslizantes en dos de las ruedas traseras. De esta manera se elimina el riesgo de atropello de personas o de caída del camión (riesgo catastrófico).

Queda prohibido situarse detrás de los camiones hormigonera durante las maniobras de retroceso; estas maniobras, serán dirigidas desde fuera del vehículo por uno de los trabajadores.

Queda prohibido situarse en el lugar de hormigonado, hasta que el camión hormigonera no esté en posición de vertido.

Se prohíbe el cambio de posición del camión hormigonera al mismo tiempo que se vierte el hormigón. Esta maniobra deberá efectuarse en su caso con la canaleta fija para evitar movimientos incontrolados y los riesgos de atrapamiento o golpes a los trabajadores.

La maquinaria de obra estará homologada según la legislación vigente. Se aplicarán las medidas pertinentes de mantenimiento de la maquinaria, haciendo especial incidencia en el empleo de silenciadores homologados por las empresas fabricantes de los mismos y en los reglajes de los motores.



Limitación de velocidad a la maquinaria para minimizar atropellos, ruidos y contaminación por gases y polvo.

Los trabajadores estarán formados y adiestrados sobre el uso adecuado de las herramientas con el fin de evitar situaciones de riesgo por cortes, golpes e incluso sobreesfuerzos.

Se adoptarán posturas ergonómicas para trabajos de colocación de bordillos.

Los bordillos, de ser pesados, deberán manipularse con elementos y útiles mecanizados. Caso de ser manipulados manualmente por tener tamaño, dimensiones y peso reducido se emplearán útiles o herramientas que los abracen (pinzas), y en todo caso los operarios llevarán faja de sujeción, y mínimo se realizará entre dos operarios.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de seguridad

Botas de seguridad,

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

Trajes de agua

Botas de agua

Gafas contra impactos y antipolvo

Mascarilla antipolvo

Protectores auditivos

Chalecos reflectantes

### 8.3.4 SISTEMA DE RECOGIDA DE ACEITE

En principio, no está proyectado para la subestación un sistema de recogida de fugas de aceite de los transformadores consistente en el cubeto inferior de hormigón armado, conectado a un depósito común separador y de recogida. No obstante, se analiza esta unidad de obra en este estudio por si finalmente fuera necesario realizar estos trabajos, que deberán ser concretado por el contratista en su plan de seguridad y salud.

## MEDIOS EMPLEADOS

Camión grúa.

Herramientas manuales.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caídas de operarios al mismo nivel.



Caídas de operarios a distinto nivel.

Golpes por objetos o herramientas.

Caídas de objetos sobre operarios.

Choques o golpes contra objetos.

Atrapamientos y aplastamientos por materiales en manipulación.

Sobreesfuerzos.

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Todos los huecos se mantendrán en todo momento debidamente protegidos con barandillas rígidas, de forma que se impida el acercamiento innecesario de personas y vehículos.

Para la descarga de materiales

El acceso a los trabajos a distinto nivel se realizará por medio de escaleras de mano, dotadas de elementos antideslizantes, amarradas superiormente y de longitud adecuada (sobrepasará en 1 m el borde de la zanja).

El personal que deba trabajar en el interior de zanjas conocerá los riesgos a los que puede estar sometido.

El acopio de tuberías se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto.

Para el transporte de los tubos, se usarán los útiles adecuados, comprobando previamente su correcto estado.

Se prohíbe la permanencia de personas bajo el radio de acción de la carga.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

Estos trabajos se realizarán sobre plataforma elevadora con rodapié, barandilla intermedia y barandilla superior colocada a 100 cm. En caso de que se tenga que retirar en algún momento la barandilla porque imposibilite la actuación y siempre que no se pueda realizar de otra forma el trabajador o trabajadores deberán llevar puesto arnés de seguridad enganchado a un punto fijo que aguante su peso.

Cuando exista una línea de alta tensión, en las proximidades del punto a replantear, se garantizará que las miras metálicas utilizadas no entran en la zona de peligro, según indica el RD 614/2001. Se vigilará y protegerá el contacto eléctrico con líneas de alta tensión en el manejo de armaduras.



Cuando se descarguen materiales mediante grúa o similar, siempre se extenderán los brazos estabilizadores y se realizará sobre suelo estable, pudiendo auxiliarse con tableros de madera, nunca se sobrepasar el peso máximo indicado por el fabricante de la grúa.

Se revisarán visualmente eslingas, estrobos y similares empleados en la carga y descarga, desechando aquellos que presenten defectos. Se seleccionarán las adecuadas a las cargas a izar.

Es de obligado cumplimiento el R.D 837/2003 en especial a las obligaciones por parte de los gruistas de tener el carné de gruista y a la obligación por parte de la empresa usuaria de designar un jefe de maniobra con las obligaciones indicadas en el R.D antes mencionado, todo ello para el manejo de las grúas indicadas en el mismo.

Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de 10 (diez).

El manejo se realizará con guantes de cuero.

Se pondrán protecciones cuando tengan que trabajar sobre aristas vivas, evitando su deterioro o corte.

Se conservarán debidamente ordenadas y protegidas de agentes químicos y atmosféricos.

No se utilizarán para cargas superiores a las indicadas por el fabricante en la propia cinta o eslinga.

Se atenderá a lo dispuesto acerca del uso de la resina en el apartado de maquinaria del presente estudio.

Las tuberías irán posicionadas sobre los elementos de amarre previamente replanteados. En caso de que los conductos requieran trabajos en altura estos serán realizados sobre andamios o sobre plataformas elevadoras.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Casco de seguridad.

Botas o calzado de seguridad.

Botas de seguridad impermeables.

Ropa impermeable.

Guantes protectores.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandillas.

Calzos para acopio de tuberías.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>INGENIERO DE PROYECTO 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

### 8.3.5 EDIFICIO DE CONTROL Y COMUNICACIONES

Las cimentaciones serán de las características indicadas en proyecto. Se realizarán según lo indicado en el apartado de excavaciones y movimientos de tierras de este estudio.

El edificio de control y comunicaciones estarán constituidos por elementos prefabricados de hormigón. El edificio estará formado por varias salas compartimentadas mediante tabiques intermedios.

El resto de características del edificio quedan definidas en el apartado correspondiente del proyecto.

Entre las distintas unidades que pueden realizarse para la ejecución del edificio estarían las siguientes:

Ejecución de divisiones interiores

Ejecución de elementos de saneamiento

Solados

Falsos techos.

Carpintería metálica

Pinturas

Fontanería y aparatos sanitarios

Instalación Eléctrica

No obstante, la empresa contratista al redactar el Plan de Seguridad y Salud, analizará las actividades a desarrollar en la obra, estableciendo para cada una de ellas los riesgos existentes y las medidas preventivas necesarias para ejecutar dichas actividades con unas condiciones de trabajo seguras.

#### 8.3.5.1 Estructura

##### **COLOCACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.**

La estructura correspondiente al edificio de control de la subestación será de prefabricados de hormigón. También se realizará de forma similar el montaje de arquetas prefabricadas de registro para el paso de cables.

Para su colocación, se utilizarán grúas móviles, así como plataformas elevadoras.

En este estudio se prevé tanto el montaje de paneles prefabricados para el montaje del edificio como la descarga de un módulo único para cada parte del edificio. En caso de que el edificio sea llevado a obra en una sola pieza, deberá seguirse el procedimiento de descarga previsto por el fabricante, donde deberá indicar los medios más adecuados para la descarga del edificio.



Independientemente de lo indicado en este documento, el Plan de Seguridad y Salud deberá definir de **forma detallada el proceso de montaje de estos elementos prefabricados.**

## MEDIOS EMPLEADOS

Grúa autopropulsada

Plataformas elevadoras

Eslingas con pestillo de seguridad y bulones

Cuerdas guía para dirigir las cargas (medios auxiliares)

## DESCARGA Y MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

Colocación de paneles prefabricados, considerando como prefabricado aquella pieza que llega a la obra ya fabricada, de grandes dimensiones y/o peso, y sólo tiene que ser descargada y montada en su posición definitiva, siempre con medios mecánicos para su izado y posicionamiento.

### Consideraciones previas

Antes del inicio de las operaciones se estudiarán la correcta distribución de las cargas y los puntos de sujeción para que ésta sea estable durante el izado.

El procedimiento de ejecución de carga y descarga y de su ejecución, quedará correctamente detallado.

Se revisará antes del inicio de las operaciones de carga y descarga el buen estado y resistencia adecuada de los cables, cadenas y eslingas. Los ganchos deben disponer de pestillo de seguridad. No se podrán utilizar medios auxiliares de izado de tipo casero o construcción artesanal.

Será obligatorio el uso de los EPI específicos para el correcto desarrollo de las operaciones.

Queda prohibida la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina.

Queda prohibida la presencia de trabajadores bajo la carga suspendida.

El operario de la grúa se colocará en un punto de buena visibilidad, sin que comporte riesgo alguno para su integridad física.

Cuando por la ubicación del conductor no se disponga de buena visibilidad, será necesaria la colaboración de un señalista.

Se suspenderán las operaciones cuando las condiciones (climatológicas, terreno poco compacto, etc.) sean desfavorables.

Se comprobará con anterioridad la presencia de líneas eléctricas aéreas para adecuar el procedimiento a las disposiciones contenidas en el R.D. 614/2001.



Deberá de haber un jefe de maniobras en los casos en los que haya más de una máquina de izado, no se tenga buena visibilidad o pueda engañar la presencia de elementos que puedan comportar gálibos

Se vigilará con los estrobos e izados que se realizan en obra:

Los materiales paletizados que no tengan sistema de envolvente de suministrador, se habrán de ahorcar para garantizar que no puedan caerse.

Las sacas y otros elementos auxiliares de izado o para izado, que tienen sus propias instrucciones del fabricante, para tales fines

Los elementos longitudinales se estrobarán con triángulo de cargas.

Los materiales en las bateas no rebasarán sus paredes y deberán tener tapa.

Los elementos que seicen sobre bateas y los mismos que estén apoyados, como puedan ser cristales, se vigilará que el conjunto esté equilibrado, es decir, que tenga el mismo peso en ambos lados.

Los elementos que por sus dimensiones puedan tener efecto vela, se recepcionarán con cuerdas guías.

### Izados

Los izados se harán utilizando el triángulo de cargas y mediante maquinaria diseñada a tal efecto, y que deberá tener diagrama electrónico en la cabina e instrucciones del fabricante, ya que éstas suelen indicar si pueden circular con la carga, marcando las limitaciones.

NUNCA SE HARÁN los izados con una giratoria o una mixta.

## **MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS**

Camión pluma para descarga/montaje.

Grúa en el caso de que sea necesario.

Plataforma móvil elevadora de personas.

Estrobos, cadenas, grilletes, eslingas, cuerdas.

Elementos de madera.

Herramientas manuales.

## **RIESGOS**

Golpes a las personas por el transporte en suspensión de grandes piezas.

Atrapamientos durante maniobras de ubicación.

Caída de personas al mismo nivel.



Caída de personas a distinto nivel.

Vuelco de piezas prefabricadas.

Vuelco de la grúa.

Desplome de piezas prefabricadas.

Cortes por manejo de herramientas manuales.

Cortes o golpes por manejo de máquinas-herramienta.

Los derivados de la realización de trabajos bajo régimen

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte de los prefabricados.

Igualmente se habilitará la zona de trabajo donde se tiene que situar la grúa para elevar los distintos prefabricados.

Los prefabricados se descargarán de los camiones y se acopiarán en los lugares apropiados para tal menester, hasta su montaje.

Diariamente se realizará una inspección visual sobre el buen estado de los elementos de elevación (eslingas, balancines, pestillos de seguridad, etc.)

Se comprobará la idoneidad de las líneas de vida y su correcta colocación, fijación de barandillas, balizamientos, cartelería de señalización.

Las eslingas se adecuarán a las necesidades de cargas cumpliendo con ángulos de tiro y construcción.

La maquinaria a emplear dispondrá de toda su documentación en regla (marcado CE o declaración de conformidad, inspecciones, seguros, etc.).

El gruísta tendrá probada experiencia en el manejo de la grúa y deberá estar autorizado al manejo de la misma.

Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admitida por eje del fabricante del vehículo o del equipo de transporte.

La maniobra será estudiada previa a su ejecución, conociendo el personal que la va a realizar cuál es su misión en la misma.

La maniobra será coordinada por el jefe de maniobras que será el encargado correspondiente de la obra o persona cualificada designada al efecto por el Jefe de Obra. El personal que intervenga en la maniobra estará pendiente en todo momento a las órdenes del jefe de maniobra.

Si alguna pieza prefabricada llegara a su sitio de instalación girando sobre sí misma, se la intentará detener utilizando exclusivamente las cuerdas guías. Se prohíbe intentar detenerla



directamente con el cuerpo o alguna de sus extremidades, en prevención del riesgo de caídas por oscilación o penduleo de la pieza en movimiento.

El prefabricado en suspensión debe ser sujeto por dos puntos como mínimo, estando totalmente prohibido que ningún operario se sitúe encima de la pieza mientras ésta es suspendida.

A los prefabricados en acopio antes de proceder a su izado para ubicarlos en la obra, se les amarrarán las cuerdas guías, para realizar las maniobras sin riesgos.

Tome sus precauciones y evite que los prefabricados en suspensión se guíen directamente con las manos.

Una vez presentado en el sitio de instalación el prefabricado, se procederá, sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar la guía mediante los cabos, el montaje definitivo. Concluido el cual, y tras la indicación del jefe de maniobras se podrá desprender el gancho.

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.

Se instalarán señales de «peligro, paso de cargas suspendidas» sobre pies derechos bajo los lugares destinados a su paso.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 50 km/h o con fuertes lluvias.

Se prevé instalar unas cuerdas o cables de seguridad amarradas a elementos estructurales firmes, a las que se amarrará el mosquetón del cinturón de seguridad, durante el montaje de los prefabricados. Con esta previsión se elimina el riesgo de caída desde altura por arrastre o empujón del prefabricado que se recibe pendiente del gancho de grúa.

Para el resto de las maniobras se seguirán los siguientes pasos:

Cada pieza prefabricada será izada con el gancho de la grúa mediante el auxilio de aparejos de suspensión. De esta manera se evita el riesgo de caída de la pieza en suspensión.

El prefabricado en suspensión se controlará con dos cuerdas de guía segura de cargas, sujetas a los laterales de la pieza mediante un equipo formado por tres hombres. Dos de ellos gobernarán la pieza mediante las cuerdas guía mientras un tercero, guiará la maniobra. De esta manera quedan controlados los riesgos por giro o balanceo.

Una vez presentado el prefabricado en su sitio de instalación, se realizará el montaje definitivo, sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar la guía mediante las cuerdas. De esta manera se evita el riesgo de atrapamiento de trabajadores por caída o desplome de la pieza que instalan.

## **PROTECCIONES COLECTIVAS, SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y OTROS**

Señalización de seguridad.

Valla de contención de peatones.

Plataforma móvil de elevación de personas.



## RIESGOS ESPECIALES Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

En la ejecución de estas actuaciones estará presente un recurso preventivo permanentemente debido a la concurrencia de actuaciones que se realizan simultánea o sucesivamente, y además pueden existir situaciones de afección, como son la presencia de líneas eléctricas aéreas, que requieren la presencia del recurso preventivo.

Además, la presencia de recurso preventivo vendrá exigida por trabajos con riesgo de caída en altura e incluso por riesgo de atrapamiento de las piezas.

### Cubiertas planas

#### DESCRIPCIÓN

Cerramiento de la cubierta del edificio control, oficina y almacén de la planta. Se prevé, en este caso, que la cubierta sea plana. En caso de que sea de otro tipo, el contratista concretará el procedimiento de trabajo en su plan de seguridad.

#### MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS

Escalera de mano.

Andamio.

Herramientas portátiles.

Herramientas manuales.

#### RIESGOS

Caída de personas a distinto nivel.

Caída de personas al mismo nivel.

Caída de objetos.

Sobreesfuerzos.

Quemaduras (sellados, impermeabilizaciones en caliente).

Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales o materiales.

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

Tanto el personal de albañilería como el de impermeabilización serán concedores de los riesgos de la ejecución de cubiertas planas, y del método correcto de puesta en obra de las unidades integrantes de la cubierta.

La ejecución de los trabajos comenzará una vez concluida la colocación de los paneles verticales.

Todos los huecos de la cubierta permanecerán tapados, hasta el inicio de su cerramiento definitivo. Se descubrirán conforme vayan a cerrarse.



El acceso a la cubierta mediante escaleras de mano, no se practicará por huecos inferiores a 50 x 70 cm, sobrepasando además la escalera en 1 m, la altura a salvar, y estando fijada firmemente en ambos puntos de apoyo.

El hormigón de formación de pendientes se servirá en cubierta mediante el uso de cubilote.

Se establecerán «camino de circulación» sobre las zonas en proceso de fraguado, (o de endurecimiento), formados por una anchura de 60 cm

Las planchas de poliestireno, espuma o asimilables se cortarán sobre banco. Sólo se admiten cortes sobre el suelo para los pequeños ajustes.

Los recipientes para transportar materiales de sellado se llenarán al 50 % para evitar derrames innecesarios.

Se paralizarán los trabajos sobre la cubierta bajo régimen de vientos superiores a los 50 km/h, (lluvia, heladas y nieve).

Existirá un almacén habilitado para los productos bituminosos e inflamables señalizado adecuadamente.

Se conservará perfectamente a lo largo del tiempo en servicio, en orden y limpio, el almacén de productos inflamables cuidando no quede interrumpida su ventilación. En el exterior, junto al acceso, existirá un extintor de polvo químico seco.

Las bombonas de gases, (butano o propano), de las lamparillas o mecheros de sellado de materiales bituminosos, se almacenarán separadas de estos en posición vertical y a la sombra.

Se instalarán señales de «peligro de incendios» en los accesos a la cubierta, para recordar este riesgo constantemente al personal.

Las planchas de materiales aislantes ligeras, se izarán a la cubierta mediante bateas suspendidos de la grúa a los que no se le habrán soltado los flejes, (o la envoltura en los que son servidos por el fabricante). Estas bateas, se gobernarán mediante cabos, nunca directamente con el cuerpo o las manos.

Los acopios de material bituminoso, (rollos de mantas o telas asfálticas), se repartirán en cubierta evitando las sobrecargas puntuales.

Los acopios de rollos de material bituminoso se ejecutarán sobre durmientes y entre calzos que impidan que se desplomen y rueden por la cubierta.

Quedan prohibidos los «colmos» que puedan ocasionar derrames accidentales.

Las plataformas de izado de grava se gobernarán mediante cabos, nunca directamente con las manos o el cuerpo.

La grava se depositará sobre cubierta para su apaleo y nivelación evitando expresamente, las sobrecargas puntuales.



El pavimento de la cubierta se izará sobre plataformas emplintadas empaquetados según son servidos por el fabricante, perfectamente apilados y nivelados los paquetes y atado el conjunto a la plataforma de izado para evitar derrames durante el transporte.

En todo momento se mantendrá limpia y libre de obstáculos que dificulten la circulación o los trabajos, la cubierta que se ejecuta.

Los plásticos, cartón, papel y flejes, procedentes de los diversos empaquetados, se recogerán inmediatamente que se hayan abierto los paquetes, para su eliminación posterior.

Si la cubierta no dispone de protección perimetral adecuada (barandilla con protección superior, protección intermedia y rodapié), estará prohibido acercarse a menos de 2 metros del precipicio sin protección anticaídas. Para asegurarse la distancia de seguridad pueden usarse cinturones anclados a estructuras adecuadas con la longitud de cuerda adecuada.

## PROTECCIONES COLECTIVAS, SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y OTROS

Barandilla perimetral.

Señalización de seguridad.

Línea de vida.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de seguridad con barbiquejo. Botas de seguridad. Chaleco de alta visibilidad. Gafas de seguridad. Guantes resistencia mecánica. Guantes para riesgos químicos. Sistemas anticaídas: arnés, absorbedor de energía y elementos de amarre y conector. Dispositivos anticaídas retráctiles. Ropa de trabajo.

## RIESGOS ESPECIALES Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

En la ejecución de esta actuación se prevé la presencia permanente del recurso preventivo. Por el riesgo específico de caídas a distinto nivel.

Durante las tareas de izado de cargas con medios mecánicos estará siempre presente un recurso preventivo que vigile el cumplimiento de las medidas preventivas y compruebe su eficacia, además del jefe de maniobras que supervise y dirija las operaciones de izado de cargas.

### Falsos techos

#### DESCRIPCIÓN

Falsos techos que pudieran colocarse en el edificio de control y comunicaciones.

#### MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Andamio.

Borriqueta.

Herramientas manuales.



Herramientas portátiles.

Andamio.

## RIESGOS

Cortes por el uso de herramientas manuales.

Golpes durante la manipulación de reglas y planchas o placas de escayola.

Caídas al mismo nivel.

Caídas a distinto nivel.

Dermatitis por contacto con la escayola.

Cuerpos extraños en los ojos.

Contactos con la energía eléctrica.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de intercomunicación interna de obra. Cuando un paso quede cortado temporalmente por los andamios de los escayolistas se utilizará un "paso alternativo" señalizado.

Las plataformas sobre borriquetas para la instalación de falsos techos de escayola, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablonas, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.

Los andamios para la instalación de falsos techos de escayola se ejecutarán sobre borriquetas de madera o metálicas. Se prohíbe expresamente la utilización de bidones, pilas de materiales, escaleras apoyadas contra los paramentos, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.

Los andamios para la instalación de falsos techos sobre rampas tendrán la superficie de trabajo horizontal y estarán bordeados de barandillas reglamentarias.

Se prohíbe el uso de andamios de borriquetas próximos a huecos, sin la utilización de medios de protección contra el riesgo de caída desde altura.

Si los trabajos requieren iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará mediante portátiles, que estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango, aisladas eléctricamente y estarán conectados al circuito de alumbrado protegido con diferenciales de 30 mA.

Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

El transporte de sacos y planchas de escayola se realizará preferiblemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos.



Los acopios de sacos o planchas de escayola, se dispondrán de forma que no obstaculicen los lugares de paso, para evitar los accidentes por tropiezo.

## PROTECCIONES COLECTIVAS, SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y OTROS

Señalización de seguridad

Cinta de balizamiento, cadena de balizamiento o malla tipo stopper

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de seguridad. Botas de seguridad. Chaleco de alta visibilidad. Gafas de seguridad. Guantes resistencia mecánica. Guantes para riesgos químicos. Ropa de trabajo.

## RIESGOS ESPECIALES Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

Inicialmente en esta actividad no se consideran riesgos especiales, o procesos considerados como peligrosos. No obstante, deberá tenerse en cuenta las condiciones del entorno, así como la concurrencia de diversas operaciones que se desarrollan sucesiva o simultáneamente, y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo, situaciones que exigirían la presencia del recurso preventivo durante las labores.

Solados y revestimientos (enfoscado, enlucido y monocapa)

## DESCRIPCIÓN

Esta actividad agrupa a los solados y revestimientos del edificio de control y comunicaciones.

## MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Herramientas manuales.

Andamio.

Borriqueta.

Herramientas portátiles.

## RIESGOS

Caídas al mismo nivel.

Cortes por manejo de elementos con aristas cortantes, o por uso de herramientas.

Golpes contra objetos fijos o móviles, por uso o no de herramientas portátiles.

Afecciones reumáticas por humedades en las rodillas.

Dermatitis por contacto con cemento.

Caídas a distinto nivel.



Cuerpos extraños en los ojos.

Sobreesfuerzos.

Contactos eléctricos.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

El corte de piezas de pavimento, que necesiten cortarse con disco, se ejecutará en vía húmeda y en locales abiertos para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux medidos a una altura sobre el pavimento en torno a 1,5 m

Si los trabajos requieren iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará mediante portátiles, que estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango, aisladas eléctricamente y estarán conectados al circuito de alumbrado protegido con diferenciales de 30 mA.

Se prohíbe la conexión de los cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido. El conjunto apilado se flejará o atará a la plataforma de izado o transporte para evitar los accidentes por derrames de la carga.

En los lugares de tránsito de personas se balizarán las superficies recientemente soladas, para evitar accidentes por caídas.

Las cajas o paquetes de pavimento se acopiarán en las plantas linealmente y repartidas junto a los tajos, en donde se las vaya a instalar, situadas lo más alejados posibles de los vanos para evitar sobrecargas innecesarias.

Las cajas o paquetes de pavimento, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar los accidentes por tropiezo.

Cuando esté en fase de pavimentación un lugar de paso y a comunicación interno de la obra, se cerrará el acceso, indicándose itinerarios alternativos mediante señales de dirección obligatoria.

Las pulidoras y abrillantadoras a utilizar, estarán dotadas de doble aislamiento, (o conexión a tierra de todas sus partes metálicas); para evitar los accidentes por riesgo eléctrico.

Las pulidoras y abrillantadoras a utilizar, tendrán el manillar de manejo revestido de material aislante a la electricidad.

Las operaciones de mantenimiento y sustitución o cambio de cepillos o lijas, se efectuarán siempre con la máquina desenchufada de la red eléctrica, para evitar los accidentes por riesgo eléctrico.

Los lodos, producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.



Los tajos se limpiarán de recortes y desperdicios de pasta.

En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo para realizar los trabajos de enfoscado para evitar los accidentes por resbalón.

Las plataformas sobre borriquetas para ejecutar enyesados y asimilables de techos, tendrán la superficie horizontal cuajada de tablones, evitando, escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.

Igualmente, se prohíbe el uso de borriquetas en zonas sin protección contra las caídas desde altura.

El transporte de sacos de aglomerados o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Los sacos de aglomerados, se acopiarán ordenadamente repartidos junto a los tajos en los que se les vaya a utilizar, lo más separadamente posible de los vanos, para evitar sobrecargas innecesarias, dispuestos de forma que no obstaculicen los lugares de paso.

## PROTECCIONES COLECTIVAS, SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y OTROS

Señalización de seguridad.

Cinta de balizamiento, cadena de balizamiento, conos o malla balizadora.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de seguridad. Botas de seguridad. Chaleco de alta visibilidad. Gafas de seguridad. Guantes resistencia mecánica. Guantes para riesgos químicos. Ropa de trabajo. Cinturón faja elástica de protección de la cintura. Rodilleras impermeables almohadilladas. Mascarillas para partículas FPP2. Protectores auditivos. Sistemas anticaídas con: arnés anticaídas, absorbedor de energía y elementos de amarre y conector. Línea de vida vertical.

## RIESGOS ESPECIALES Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

Inicialmente en esta actividad no se consideran riesgos especiales, o procesos considerados como peligrosos. No obstante, deberá tenerse en cuenta las condiciones del entorno, así como la concurrencia de diversas operaciones que se desarrollan sucesiva o simultáneamente, y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo, situaciones que exigirían la presencia del recurso preventivo

### Montaje de vidrio

## DESCRIPCIÓN

Esta actividad aplica a todo el montaje de vidrio en el edificio de control y comunicaciones.



## MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Escalera de mano

Herramientas manuales

## RIESGOS

Caída de personas al mismo nivel.

Caída de personas a distinto nivel.

Caída de objetos.

Cortes en manos, brazos o pies durante las operaciones de transporte y ubicación del vidrio.

Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.

Los derivados de los medios auxiliares a utilizar.

Golpes contra vidrios ya colocados.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Los acopios de vidrios se ubicarán sobre durmientes de madera.

Se balizará la vertical de los paramentos en los que se esté acristalando, para evitar el riesgo de golpes (o cortes) a las personas por fragmentos de vidrio, desprendido.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Se mantendrán libres de fragmentos de vidrio los tajos, para evitar el riesgo de cortes.

Los vidrios vendrán cortados a medida a la obra.

La manipulación de las planchas de vidrio se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

El vidrio presentado en la carpintería correspondiente, se recibirá y terminará de instalar inmediatamente, para evitar el riesgo de accidentes por roturas.

Las planchas de vidrio transportadas "a mano" se las moverá siempre en posición vertical para evitar accidentes por rotura.

Se prohíben los trabajos con vidrio en esta obra, en régimen de temperaturas ambientales inferiores a los cero grados Celsius.

Se prohíben los trabajos con vidrio bajo régimen de vientos superiores a 50 km/h.

En caso de rotura, se quitarán los fragmentos de vidrio lo antes posible.

## PROTECCIONES COLECTIVAS, SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y OTROS

Señalización de seguridad



Cinta de balizamiento, conos, cadena de balizamiento, malla tipo stopper

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de seguridad. Botas de seguridad. Chaleco de alta visibilidad. Gafas de seguridad. Guantes resistencia mecánica. Muñequera de cuero que cubra el brazo anticorte. Mandil de cuero anticorte. Ropa de trabajo.

## RIESGOS ESPECIALES Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

Inicialmente en esta actividad no se consideran riesgos especiales, o procesos considerados como peligrosos. No obstante, deberá tenerse en cuenta las condiciones del entorno, así como la concurrencia de diversas operaciones que se desarrollan sucesiva o simultáneamente, y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo, situaciones que exigirían la presencia del recurso preventivo durante las labores.

### Pintura y barnizado

## DESCRIPCIÓN

Esta actividad se desarrolla en el edificio de control y comunicaciones.

## MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Escalera de mano

Herramientas manuales

Andamio

## RIESGOS

Caída de personas al mismo nivel.

Caída de personas a distinto nivel.

Cuerpos extraños en los ojos (gotas de pintura, motas de pigmentos).

Los derivados de los trabajos realizados en atmósferas nocivas (intoxicaciones).

Explosiones e incendios.

Contacto con sustancias corrosivas.

Los derivados de la rotura de las mangueras de los compresores.

Contacto eléctrico.

Sobreesfuerzos.



## MEDIDAS PREVENTIVAS

Las pinturas, (los barnices, disolventes, etc....) se almacenarán en los lugares señalados con el título "Almacén de pinturas" manteniéndose siempre la ventilación por "tiro de aire", para evitar los riesgos de incendios y de intoxicaciones.

Los recipientes que contengan disolventes estarán siempre cerrados y alejados del calor y del fuego.

Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso al Almacén de pinturas.

Sobre la hoja de la puerta de acceso al almacén de pinturas se instalará una señal de "peligro de incendio" y otra de "prohibido fumar".

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

El vertido de pigmentos en el soporte (acuoso o disolvente) se realizará desde la menor altura posible, para evitar salpicaduras y formación de atmósferas pulverulentas.

Los almacenamientos de recipientes con pintura que contengan nitrocelulosa se realizarán de tal forma que pueda realizarse el volteo periódico de los recipientes para evitar el riesgo de inflamación.

Los andamios para pintar tendrán una superficie de trabajo de una anchura mínima de 60 cm

Se prohíbe la formación de andamios a base de un tablón apoyado en los peldaños de dos escaleras de mano, tanto de los de apoyo libre como de los de tijera.

Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y similares.

Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura en torno a 1,5 m

Si los trabajos requieren iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará mediante portátiles, que estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango, aisladas eléctricamente y conectados al circuito de alumbrado protegido con diferenciales de 30 mA.

Las escaleras a utilizar serán de tipo de tijera, dotadas de zapatas antideslizantes y de cadenilla limitadora de apertura.

Las operaciones de lijados mediante lijadora eléctrica de mano, se ejecutarán siempre bajo ventilación por corriente de aire, para evitar el riesgo de respirar polvo en suspensión.

Se evitará la formación de atmósferas nocivas manteniéndose siempre ventilado el local que se está pintando (ventanas y puertas abiertas).

Se prohíbe fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes o pigmentos tóxicos.



Se advertirá al personal encargado correspondiente de manejar disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos de la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de realizar cualquier tipo de ingesta.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o incendio.

Se dispondrá en obra de la Ficha de Datos de Seguridad de todos los productos químicos (pintura, disolvente, barnices...), haciendo uso en todo momento de los EPI que indique la FDS.

## PROTECCIONES COLECTIVAS, SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y OTROS

Señalización de seguridad

Cinta de balizamiento, conos, cadena de balizamiento, malla tipo stopper

Extintor

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de seguridad. Botas de seguridad. Chaleco de alta visibilidad. Gafas de seguridad. Guantes para riesgos químicos. Sistemas anticaídas con: arnés anticaídas, absorbedor de energía y elementos de amarre y conector. Mascarillas con filtro según fichas de datos de seguridad. Ropa de trabajo.

## RIESGOS ESPECIALES Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

Inicialmente en esta actividad no se consideran riesgos especiales, o procesos considerados como peligrosos. No obstante, deberá tenerse en cuenta las condiciones del entorno, así como la concurrencia de diversas operaciones que se desarrollan sucesiva o simultáneamente, y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo, situaciones que exigirían la presencia del recurso preventivo durante las labores.

### Instalación de fontanería y saneamiento

## DESCRIPCIÓN

Esta actividad aplica a la instalación de fontanería y saneamiento en el edificio de control y comunicaciones.

## MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Herramientas manuales.

Herramientas portátiles.

Escalera de mano.

Andamio.



## RIESGOS

Caídas al mismo nivel.

Caídas a distinto nivel.

Cortes en las manos por objetos y herramientas.

Atrapamientos entre piezas pesadas.

Explosión e incendios (del soplete, botellas de gases licuados, bombonas).

Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.

Quemaduras.

Sobreesfuerzos.

Golpes contra objetos.

Exposición a contaminantes químicos.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Se prohíbe utilizar los flejes de los paquetes como asideros de carga.

Los bloques de aparatos sanitarios flejados sobre bateas, se descargarán flejados con la ayuda del gancho de la grúa. La carga será guiada por dos hombres mediante los dos cabos de guía que penderán de ella, para evitar los riesgos de golpes y atrapamientos.

Los bloques de aparatos sanitarios, una vez recibidos en las plantas se transportarán directamente al sitio de ubicación, para evitar accidentes por obstáculos en las vías de paso interno (o externo) de la obra.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma, que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre para evitar golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados.

Los bancos de trabajo se mantendrán en buenas condiciones de uso, evitando que se levanten astillas durante la labor.

Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo. Se limpiarán conforme se avance, apilando el escombro para su vertido por las trompas, para evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.

Se prohíbe soldar en lugares cerrados. Siempre que se deba soldar se establecerá una corriente de aire de ventilación, para evitar el riesgo de respirar productos tóxicos.

El local destinado a almacenar bombonas o botellas de gases licuados tendrá ventilación constante por corriente de aire, puerta con cerradura de seguridad e iluminación artificial en su caso.



La iluminación eléctrica del local donde se almacenen las botellas o bombonas de gases licuados se efectuará mediante mecanismos estancos anti deflagrantes de seguridad.

Sobre la puerta del almacén de gases licuados se establecerá una señal normalizada de “peligro explosión” y otra de “prohibido fumar”.

Al lado de la puerta del almacén de gases licuados se instalará un extintor de polvo químico seco.

Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.

Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura para evitar incendios.

Las botellas o bombonas de gases licuados, se transportarán y permanecerán en los carros porta botellas, lejos de toda fuente de calor y protegidas del sol.

Se evitará soldar con las botellas o bombonas expuestas al sol.

Se instalará un letrero de prevención en el almacén de gases licuados y en el taller de fontanería con la siguiente leyenda: “NO UTILICE ACETILENO PARA SOLDAR COBRE O ELEMENTOS QUE LO CONTENGAN, SE PRODUCE ACETILURO DE COBRE, QUE ES EXPLOSIVO”

El material sanitario se transportará directamente de su lugar de acopio a su lugar de emplazamiento, procediendo a su montaje inmediato.

La ubicación “in situ” de aparatos sanitarios (inodoros, piletas, lavabo, etc...) será efectuada por un mínimo de tres operarios; dos controlan la pieza mientras el tercero la recibe, para evitar los accidentes por caídas y desplome de los aparatos.

Las máquinas portátiles que se usen tendrán doble aislamiento.

Nunca se utilizará como toma de tierra o neutro la instalación de ascendentes de agua.

Se revisarán las válvulas, mangueras y sopletes para evitar la fuga de gases.

En la instalación de bajantes se protegerá la parte inferior si ésta es zona de paso peatonal mediante entablado de manera que soporte la eventual caída de materiales, herramientas, etc. Si no es zona de obligado paso se acotará.

Se comprobarán diariamente la colocación de andamios y las escaleras, cuidándose especialmente las protecciones de éstas.

El acopio de tubos se realizará por diámetros y el lugar escogido para su situación no será zona de paso para el personal. Estarán apilados en capas separadas por listones de madera o de hierro que dispondrán de calzos al final o estarán curvados en sus extremos.

Se dispondrá en obra de la Ficha de Datos de Seguridad de todos los productos químicos (pintura, disolvente, barnices...), haciendo uso en todo momento de los EPI que indique la FDS.



## PROTECCIONES COLECTIVAS, SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y OTROS

Señalización de seguridad

Cinta de balizamiento, conos, cadena de balizamiento, malla tipo stopper

Extintor

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de seguridad. Botas de seguridad. Chaleco de alta visibilidad. Gafas de seguridad. Guantes para riesgos químicos. Sistemas anticaídas con: arnés anticaídas, absorbedor de energía y elementos de amarre y conector. Mascarillas con filtro según fichas de datos de seguridad. Ropa de trabajo.

## RIESGOS ESPECIALES Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

Inicialmente en esta actividad no se consideran riesgos especiales, o procesos considerados como peligrosos. No obstante, deberá tenerse en cuenta las condiciones del entorno, así como la concurrencia de diversas operaciones que se desarrollan sucesiva o simultáneamente, y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo, situaciones que exigirían la presencia del recurso preventivo durante las labores.

### Instalación de climatización ventilación

## DESCRIPCIÓN

Esta actividad aplica a la instalación de climatización y ventilación en el edificio de control y comunicaciones.

## MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Camión grúa.

Escalera de mano.

Andamio.

Herramientas manuales.

Herramientas portátiles.

Medios de izado (eslingas, cuerdas guías, estrobos, grilletes...).

## RIESGOS

Caída al mismo nivel.

Caída a distinto nivel.

Caída al vacío (huecos para ascendentes y patinillos).



Atrapamiento (entre engranajes, transmisiones, etc. durante las operaciones de puesta a punto o montaje).

Pisada sobre materiales.

Quemaduras.

Cortes por manejo de chapas.

Cortes por manejo de herramientas cortantes.

Cortes por uso de la fibra de vidrio.

Sobreesfuerzos.

Los inherentes a los trabajos de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte.

Los inherentes a los trabajos sobre cubiertas.

Los inherentes al tipo de andamios o medio auxiliar a utilizar.

Dermatitis por contactos con fibras.

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

Los equipos se izarán con ayuda de balancines indeformables mediante el gancho de la grúa. Se posarán en el suelo sobre una superficie preparada. Desde este punto se transportará al lugar de acopio o a la cota de ubicación.

Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas gruías que sujetarán sendos operarios dirigidos por el encargado, para evitar los riesgos de atrapamientos, cortes o caídas por penduleo de la carga.

Se prohíbe expresamente guiar las cargas pesadas directamente con las manos o el cuerpo.

El transporte o cambio de ubicación horizontal mediante rodillos, se efectuará utilizando exclusivamente al personal necesario (evitar la acumulación de operarios, crea confusión y aumenta los riesgos), que empujará siempre la carga desde los laterales, para evitar el riesgo de caídas y golpes por los rodillos ya utilizados.

El transporte descendente o ascendente por medio de rodillos transcurriendo por rampas o lugares inclinados se dominará mediante trácteles que soportarán el peso directo. Los operarios guiarán la maniobra desde los laterales, para evitar los sobreesfuerzos y atrapamientos. El elemento de sujeción se anclará a un punto sólido, capaz de soportar la carga con seguridad.

Se prohíbe el paso o acompañamiento lateral de transporte sobre rodillos de la maquinaria cuando la distancia libre de paso entre ésta y los paramentos laterales verticales, sea igual o inferior a 60 cm, para evitar el riesgo de atrapamientos por descontrol de la dirección de la carga.

Evitar las soluciones de amarrar directamente alrededor del fuste de los pilares; aparte de dañar sus aristas, lo someten a un esfuerzo no recomendable, si no se ha calculado para él.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

No se permitirá el amarre a «puntos fuertes» para tracción antes de agotado el tiempo de endurecimiento del «punto fuerte» según los cálculos, para evitar los desplomes sobre las personas o sobre las cosas.

El ascenso o descenso a una bancada de posición de una determinada máquina, se ejecutará mediante plano inclinado construido en función de la carga a soportar e inclinación adecuada (rodillos de desplazamiento y «carraca» o «tráctel» de tracción amarrado a un «punto fuerte» de seguridad).

No permitir que estas operaciones se hagan simplemente a base de empujones de los operarios, la caída de uno de ellos, puede provocar el desequilibrio del conjunto y el accidente que se desea evitar.

Las cajas-contenedores de los fancoiles se descargarán flejadas o atadas sobre bateas o plataformas emplintadas, para evitar derrames de la carga.

Se prohíbe utilizar los flejes como asideros de carga.

Los bloques de cajas contenedoras de fancoiles etc. una vez situados en la planta se descargarán a mano y se irán repartiendo directamente por los lugares de ubicación para evitar interferencias en los lugares de paso.

Evitar sobrecargas y entorpecimientos en los lugares de paso; obligue en su caso, a replantear y a recibir las patillas de cuelgue antes de proceder al izado de los elementos.

El montaje de la maquinaria en las cubiertas (torres de refrigeración, centrífugos, climatizadores de intemperie), no se iniciará hasta no haber sido concluido el cerramiento perimetral de la cubierta para eliminar el riesgo de caída.

La descarga y acopio de los paquetes de chapa o de «fiberglas» o asimilados, así como de los sacos de escayola para los revestimientos o conductos de este material, puede ordenarse que se efectúen, teniendo presente las siguientes medidas preventivas:

Los bloques de chapa (metálica, fibra de vidrio y asimilables) serán descargados flejados mediante gancho de la grúa.

Las bateas serán transportadas hasta el almacén de acopio gobernadas mediante cabos guiados por dos operarios. Se prohíbe dirigirlos directamente con las manos.

Los sacos de escayola se descargarán apilados y atados a bateas o plataformas emplintadas. Las bateas serán transportadas hasta el almacén de acopio, gobernadas mediante cabos guiados por dos operarios. Se prohíbe dirigirlos directamente con las manos.

El almacenado de chapas (metálicas, fiberglas y asimilados o de los sacos de escayola y estopas, necesarios para la construcción de los conductos), se ubicarán en los lugares aislados para eliminar los riesgos por interferencias en los lugares de paso.

Se recomienda que efectúe el acopio junto al lugar de montaje, al que tendrá buen acceso el gancho de la grúa, para el mejor transporte de los conductos elaborados.

El taller y almacén de tuberías estará dotado de puerta, ventilación por «corriente de aire» e iluminación artificial en su caso. (Este almacén puede ubicarlo en el interior del edificio).

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreso</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ALFONSO XA VIZADO Nº V04535-24A D.GENERACIÓN Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

El transporte de tramos de tubería de reducido diámetro, a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma, que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, para evitar los golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados (o iluminados a contraluz).

Las tuberías pesadas serán transportadas por un mínimo de dos hombres, guiados por un tercero en las maniobras de cambios de dirección y ubicación.

Los bancos de trabajo se mantendrán en buen estado de uso, evitando la formación de astillas durante la labor. (Las astillas pueden ocasionar pinchazos y cortes en las manos).

Una vez aplomadas las «columnas», se repondrán las protecciones, de tal forma que dejen pasar los hilos de los aplomos». Las protecciones se irán quitando conforme ascienda la columna montada. Si queda hueco con riesgo de tropiezo o caída por él, se repondrá la protección hasta la conclusión del patinillo.

Los recortes sobrantes, se irán retirando conforme se produzcan, a un lugar determinado, para su posterior recogida y vertido por las trompas y evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.

Se prohíbe soldar en lugares cerrados para evitar respirar atmósferas tóxicas. Los tajos con soldadura se realizarán bien al exterior, bien bajo corriente de aire.

El local destinado para almacenar las bombonas (o botellas) de gases licuados, se ubicará en el lugar reseñado en los planos; estará dotado de ventilación constante por «corriente de aire», puertas con cerraduras de seguridad, e iluminación artificial en su caso, mediante mecanismos y portalámparas anti deflagrante.

La iluminación del local donde se almacenen las botellas, (o bombonas), de gases licuados se efectuará, mediante mecanismos estancos anti deflagrantes de seguridad.

Sobre la puerta del almacén de gases licuados se establecerá una señal normalizada de «peligro explosión» y otra de «prohibido fumar».

Al lado de la puerta del almacén de gases licuados se instalará un extintor de polvo químico seco.

La iluminación en los tajos de montaje de tuberías será de un mínimo de 100 lux, medidos a una altura sobre el nivel de pavimento, en torno a los 1,5 m

Se prohíbe hacer masa (conectar la pinza), a parte de las instalaciones, para evitar contactos eléctricos.

Las botellas, (o bombonas), de gases licuados, se transportarán y permanecerán en los carros porta botellas.

Se evitará soldar (o utilizar el oxicorte), con las bombonas (o botellas) de gases licuados expuestos al sol.

Se instalarán unos letreros de precaución en el almacén de gases licuados, en el taller de montaje y sobre el acopio de tuberías y valvulería de cobre, con la siguiente leyenda NO UTILICE ACETILENO PARA SOLDAR COBRE O ELEMENTOS QUE LO CONTENGAN; SE PRODUCE «ACETILURO DE COBRE» QUE ES UN COMPUESTO EXPLOSIVO.



Las chapas metálicas, se almacenarán en paquetes sobre durmientes de reparto en los lugares señalados en los planos. Las pilas no superarán el 1,6 m en altura aproximada sobre el pavimento.

Evitar las sobrecargas innecesarias. Evitará accidentes.

Las chapas metálicas serán retiradas del acopio para su corte y formación del conducto por un mínimo de dos hombres, para evitar el riesgo de cortes o golpes por desequilibrio.

Durante el corte con cizalla las chapas permanecerán apoyadas sobre los bancos y sujetas, para evitar los accidentes por movimientos indeseables, en especial de las hojas recortadas.

Los tramos de conducto, se evacuarán del taller de montaje lo antes posible para su conformación en su ubicación definitiva, y evitar accidentes en el taller, por saturación de objetos.

Los tramos de conducto, se transportarán mediante eslingas que los abracen de «boca a boca» por el interior del conducto, mediante el gancho de la grúa, para evitar el riesgo de derrame de la carga sobre las personas. Serán guiadas por dos operarios que los gobernarán mediante cabos dispuestos para tal fin.

Se prohíbe expresamente guiarlos directamente con las manos, para evitar el riesgo de caída por penduleo de la carga, por choque o por viento.

Tener presente la variada formación que el cálculo exige para este tipo de elementos que los hace poco dominables bajo régimen de vientos al ser muy bajo su peso con relación a su volumen y superficie. Por ello, la recepción en el sitio de ubicación puede ser problemática. No olvidar que la mayor parte de los patinillos tienen corrientes verticales.

Las planchas de fibra de vidrio, serán cortadas sobre el banco mediante cuchilla. En todo momento se asistirá al cortador para evitar riesgos por desviaciones y errores.

Se prohíbe abandonar en el suelo, cuchillas, cortantes, grapadoras y remachadoras para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.

Los montajes de los conductos en las cubiertas se suspenderán bajo régimen de vientos fuertes para evitar el descontrol de las piezas y los accidentes a los operarios o a terceros.

En este montaje se debe tener presente que los colectores o impulsores tendrán gran sección con codos y bifurcaciones. Extremar las precauciones. Obligar a recibir los tramos inmediatamente concluida la presentación. Obligar a que se aten si es preciso, para evitar que el viento los cambie de lugar.

Las cañas a utilizar en la construcción de los conductos de escayola, estarán perfectamente libres de astillas, ubicándose todas aquellas que se dispongan, en paralelo en el sentido del crecimiento, para evitar los riesgos de cortes a la hora de extender sobre ellas la pasta de escayola.

Las rejillas se montarán desde escaleras de tijera dotadas de zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para eliminar el riesgo de caída.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



Los conductos a ubicar en alturas considerables se instalarán desde andamios tubulares con plataformas de trabajo de un mínimo de 60 cm de anchura, rodeadas de barandillas sólidas, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Antes del inicio de la puesta en marcha, se instalarán las protecciones de las partes móviles, para evitar el riesgo de atrapamientos.

No se conectará ni pondrán en funcionamiento las partes móviles de una máquina, sin antes haber apartado de ellas herramientas que se estén utilizando, para evitar el riesgo de proyección de objetos o fragmentos.

Se notificará al personal la fecha de las pruebas en carga, para evitar los accidentes por fugas o reventones.

Durante las pruebas, cuando deba cortarse momentáneamente la energía eléctrica de alimentación, se instalará en el cuadro un letrero de precaución con la leyenda «NO CONECTAR, PERSONAL TRABAJANDO EN LA RED».

Se prohíbe expresamente la manipulación de partes móviles de cualquier motor o asimilables sin antes haber procedido a la desconexión total de la red eléctrica de alimentación, para evitar los accidentes por atrapamiento.

Se dispondrá en obra de la Ficha de Datos de Seguridad de todos los productos químicos (pintura, disolvente, barnices...), haciendo uso en todo momento de los EPI que indique la FDS.

## **PROTECCIONES COLECTIVAS, SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y OTROS**

Señalización de seguridad.

Cinta de balizamiento, conos, cadena de balizamiento, malla tipo stopper.

Extintor.

## **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Casco de seguridad. Botas de seguridad. Chaleco de alta visibilidad. Gafas de seguridad. Guantes para riesgos químicos. Sistema anticaídas con: arnés anticaídas, absorbedor de energía y elementos de amarre y conector. Mascarillas con filtro según fichas de datos de seguridad. Ropa de trabajo.

## **RIESGOS ESPECIALES Y MEDIDAS ESPECÍFICAS**

Inicialmente en esta actividad no se consideran riesgos especiales, o procesos considerados como peligrosos. No obstante, deberá tenerse en cuenta las condiciones del entorno, así como la concurrencia de diversas operaciones que se desarrollan sucesiva o simultáneamente, y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo, situaciones que exigirían la presencia del recurso preventivo durante las labores.



### Resto de instalaciones

## DESCRIPCIÓN

Quedan recogidas en este apartado el resto de actividades: extinción de incendios, telefonía, televisión, emergencias e instalaciones de seguridad que tienen características similares en cuanto a riesgos y normas preventivas y se han agrupado en el presente apartado. Instalaciones en el edificio de control y comunicaciones.

## MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Herramientas manuales.

Herramientas portátiles.

Escalera de mano.

Andamio.

## RIESGOS

Caída de personas al mismo nivel.

Caída de personas a distinto nivel.

Cortes por manejo de herramientas manuales.

Corte por manejo de guías y conductores.

Golpes por herramientas manuales.

Atrapamientos entre piezas pesadas.

Pisadas sobre objetos o materiales punzantes.

Sobreesfuerzos.

Caída de objetos.

Contactos eléctricos, tanto directos como indirectos.

Electrocución o quemaduras por diferentes causas, como mala protección de cuadros eléctricos, maniobras incorrectas en las líneas, uso de herramientas sin aislamiento, puenteo de mecanismos de protección y conexiones directos sin clavijas macho-hembra.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

En la fase de apertura de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra para evitar riesgos de pisadas o tropezones.

La iluminación de los tajos no será inferior a 100 lux a 1,5 m del suelo.



Si los trabajos requieren iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará mediante portátiles, que estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa-mango, aisladas eléctricamente y estarán conectados al circuito de alumbrado protegido con diferenciales de 30 mA.

Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Se prohíbe la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas en los lugares con riesgo de caída desde altura si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

Las herramientas utilizadas por los instaladores de material eléctrico estarán protegidas con material aislante normalizado contra contactos con energía eléctrica.

Las pruebas de funcionamiento de instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de iniciarse para evitar accidentes.

Antes de entrar en carga la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala, de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, y que los usuarios se encuentran vestidos con prendas de protección personal. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo, limpiándose conforme se avance, apilando el escombros para su vertido por las trompas para evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.

La plataforma de trabajo móvil estará rodeada perimetralmente por protecciones de borde, formadas por pasamanos listón intermedio y rodapié, dotada de sistema de acuñado en caso de descenso brusco.

La plataforma de montaje estará protegida por una visera resistente anti impactos.

Se prohíbe durante todo el desarrollo de la obra arrojar escombros por los huecos destinados a las instalaciones, para evitar los accidentes por golpes.

No se iniciarán los trabajos sobre las cubiertas hasta haber concluido los petos de cerramiento perimetral, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se establecerán los puntos fuertes de seguridad de los cuales amarrar los cables a los que enganchar el arnés de seguridad para evitar la caída desde altura.

Las operaciones de montaje de componentes se efectuarán en cota cero. Se prohíbe la composición de elementos en altura, si ello no es estrictamente imprescindible con el fin de no potenciar los riesgos ya existentes.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



Se prohíbe expresamente instalar antenas en esta obra, a la vista de nubes de tormenta próximas, con vientos superiores a 50 km/h, lluvia o nieve.

La maquinaria que se utilice tendrá doble aislamiento.

Se dispondrá en obra de la Ficha de Datos de Seguridad de todos los productos químicos (pintura, disolvente, barnices...), haciendo uso en todo momento de los EPI que indique la FDS.

## PROTECCIONES COLECTIVAS, SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y OTROS

Señalización de seguridad.

Cinta de balizamiento, conos, cadena de balizamiento, malla tipo stopper.

Extintor.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de seguridad. Botas de seguridad. Chaleco de alta visibilidad. Gafas de seguridad. Guantes para riesgos químicos. Sistema anticaídas con: arnés anticaídas, absorbedor de energía y elementos de amarre y conector. Mascarillas con filtro según fichas de datos de seguridad. Ropa de trabajo.

## RIESGOS ESPECIALES Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

Inicialmente en esta actividad no se consideran riesgos especiales, o procesos considerados como peligrosos. No obstante, deberá tenerse en cuenta las condiciones del entorno, así como la concurrencia de diversas operaciones que se desarrollan sucesiva o simultáneamente, y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo, situaciones que exigirían la presencia del recurso preventivo durante las labores.

Se describe, a continuación, otra serie de trabajos necesarios en el procedimiento de trabajos en cubierta del edificio, en caso de que no venga montada la cubierta de fábrica o por si en algún momento de la obra los trabajadores tuvieran que acceder a la cubierta del edificio a realizar algún trabajo:

Acopios

Montaje de tubos y canalón

Montaje de la línea de vida

Colocación red de seguridad

Ejecución de cubierta

Desmontaje de línea de vida

Retirada de redes de seguridad

Remates



### Acopios

Será necesaria una zona de acopio para la realización de los trabajos. Se habilitarán zonas próximas a cada edificio libre de obstáculos y sin interferencias con otras actividades.

### Montaje de tubos y canalón

#### **DEFINICIÓN**

Como primer paso para el montaje de la cubierta se realizará la soldadura de unos tubos que servirán como estructura auxiliar para colocar el canalón. Para realizar dichos trabajos se utilizará una plataforma de trabajo tipo tijera desde la que los trabajadores soldarán esta estructura auxiliar. Posteriormente se colocará el canalón. El proceso se realizará de igual manera mediante la plataforma elevadora, para fijar dicho canalón a la estructura se utilizarán máquinas atornilladoras.

#### **MEDIOS EMPLEADOS**

Plataformas elevadoras

Equipos de soldadura

Máquinas atornilladoras

Herramientas manuales

#### **RIESGOS**

Caídas a distinto nivel.

Caídas de elementos.

Golpes contra objetos móviles.

Atrapamientos.

Sobreesfuerzos

Heridas con objetos punzantes.

Cortes y golpes (en el manejo de herramientas manuales y piezas a instalar)

Pisadas sobre objetos.

Proyección de fragmentos y partículas.

Quemaduras derivadas de los trabajos de soldadura.

Ruido



## MEDIDAS PREVENTIVAS

Antes de iniciar los trabajos se revisará diariamente la maquinaria, intentando detectar posibles puntos o elementos deteriorados o en mal estado

Se reparará diariamente y antes del inicio de la actividad el estado de los medios auxiliares y herramientas de uso personal que se vayan a emplear, comprobando su correcto uso.

Se inspeccionará diariamente el estado del entorno de la zona de trabajo, manteniéndolo limpio de obstáculos y de objetos para eliminar riesgos.

La superficie del terreno donde se desplaza la plataforma elevadora ha de estar libre de obstáculos, compactada y nivelada para el desplazamiento de la plataforma.

El equipo de soldadura deberá encontrarse enganchado a una manguera que no muestre signos de roturas, empalmes o desperfectos.

Como medida de protección contra incendios no deberá existir ningún tipo de material inflamable acopiado debajo del proceso de soldadura.

El personal deberá estar formado en materia de uso de plataformas elevadoras y disponer por parte del fabricante del manual de funcionamiento de la máquina, así como de que ha pasado las revisiones de mantenimiento.

Dentro de la cesta de trabajo los operarios deberán llevar puesto los arneses de seguridad y deberán atarse a la cesta si van a realizar trabajos que requieran de realizar un esfuerzo que significa volcar el cuerpo fuera de la misma.

Quedará totalmente prohibido salir de la cesta de la plataforma durante las operaciones de montaje de tubos y canalón.

Quedará totalmente prohibido apoyarse en la barandilla de la cesta para acceder a cualquier tajo, trabajar por fuera de ella o descolgarse de la misma.

En esta operación se realizarán trabajos de soldadura, por lo que se prohíbe la circulación de personas y vehículos por debajo de las naves.

Se balizará la entrada de las naves para que ningún trabajador acceda al interior de las naves donde se efectúan trabajos de soldadura y con la siguiente señalización:

Uso obligatorio de arnés de seguridad

Peligro, caída de objetos

Prohibida la entrada a personal ajeno a la obra

No utilizar escaleras, bidones, pilas de materiales, etc. A modo de plataformas de trabajo.

Se paralizarán los trabajos sobre la cubierta cuando llueva, nieve, la temperatura sea menor que  $-5^{\circ}\text{C}$ , o cuando la velocidad del viento sea mayor de 60 Km/h.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Cuando se usen materiales inflamables, en cada acceso a cubierta se colocará el siguiente letrero “peligro de incendio por uso de materiales inflamables”.

Cerrar todos los recipientes de esos productos cuando no se estén utilizando.

En caso de ser necesario soldar en trabajos posteriores, se protegerán las redes de seguridad con mantas aislantes.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Casco de seguridad.

Chaleco reflectante

Botas de seguridad.

Guantes de cuero.

Botas de seguridad impermeables de media caña.

Traje de agua.

Arnés de seguridad en la plataforma.

Gafas anti-impacto si fuesen necesarias.

Protección auditiva.

En trabajos de soldadura:

Pantalla facial con visor protección ultravioleta

Guantes de soldador

Buzo de tejido ignífugo

Mandil, polainas y botas de soldador

### Montaje de la línea de vida

Si fuera necesario se instalará una línea de vida en el edificio. El contratista definirá en el Plan de Seguridad la ubicación de la línea de vida en cada edificio, al que se anclarán los trabajadores que ejecuten los trabajos en cubierta. El montaje se realizará desde plataforma elevadora.

El contratista garantizará el comportamiento de la línea de vida con supuesto de caída de todos los trabajadores que trabajen en cubierta.

### Colocación red de seguridad

En caso de que la cubierta del edificio no venga ya montada, el contratista valorará en su plan de seguridad y salud la posibilidad de que el edificio se cubrirá completamente mediante redes de seguridad. Se protegerá el edificio con barandillas perimetrales. De ser así se realizará la



colocación de la red de seguridad por debajo de las correas. Las redes irán ancladas a las correas mediante cuerdas.

*Montaje:*

**MEDIOS EMPLEADOS:**

Grúa móvil autopropulsada.

Plataforma elevadora.

Herramientas de accionamiento manual y eléctrico.

Taladradora y roscadora.

Tensor manual tipo tractel.

Las redes de protección serán de poliamida de alta tenacidad o polipropileno con ancho de malla no superior a 100 mm, hilo de 4,5 mm y cuerda perimetral de 12 mm. Estas redes cumplirán con la norma EN-1263-1.

Se efectuará el replanteo de las redes en el suelo teniendo en cuenta las medidas de éstas, así como las de la propia estructura de la obra con el fin de aprovechar al máximo la superficie de las redes.

Se supervisará visualmente cada red para asegurarse que no tiene ningún roto, se instalarán solo las que están en buen estado, descartando las que no lo estén y procediendo a su devolución.

Se efectuará el cosido de redes mediante las cuerdas de unión, dicha cuerda se pasará por cada malla de las dos redes y se anudará en los dos extremos no generando con este cosido ninguna abertura superior a 10 cm.

Se tomará nota de cada matrícula que figura en la etiqueta de cada red para hacer el seguimiento de los ensayos de las cuerdas testigos. Estas cuerdas que se encuentran en un lateral de la red no tienen que verse afectadas ni ser sometidas a tensiones con las cuerdas de atado de las redes a la estructura o soporte.

Está terminantemente prohibido realizar estas u otras actividades en altura sin anclarse previamente mediante el uso del arnés a la plataforma elevadora.

La instalación de la red se iniciará con la colocación de la primera cuerda de atado anudada a la estructura, a continuación, y mediante la cuerda de atado elevaremos el extremo de la red y lo atamos con la cuerda de atado previamente anudada a la estructura, nos desplazamos unos cuantos metros y repetimos la operación, es decir, anudamos la segunda cuerda de atado a la estructura, izamos la red y atamos ésta a la cuerda de atado tensándola longitudinalmente.

Esta operación se repetirá por tramos de obra obteniendo una preinstalación global de las redes.

Para concluir con la instalación de las redes procederemos al atado y tensado definitivo completando los puntos de atado, no dejando entre la red y la estructura una separación superior a 25 cm.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ P. DE LA RIBERA, 10 50001 ZARAGOZA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D. GENE. 17/07/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Las redes deberán instalarse lo más próximas al nivel de trabajo, justo por debajo de las correas

Cuando se tenga que interrumpir el montaje a mitad de la estructura las redes se rematarán siempre al último elemento de la estructura junto con las barandillas perimetrales, no dejándolas nunca en cortina.

### DESMONTAJE:

Se procederá a cortar las cuerdas de atado mediante pértigas manejadas por un operario desde el suelo, prestar atención a la caída de posibles materiales que se encuentran en las redes.

En alturas donde sea posible el uso de pértigas y si la estructura es transitable cortaremos las cuerdas de atado desde la estructura mediante el uso de arnés y/o líneas de vida.

Si la altura nos impide el uso de pértigas y la estructura no es transitable las cuerdas de atado se cortarán mediante el uso de una plataforma elevadora.

Cuando las redes estén en el suelo se tomarán nota de los números de matrícula que figuran en la etiqueta de cada red. Se supervisará visualmente cada red para detectar posibles rotos generados en la obra, si esto fuera así, la red se descose del resto y se identifica para su posterior reparación. Se quitarán todos los cabos de las cuerdas de atado que hayan quedado atadas en la red, así como las que puedan quedar en la estructura.

Se recogerán todas las redes clasificándolas por medidas, no dejando nunca redes desmontadas en obra, recogiendo del suelo todos los restos de material.

### MEDIDAS PREVENTIVAS

El montaje de los sistemas de protección colectiva horizontal se realizará desde una plataforma elevadora autopropulsada. Si no es así sólo se instalarán las redes si previamente se ha instalado un cable de vida suficientemente resistente al que el operario pueda anclar su arnés de seguridad.

Una vez montados los sistemas de protección colectiva, se deberán mantener en buen estado de uso y conservación.

Una vez estén instaladas las redes horizontales, se comprobará que no existen desperdicios o materiales sobre éstas.

Supervisar el estado del tensor tipo tráctel antes de realizar la operación de tesado.

Comprobar que el cable de acero está en buenas condiciones de conservación antes de realizar la operación de tensado.

El tensado del cable se realizará cuando los extremos del mismo estén bien fijados a puntos resistentes.

Los extremos del cable de acero no estarán deshilachados.

Los puntos de atado y la fijación definitiva de los soportes se deberán realizar a medida que se montan las protecciones colectivas. Antes de finalizar la jornada de trabajo y al concluir el



montaje de las protecciones colectivas, se revisarán todos los puntos de amarre, tensado y anclajes.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Arnés de seguridad

Casco de seguridad

Guantes

Calzado de seguridad

Ropa de trabajo

### Ejecución de cubierta

## DEFINICIÓN

Para el montaje de los paneles prefabricados el contratista elaborará un plan de montaje para el edificio.

En todo momento los operarios estarán anclados a la línea de vida, cuando no se encuentren protegidos mediante protecciones colectivas (barandillas y redes horizontales).

En los edificios se instalarán barandillas perimetrales en la zona de acceso a cubierta.

Para transportar los paneles en la cubierta se realizarán por dos o más personas.

## MEDIOS EMPLEADOS

Plataformas elevadoras

Grúas autopropulsadas

Eslingas con pestillo de seguridad y bulones

Cuerdas guía para dirigir las cargas (medios auxiliares)

Herramientas manuales

Taladro y roscadora.

## RIESGOS

Caídas a distinto nivel.

Caídas de elementos.

Golpes contra objetos móviles.

Atrapamiento entre paneles y/o paneles y correas durante la ejecución de la cubierta.



Sobreesfuerzos

Heridas con objetos punzantes.

Cortes y golpes (en el manejo de herramientas manuales y piezas a instalar)

Pisadas sobre objetos.

Proyección de fragmentos y partículas.

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Antes de iniciar los trabajos se revisará diariamente la maquinaria, intentando detectar posibles puntos o elementos deteriorados o en mal estado.

Se repasará diariamente y antes del inicio de la actividad el estado de los medios auxiliares y herramientas de uso que se vayan a emplear, comprobando el correcto estado de uso.

Se dispondrán de barandillas perimetrales en la zona de cubierta donde acceden los operarios y donde la altura de los petos no llegue a 100 cm.

La plataforma ha de quedar como máximo a 20 cm del borde del acceso y los trabajadores antes de bajarse de la plataforma se anclarán a la línea de vida.

Se comprobará diariamente al término de la jornada que la cubierta este limpia y ordenada y en el caso de haberse depositado algún elemento en la red ésta ha de quedar limpia.

Se prohíbe la circulación de personas bajo cubierta. Sólo podrán otros operarios trabajar debajo de la cubierta cuando esté totalmente ejecutada.

Los materiales acopiados en la cubierta deberán estar correctamente flejados y embalados y si por si su uso quedará materiales sueltos deberán quedar acopiados de tal manera que por motivos climatológicos no se soltaran, derramaran o cayeran de cubierta. Los acopios de materiales se repartirán por la superficie de cubierta de forma que se eviten las sobrecargas puntuales.

El lugar previsto para el acopio de material en la cubierta, sobre un punto resistente (jácena o correa) y a 2 m, como mínimo, de huecos interiores y de la fachada.

En ningún caso se retirarán las protecciones colectivas para facilitar las tareas de descarga de materiales en la cubierta.

Se deberán colocar los materiales de trabajo de forma que se disponga de espacio suficiente y no se obstaculicen las vías de evacuación o vías de paso al puesto de trabajo.

Para el acopio de los materiales en la cubierta se utilizará una grúa autopropulsada, dicha grúa será manejado por una persona con capacitación adecuada para poder realizar dicha actividad, con curso de formación y carné de gruista y la grúa autopropulsada deberá contar con los permisos y revisiones necesarios (para dichos trabajos se subcontratará a una empresa especializada en realizar dichas labores).



Deberá existir un trabajador designado que coordine la actividad con el operario de la grúa autopropulsada, dicha persona deberá conocer y estar formado en la manipulación de cargas en obra, así como en la señalización de las maniobras al camionero.

Se paralizarán los trabajos sobre la cubierta cuando llueva, nieve, la temperatura sea menor que  $-5^{\circ}\text{C}$ , o cuando la velocidad del viento sea mayor de 60 Km/h.

Las redes de seguridad horizontales se instalarán en todos aquellos desniveles o aberturas que supongan un riesgo de caída de personas.

Antes de subir el material a la cubierta, deberán haberse instalado las protecciones colectivas: Redes de seguridad horizontales en toda la superficie y barandillas de protección en todo el perímetro donde no existan los petos de hormigón.

Para la ubicación de las cargas suspendidas con grúa en la cubierta, se utilizarán cabos para guiarlas y se realizará con un mínimo de dos personas.

Los paquetes se desharán a medida que se necesite el material, apilando los envoltorios y eliminándolos regularmente.

Se deberá controlar que los materiales existentes próximos al puesto de trabajo se encuentren almacenados de forma estable y equilibrada.

Se deberá mantener el material destinado a montaje en perfecto estado de conservación (no almacenar junto zonas de paso de vehículos, etc.).

No se debe andar de espaldas en la cubierta.

Se deberán fijar los paneles de cubierta a medida que se montan.

Antes de finalizar la jornada de trabajo, se deberá limpiar la zona de trabajo y recoger las herramientas.

En el momento de colocar los paneles, se debe evitar cogerlos por los lugares en que exista el riesgo de atraparse las manos.

Se deberá mantener distancia de seguridad respecto a la maquinaria de elevación y transporte de cargas (carretilla elevadora, grúa móvil, plataforma elevadora, etc.). Acotar el radio de influencia de la máquina en caso necesario.

La comunicación y circulaciones necesarias sobre la cubierta inclinada se resolverán mediante pasarelas.

Se procederá a la ejecución de la totalidad de la cubierta para retirar la línea de vida y empezar con el remate de coronación.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Casco de seguridad.

Chaleco reflectante



Botas de seguridad.

Guantes de cuero.

Botas de seguridad impermeables de media caña.

Traje de agua.

Arnés de seguridad.

Gafas anti-impacto si fuesen necesarias.

Protección auditiva.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Redes de seguridad horizontales

Barandilla perimetral

#### Desmontaje de la línea de vida

Ha de desmontarse la línea de vida una vez ejecutada la totalidad de la cubierta y si ya no se debe acceder, en ningún momento, a la cubierta. En la superficie de cubierta donde se ha eliminado la línea de vida se mantendrá las barandillas perimetrales y señalización de “riesgo de caída en altura”, si se hubieran instalado.

#### Retirada de las redes de seguridad

Para la retirada de la red de seguridad, los operarios trabajarán desde la plataforma elevadora.

#### Ejecución de remates

Los remates de coronación en el paramento superior de los pilares se realizarán desde el paramento interior. Si fuese necesario realizar alguna operación desde el exterior de las naves, se realizará desde plataformas elevadoras.

Antes de iniciar los trabajos se revisará diariamente la maquinaria y medios auxiliares, intentando detectar posibles puntos o elementos deteriorados o en mal estado

Se iniciarán los trabajos remate de coronación, una vez completada la cubierta. Si fuese necesario la ejecución de remates desde el exterior de las naves, éste trabajo se realizará desde plataforma elevadora.

En el momento que el trabajador abandone la plataforma y acceda a la cubierta para la ejecución de los remates deberán estar instaladas las barandillas perimetrales.

### 8.3.6 CERRAMIENTO EXTERIOR

El cerramiento está constituido por los elementos y características indicados en proyecto.



Se dispondrá de postes metálicos, malla y accesorios, así como puerta metálica abatible de dos hojas de 3,0x2,2 m. Por lo tanto, una vez realizada la cimentación necesaria, se procederá al montaje del vallado.

### **MEDIOS EMPLEADOS**

Retroexcavadora mixta

Camión de transporte

Camión-grúa.

Hormigonera

Herramientas manuales.

### **IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

Atrapamiento por máquinas y vehículos.

Caídas de personas a nivel.

Caídas de personas a distinto nivel.

Caídas de materiales o herramientas.

Aprisionamiento por deslizamientos y desprendimientos.

Contactos térmicos y eléctricos

Sobreesfuerzos

Proyección de fragmentos o partículas

Atropellos, golpes o choques contra o con vehículos.

Choques contra objetos

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

Se acotarán los accesos a la obra y se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

Se utilizarán riegos para evitar levantamiento de polvo por la circulación de los vehículos o máquinas de la obra.

En previsión de vuelcos por deslizamiento, se señalarán los bordes superiores de los taludes (cuerdas de banderolas, balizas, etc.), ubicadas a una distancia no inferior a 2 m del borde.

Todos los operadores de maquinaria y transportes estarán en posesión del permiso de conducir y el de capacitación, además de haber recibido la precisa formación e información obra los riesgos y medidas a adoptar.



Se realizará un mantenimiento correcto de la maquinaria (cumplimiento “manual de normas e instrucciones de uso, manejo y conservación” del fabricante).

Se prohibirá la permanencia de personal en el radio de acción de las máquinas.

Se mantendrá el orden y la limpieza en cada uno de los tajos, será de obligado cumplimiento estando las superficies de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros).

El acopio de los bloques, la malla y los postes se debe realizar de manera ordenada, para que el acceso al material sea cómodo, el material no debe colocarse en zonas inclinadas que pueda provocar el deslizamiento del mismo.

El acopio se realizará en zona cercana, los materiales se acopiarán por medio de un camión grúa, el montaje del cerramiento será a mano, para lo cual lo moverán dos trabajadores.

Se prohibirá trabajar por debajo de cargas suspendidas, y la recepción de las mismas se efectuará cuando la pieza esté apoyada en su punto definitivo de acopio.

Los acopios de tierra nunca se ubicarán invadiendo caminos o viales, pero en caso de ser esto inevitable, serán correctamente señalizados, realizándose apeos cuando sea necesario. Tampoco se situarán junto a dispositivos de drenaje que puedan obstruirlos.

En los casos que sean necesarios se colocarán plataformas de trabajo a ambos lados del muro.

La maquinaria y equipos de trabajo que por su movilidad o por la de las cargas que desplacen puedan suponer un riesgo, en las condiciones de uso previstas, para la seguridad de los trabajadores situados en sus proximidades, deberán ir provistos de una señalización acústica de advertencia.

## **PROTECCIONES COLECTIVAS**

Topes de desplazamiento de vehículos.

Máquinas equipadas con extintores de polvo polivalente en cabina o lugar seguro y accesible.

## **PROTECCIONES INDIVIDUALES**

Casco de seguridad.

Botas de seguridad.

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

Gafas de seguridad antiproyecciones.

Chalecos reflectantes.

Mascarillas contra el polvo.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>INGENIERO AROYO 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

### 8.3.7 TRABAJOS EXTERIORES, DRENAJE Y ALUMBRADO.

Se realizará la correspondiente red de drenaje, el trazado de la red de drenaje seguirá, en general, los canales de cables.

El drenaje del parque se realiza mediante una red de zanjas y tubos drenantes con la pendiente necesaria para evacuar las aguas.

#### 8.3.7.1 Ejecución de cunetas o canal de recogida de aguas

Se analiza, para el caso necesario, la ejecución de cunetas con el fin de recoger la escorrentía procedente de la plataforma y conducirla a la siguiente vaguada o al pozo de registro más próximo

En los puntos bajos y en los puntos de conexión con la red de pluviales existente en cada edificio, se deberán disponer de cauces transversales con rejilla para conducir el agua a una bajante en el caso de terraplén o a una arqueta en el caso de desmonte.

#### MEDIOS EMPLEADOS

Camión grúa.

Camiones.

Retroexcavadora.

Pala cargadora.

Herramientas manuales.

#### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caídas de operarios al mismo nivel.

Caídas de operarios a distinto nivel.

Caída de vehículos y maquinaria al fondo de la excavación.

Caída de cargas durante el transporte con grúa.

Golpes por objetos o herramientas.

Caídas de objetos sobre operarios.

Choques o golpes contra objetos.

Atrapamientos y aplastamientos por materiales en manipulación.

Sobreesfuerzos.



## MEDIDAS PREVENTIVAS

Las dimensiones transversales y profundidad de la zanja a excavar se fijarán en cada caso, en función del personal y la maquinaria que intervenga en la excavación.

Se instalarán sistemas de iluminación a base de balizas, hitos reflectantes, etc., cuando el caso lo requiera.

Antes de permitir el acceso al fondo de las zanjas, se saneará el talud y borde de la misma.

Las zanjas se mantendrán en todo momento debidamente protegidas con barandillas rígidas, de forma que se impida el acercamiento innecesario de personas y vehículos. Así mismo se señalarán con cordón de balizamiento, en el resto de su longitud.

El acceso al fondo de la excavación se realizará por medio de escaleras de mano, dotadas de elementos antideslizantes, amarradas superiormente y de longitud adecuada (sobrepasará en 1 m el borde de la zanja).

El personal que deba trabajar en el interior de zanjas conocerá los riesgos a los que puede estar sometido.

Si las características del terreno o la profundidad de la zanja, lo exigieran, se procederá a su entibación, para prevenir desprendimientos del terreno.

El acopio de tuberías se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto.

Se seguirá todo lo indicado en los apartados “Ejecución de zanjas” y “Ejecución de zanjas con entibación” de este Estudio de Seguridad.

Para el transporte de los tubos, se usarán los útiles adecuados, comprobando previamente su correcto estado.

Se prohíbe la permanencia de personas bajo el radio de acción de la carga.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Casco de seguridad.

Botas o calzado de seguridad.

Botas de seguridad impermeables.

Ropa impermeable.

Guantes protectores.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandillas en borde de zanjas y pozos.

Calzos para acopio de tuberías.



Entibaciones cuando el terreno y tipo de excavación lo requiera.

### 8.3.7.2 Ejecución de pozos de registro

En este apartado están incluidas las unidades correspondientes a la colocación de nuevas conducciones de saneamiento (o bien realización de reposiciones) y a la ejecución de los pozos de registro correspondientes.

#### MEDIOS EMPLEADOS

Grúas

Camiones grúa

Retroexcavadora

Pala cargadora

Herramientas manuales

#### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Atrapamiento por o entre objetos.

Caídas al mismo nivel

Caídas a distinto nivel

Caída de objetos y materiales sobre los trabajadores

Ruido

Sobreesfuerzos

#### MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Siempre que exista peligro de derrumbamiento se procederá a entibar y en cualquier caso en zanjas de profundidad superior a 1.30 metros.

Los tubos para las conducciones se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible sobre durmientes de madera, en un receptáculo delimitado por varios pies derechos que impidan que los conductos se deslicen o rueden.

Se prohíbe la permanencia en solitario en el interior de pozos o galerías.

Los pozos y galerías tendrán iluminación suficiente para poder caminar por el interior.

Siempre que sea posible se enterrarán las mangueras eléctricas, y, a modo de señalización y protección, se cubrirán en zonas de paso con tablonos u otra protección resistente.

Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0,50 m de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.



Las dimensiones transversales y profundidad de la zanja a excavar se fijarán en cada caso, en función del personal y la maquinaria que intervenga en la excavación.

Una vez descubierta la tubería, caso en que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud, se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.

Se instalarán sistemas de iluminación a base de balizas, hitos reflectantes, etc., cuando el caso lo requiera.

En caso de que se presentasen dudas sobre la existencia o situación de canalizaciones enterradas de terceros, se consultará al titular de la canalización acerca de la ubicación de la misma y si fuera necesario se requerirá la presencia de un técnico designado por el titular para que presencie los trabajos de excavación.

No se almacenará ningún tipo de material sobre la conducción.

Queda prohibido utilizar las tuberías, válvulas, etc., como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.

Las tierras extraídas se acopiarán a una distancia del borde de la zanja igual a la profundidad de la misma. Así mismo, antes de permitir el acceso al fondo de éstas, se saneará el talud y borde de la misma.

Las zanjas se mantendrán en todo momento debidamente protegidas con barandillas rígidas, de forma que se impida el acercamiento innecesario de personas y vehículos. Así mismo se señalizarán con cordón de balizamiento, en el resto de su longitud.

El acceso al fondo de la excavación se realizará por medio de escaleras de mano, dotadas de elementos antideslizantes, amarradas superiormente y de longitud adecuada (sobrepasará en 1 m el borde de la zanja).

El personal que deba trabajar en el interior de zanjas conocerá los riesgos a los que puede estar sometido.

Las zonas de trabajos se mantendrán siempre limpias y ordenadas.

Si las características del terreno o la profundidad de la zanja, lo exigieran, se procederá a su entibación, para prevenir desprendimientos del terreno.

El acopio de tuberías se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto.

Toda maniobra de transporte se realizará bajo la vigilancia y dirección de personal especializado y conocedor de los riesgos que estas operaciones conllevan.

En caso de rotura o fuga en la canalización, se comunicará inmediatamente con la Compañía Instaladora y se paralizarán los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

En caso de descubrirse un ingenio susceptible de explotar en la zona de obra, los trabajos deben ser inmediatamente interrumpidos y alejado del lugar el personal de la obra y ajeno a la misma



que por su proximidad pudiera ser afectado. Si contáramos con edificios colindantes, se avisará a los propietarios como medida de precaución del posible riesgo. Inmediatamente se comunicará a las autoridades competentes para que procedan a desactivar o retirar dicho ingenio.

En caso de accidente, y para la evacuación del personal, se dispondrá de elementos de emergencia, tales como: cinturón con puntos de amarre para poder atar a ellos una cuerda o soga, de forma que, en cualquier momento, tirando de ella desde el exterior, puedan sacar al trabajador del interior, una manguera de ventilación, etc.

Durante la realización de arquetas de registro se seguirán las normas de buena ejecución de trabajos de albañilería, empleando para ello, si se hicieran necesarios, andamios y plataformas correctamente construidos.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Casco de seguridad.

Botas o calzado de seguridad.

Botas de seguridad impermeables.

Ropa impermeable.

Guantes de seguridad.

Arnés de seguridad homologado.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandillas en borde de zanjas y pozos.

Calzos para acopio de tuberías.

Pasarelas de paso sobre zanjas.

Entibaciones cuando el terreno y tipo de excavación lo requiera.

### 8.3.7.3 Alumbrado exterior

Se realizarán las canalizaciones necesarias para meter el cableado eléctrico y zapatas para la posterior colocación del poste o báculo de alumbrado de las zonas exteriores de cada edificio.

Para la colocación de la canalización se seguirá el mismo procedimiento de ejecución de canalizaciones descrito en apartados anteriores. Respecto a la colocación de báculos, el montaje se realizará con grúa móvil autopropulsada, guiando la carga con cuerdas de forma que nadie esté dentro de la zona de batido de cargas. Únicamente cuando la placa esté a ras del suelo y estabilizada, los trabajadores se acercarán y mediante herramientas manuales procederán a atornillar el báculo a la cimentación. Solo entonces la grúa podrá soltar la carga.

El eslingado se realizará de tal forma que no precise un deseslingado en altura, sino que la esliga resbale por el báculo una vez terminada la operación y se suelte a ras del suelo.



## MEDIOS EMPLEADOS

Grúa autopropulsada.

Camiones grúa.

Retroexcavadora.

Hormigonera

Herramientas manuales.

## RIESGOS

Caídas de operarios al mismo nivel.

Caídas de operarios a distinto nivel.

Caída de cargas durante el transporte con grúa.

Golpes por objetos o herramientas.

Caídas de objetos sobre operarios.

Choques o golpes contra objetos.

Atrapamientos

Sobreesfuerzos.

Contactos eléctricos directos e indirectos.

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Para todas las actividades de ejecución de canalizaciones y ejecución de pequeñas zapatas será válido lo indicado en las actividades de canalizaciones y trabajos con hormigón.

Se procurará no tener cables descubiertos que puedan sufrir alteraciones al paso de maquinaria o vehículo, así como posibles contactos accidentales por parte del personal de obra o ajeno a la misma.

A medida que los trabajos siguen su curso se velará por que se mantengan en perfectas condiciones de colocación la señalización anteriormente mencionada.

El procedimiento de trabajo desde que se inicie la acometida a la red eléctrica existente, se efectuará de conformidad con la compañía propietaria de la red.

El responsable de los trabajos, no permitirá el inicio de éstos mientras no compruebe que el procedimiento de trabajo tiene el Visto Bueno de la compañía propietaria de la red y que el personal utilice las protecciones personales obligatorias.

Siempre que sea posible se enterrarán las mangueras eléctricas, y, a modo de señalización y protección, se cubrirán en zonas de paso con tablonos u otra protección resistente.



Las zonas de trabajos de mantendrán siempre limpias y ordenadas.

Toda maniobra de transporte se realizará bajo la vigilancia y dirección de personal especializado y conector de los riesgos que estas operaciones conllevan.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES

Casco de seguridad.

Botas o calzado de seguridad.

Botas de seguridad impermeables.

Guantes dieléctricos para realizar la conexión con la red existente.

Guantes de cuero.

### 8.3.8 ESTRUCTURA METÁLICA

Estos trabajos consisten en el montaje de las bancadas que soportarán la aparamenta eléctrica, tanto en el parque como en edificio técnico. Se incluye, también, ejecución de bancada para el transformador de potencia incluyendo carriles, tramex, arquetas y terminación.

La manipulación de los perfiles se realizará preferiblemente por procedimientos mecánicos (camión grúa) y es preferible que ya venga cortada de taller. La unión de las piezas se realizará mediante soldadura acorde al procedimiento de calidad de la ejecución.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caída personas a distinto nivel

Caída personas al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación

Golpes con objetos o herramientas

Proyección fragmentos o partículas

Explosiones por sobrecalentamiento de las botellas

Explosiones por retroceso de la llama

Intoxicación por fugas en las botellas

Incendios

Quemaduras

Atrapamiento por o entre objetos



Sobreesfuerzos

Exposición a radiaciones

Atropellos /golpes por vehículos automóviles

Uso de equipos de trabajo

Cortes

## **MEDIOS A EMPLEAR**

Maquinaria

Camión grúa.

Medios auxiliares

Equipos de soldadura

Escalera de mano.

Herramientas eléctricas portátiles.

Herramientas manuales.

Materiales

Material para izado de cargas.

## **PROTECCIONES COLECTIVAS**

Barandilla autoportante modular.

Cinta normalizada de señalización de riesgos.

Información de los riesgos mediante señalizaciones de advertencia.

## **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Anorak o chaleco de alta visibilidad.

Botas de seguridad.

Casco de seguridad con barbuquejo.

Cinturón de seguridad anti-caídas (arnés).

Gautes de protección contra riesgos mecánicos.

Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas protectoras.



Pantalla, guantes, mandil y polainas de soldador.

## MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

Se taparán o vallarán las distintas zanjas o pequeñas arquetas, evitando así el riesgo de caída a distinto nivel.

Las grúas o camiones grúa deberán ser utilizadas únicamente por personal con formación adecuada, capacitado y autorizado por la empresa propietaria. Los conductores y ocupantes de los vehículos harán uso del cinturón de seguridad en todo momento.

Se deberán coordinar estos trabajos para evitar la interferencia con otros trabajos y trabajadores tanto dentro del radio de acción de la grúa, como dentro del radio de acción de la carga. Por lo tanto, se deberán acotar, señalizar y, en su caso, colocar protecciones colectivas en dichas zonas, antes de la descarga de materiales, debiendo además poner en conocimiento de dicha circunstancia a todos los posibles trabajadores afectados. En el caso de la descarga de materiales, cuando el operador del equipo de elevación no tenga visibilidad o control sobre la zona de descarga, y por analogía a las prescripciones definidas en el R.D. 837/2003, deberá estar auxiliado por un señalista que dirija las operaciones.

Para la descarga de materiales mediante grúas, se extenderán los brazos estabilizadores posicionados sobre terreno estable, atendiendo a las instrucciones del fabricante y a los límites de carga máxima.

Los acopios de material se realizarán lo más próximo a la zona de trabajo en zonas de fácil acceso para su manejo.

La manipulación manual de materiales, herramientas u objetos ha de ser racional, no realizando esfuerzos superiores a la capacidad física del trabajador, manipulando los elementos entre dos o más empleados y realizando preferentemente una manipulación mecánica de cargas.

Se tendrá especial cuidado en la coordinación de movimientos, al objeto de evitar atrapamientos. El levantamiento de cargas se realizará flexionando las rodillas, y manteniendo la espalda recta, sin doblar la cintura. Se levantará la carga despacio, manteniendo la espalda recta, enderezando las piernas. Se debe agarrar la carga con firmeza y colocar las manos evitando el atrapamiento de la descarga.

Se utilizarán guantes de trabajo para el manejo de cargas con aristas vivas. Se debe inspeccionar la carga, antes de cogerla, para descubrir si tuviesen astillas, nudos, bordes afilados, etc.

Se deben limpiar los objetos grasientos, mojados o resbaladizos antes de ser manipulados.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ San Juan, 10 - 50001 - ZARAGOZA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL/PROY.24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

La descarga se transportará de forma que limite lo menos posible el campo de visión mientras se realicen desplazamientos.

En el movimiento de elementos acopiados y transportados, debe ponerse especial énfasis en garantizar la estabilidad de los elementos en su izado y desplazamiento. Para ello se usarán ganchos con pestillo y número de eslingas adecuado a la carga. Las bases de apoyo serán estables y niveladas.

Se cumplirán las medidas dispuestas en el apartado correspondiente a los equipos de soldadura dentro del apartado de maquinaria del presente estudio.

### 8.3.9 RETIRADA Y MONTAJE DE PÓRTICOS Y SEMIPÓRTICOS

Para el montaje de los pórticos, además de cumplirse las cuestiones generales planteadas al inicio del presente documento (todas las cuestiones relacionadas con la interferencia con líneas eléctricas, la coordinación de actividades empresariales, la prohibición de presencia de los trabajadores en el radio de acción de la maquinaria, el cumplimiento de las medidas previstas en este Estudio de Seguridad en materia de manipulación manual e izado de cargas, etc.), la empresa contratista analizará y desarrollará en su Plan de Seguridad las siguientes cuestiones, relacionadas con su procedimiento de montaje:

- En primer lugar, se estudiará la viabilidad de que el montaje de los pórticos (postes y dinteles) se realice a cota de terreno. De esta forma se tendrán en consideración los principios de acción preventiva previstos en el Art. 15 de la Ley 31/1995, evitándose la posible exposición de los trabajadores a un riesgo de caída en altura y de cargas suspendidas durante el montaje sucesivo de sus distintos componentes. En todo caso, la aplicación de este procedimiento de trabajo se supeditará siempre al hecho de que se garantice la total estabilidad de la carga (del conjunto de componentes) suspendida durante el proceso de izado.
- Si técnicamente resultara viable, la empresa contratista analizará en su Plan de Seguridad la posibilidad de que el eslingado y deslingado de los pórticos (postes y dintel) se desarrolle de acuerdo a lo indicado para los postes. Bajo estas circunstancias, se tendrían en consideración nuevamente los principios de acción preventiva, evitándose la exposición de los trabajadores a un riesgo de caída en altura durante el deslingado de las estructuras. Además, previamente al izado el personal responsable de las labores de estrobaje comprobará que la unión entre el dintel y los postes se ha realizado de manera correcta, con el objeto de garantizar la total estabilidad y resistencia del conjunto y sus componentes durante todo el proceso de montaje.
- En el supuesto de que lo previsto en los puntos anteriores no resultará técnicamente posible, la empresa contratista argumentará dicha situación en su Plan de Seguridad, y planteará un procedimiento de trabajo alternativo, que en todo caso partirá de las siguientes premisas:

En caso de que los trabajos se realicen sobre plataforma, el deslingado de los dinteles de los pórticos se realizaría desde una plataforma elevadora de personal (que se empleará de acuerdo a las prescripciones de su fabricante y conforme a lo previsto en este documento) prohibiéndose que durante el deslingado los trabajadores abandonen el recinto protegido que delimita su barandilla reglamentaria. Se prohibirá terminantemente el deslingado de los dinteles hasta que no se haya completado su unión a los postes. Además, las labores de conexionado entre los postes

y dinteles se realizarán desde la plataforma elevadora, conforme a las condiciones establecidas para su empleo.

Finalmente debe indicarse que, si bien al inicio se planteaba como prioritario el hecho de que los postes se instalen completos, junto con todos sus componentes, pueden darse situaciones que requieran el acceso puntual de los trabajadores a zonas en altura para realizar comprobaciones, ultimar montajes de herrajes y otros elementos, etc. Teniendo en cuenta estas circunstancias, la empresa contratista integrará en su Plan de Seguridad un adecuado análisis de las mismas, y muy especialmente en lo relacionado con el riesgo de caída en altura, siempre partiendo de este criterio:

- Se priorizará la posibilidad de que en estas situaciones las actividades se realicen desde una plataforma elevadora de personal (operando sobre plataforma.)
- En función de los casos, la empresa contratista justificará el posible empleo de protecciones individuales, bien a base de líneas de vida verticales a las que los operarios anclen su arnés de seguridad provisto de un dispositivo de freno, bien haciendo uso de un arnés de seguridad de doble cabo que permita que los trabajadores se encuentren permanentemente anclados a puntos estables y resistentes de la estructura. Lo establecido en este párrafo resultará válido exclusivamente para postes, prohibiéndose su aplicación en los dinteles de los pórticos.

De forma general, durante el transcurso de los trabajos de montaje de pórticos se prohibirá terminantemente la exposición de los operarios a un riesgo de caída en altura, para lo cual se aplicarán en todo momento los procedimientos, técnicas y medidas preventivas y de protección que se plantean en este Estudio de Seguridad y Salud, o bien los que pudiera proponer la empresa contratista a través de su Plan de Seguridad en desarrollo a los mismos.

## MEDIOS EMPLEADOS

Grúa autopropulsada.

Plataforma elevadora.

Oxicorte

Herramientas manuales.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caídas de personas al mismo nivel

Caídas de personas a distinto nivel

Golpes por objetos o herramientas

Cortes por el manejo de objetos y herramientas

Caídas de objetos en manipulación

Pisadas sobre objetos



Sobreesfuerzos

Proyección de partículas

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Ante estos trabajos, el plan de seguridad y salud laboral de la obra desarrollará, al menos, los siguientes aspectos:

Orden y método de realización del trabajo: maquinaria y equipos a utilizar.

Establecimiento de las zonas de estacionamiento, espera, maniobra y acopios.

Métodos de retirada periódica de materiales y escombros de la zona de trabajo.

Está prohibido posicionarse sobre los pilares y vigas metálicas. Todos los trabajos se ejecutarán desde plataformas elevadoras.

Cuando se montan las piezas, cada pieza debe quedar bien asegurada antes de soltar el cable de izado; los perfiles "presentados" quedarán fijados e inmovilizados mediante husillos de inmovilización, codales, eslingas, etc. hasta concluido el "punteo de soldadura" para evitar situaciones inestables.

Las vigas se moverán colgadas por dos puntos, con grilletes o ganchos en los extremos de las eslingas, de forma que vayan horizontales durante toda la maniobra.

Cuando se prevea "lluvia de chispas" de soldadura, debe señalizarse y delimitarse de forma bien visible para evitar el paso de otros trabajadores bajo esas zonas; si es posible se colocarán pantallas que impidan la caída de estas chispas.

Al realizar el trabajo de desmontaje y oxicorte desde las plataformas elevadoras, se estará amarrado con arnés de seguridad; si existieran itinerarios peligrosos se colocará un cable para el enganche del arnés de seguridad; hay que tener en cuenta que muchos accidentes ocurren por pérdidas de equilibrio y caídas durante los desplazamientos. El plan de seguridad y salud definirá el punto de anclaje del arnés de seguridad.

Independientemente de lo descrito anteriormente, en el plan de seguridad y salud de la obra, se indicará la persona o personas responsables de las operaciones de montaje de la estructura metálica, cerramiento y cubierta, se describirán y analizarán los procesos a realizar, sus posibles interferencias con otros trabajos, así como las características de los equipos, materiales y personal necesarios, los riesgos y sus medidas preventivas.

## PROTECCIONES INDIVIDUALES:

Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.

Casco de seguridad

Botas de seguridad

Ropa de trabajo de alta visibilidad



Faja antilumbar

Arnés de seguridad

### 8.3.10 TRABAJOS EN ALTURA

El RD 1627 de 1997 indica que para proteger el riesgo de caída en altura 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 protección colectiva, barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.

La altura de 2 metros 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**.

#### RIESGOS

Caídas de personas a distinto nivel.

Caída de objetos en manipulación.

Golpes y cortes por objetos y herramientas.

Caída de objetos por desplome o derrumbe.

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

Los trabajadores que vayan a realizar trabajos en altura deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar dichas tareas.

Todos los trabajadores deben disponer, previo al inicio de los trabajos, la formación adecuada para realizar trabajos en altura y conocer los procedimientos específicos de seguridad para la realización de los trabajos.

Se emplearán siempre que sea posible, los medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.). Adecuados para cada tipo de trabajo teniendo siempre en cuenta las respectivas medidas preventivas de cada medio auxiliar.

Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si no fuese posible, deberán disponerse medios de acceso seguros y utilizar sistemas de protección anticaídas (tipo arnés) fijado a un punto sólido de la estructura.

El acceso a las plataformas se efectuará por lugares adecuados, nunca usando medios alternativos. Serán accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.

Si la zona donde se ha de realizar el trabajo se encuentra sin proteger, no acceda a ella y realice sólo trabajos en zonas seguras.



Se revisará de forma periódica y previamente a su uso, la estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los elementos de protección. También se realizarán revisiones cada vez que las condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

Cuando el peligro de caída en altura sea inferior a 2 m, se señalarán mediante cintas de balizamiento todo su contorno.

Si por causa de su actividad necesita retirar alguna protección colectiva, repóngala

Las barandillas serán resistentes de una altura mínima de 90 cm, con rodapié a 15 cm y listón intermedio que impida el paso o deslizamiento de los trabajadores.

Cuando se trabaje en altura sobre andamios u otros elementos auxiliares, balizar la zona o instalar señales que adviertan del peligro de caída de objetos. Posteriormente, comprobar que no se encuentran otros trabajadores realizando labores en la misma vertical. Verificar que las barandillas dispongan de un rodapié de 15 cm. De altura como mínimo.

Nunca se arrojarán objetos o herramientas: se pasarán de mano a mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines. Utilizar cinturón portaherramientas que impidan la caída fortuita de las mismas y permitan el uso de las dos manos en los desplazamientos.

No circular bajo zonas de trabajo en altura. Respetar las zonas de paso acotadas por la realización de trabajos a nivel superior.

Mantener limpias y ordenadas las plataformas de trabajo, evitando sobrecargarlas en exceso.

Queda terminantemente prohibido la construcción y uso de plataformas de trabajo de construcción improvisada.

En este apartado se habrán de tener en cuenta las medidas preventivas correspondientes a los medios auxiliares que sean de aplicación.

Será obligatorio la presencia de recursos preventivos para la ejecución de estos trabajos.

#### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:**

Casco de seguridad (preferiblemente con barbuquejo).

Guantes de protección mecánica.

Botas de seguridad con puntera resistente a impactos y suela antideslizante.

Cinturón o bolsa portaherramientas.

Arnés de seguridad.

Ropa de protección adecuada a la climatología.

Ropa protectora de alta visibilidad (chaleco reflectante).



## PROTECCIONES COLECTIVAS

El riesgo de caídas a distinto nivel (trabajos en altura) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24 de octubre de 1.997 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.5 y 6.2 del mencionado real decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

Se implantarán las siguientes medidas colectivas preventivas para cualquier trabajo en que se tenga una altura de caída mayor a dos metros:

Aquellas zonas donde los lugares de trabajo puedan presentar riesgo de caída deberán estar claramente señalizadas y, en la medida de lo posible, se dispondrá de un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a ellas.

Las aberturas o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas se protegerán mediante barandillas u otros sistemas equivalentes.

Las plataformas de trabajo que se instalen para realizar trabajos en altura deben ser autoportantes y su estabilidad no debe encontrarse comprometida por la de otros elementos susceptibles de sufrir un fallo durante el trabajo. Además, deben estar protegidas por barandilla completa en todo su perímetro y no se pueden considerar como bases sólidas para nuevos elementos auxiliares.

## 8.4 INSTALACIONES DE SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Las instalaciones objeto de este proyecto se pueden dividir en las siguientes fases:

### 8.4.1 MONTAJE DE APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN EN EL EXTERIOR.

## DESCRIPCIÓN

Esta actividad consiste en el transporte de los equipos, izado y colocación en bancada correspondiente a cada equipo y fijación y montaje de la aparamenta. Para fijación de la aparamenta en cada salida de los transformadores, se preverán soportes metálicos donde se instalarán los aisladores de apoyo y autoválvulas de protección del transformador de potencia por el lado de media tensión. Una vez terminado el montaje de los transformadores se realizará el tendido del embarrado de aluminio, para posteriormente colocar los pendolones y las cadenas de aisladores.

La actividad del montaje de los dos transformadores se realizará con un equipo de cinco operarios y un jefe de equipo, con sus equipos de herramientas correspondientes y una grúa móvil autopropulsada de pequeño tonelaje para el montaje de los accesorios.

## IDENTIFICACION DE RIESGOS

Caída personas a distinto nivel

Caída personas al mismo nivel



Caída de objetos en manipulación

Pisadas sobre objetos

Golpes con objetos o herramientas

Proyección fragmentos o partículas

Atrapamiento por o entre objetos

Sobreesfuerzos

Exposición a temperaturas ambiente extremas

Uso de equipos de trabajo

Cortes

### **MEDIOS A EMPLEAR**

Grúa móvil autopropulsada

Equipo para mecanizado de pletinas y tubos.

Escalera manual.

Herramienta eléctrica portátil.

Herramientas manuales.

Portabobinas.

Materiales

Conductores.

Embarrados.

Material para izado de cargas.

Terminales y materiales de conexión.

### **MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN**

Todos los huecos, zanjas y arquetas quedarán tapados o correctamente vallados.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



Se instalará una línea de señalización delimitando la línea de los trabajos para evitar la permanencia de trabajadores a los que no se haya informado de los riesgos a los que se enfrentan.

Las grúas o camiones grúa deberán ser utilizadas únicamente por personal con formación adecuada, capacitado y autorizado por la empresa propietaria. Los conductores y ocupantes de los vehículos harán uso del cinturón de seguridad en todo momento.

Se deberán coordinar estos trabajos para evitar la interferencia con otros trabajos y trabajadores tanto dentro del radio de acción de la grúa, como dentro del radio de acción de la carga. Por lo tanto, se deberán acotar, señalizar y, en su caso, colocar protecciones colectivas en dichas zonas, antes de la descarga de materiales, debiendo además poner en conocimiento de dicha circunstancia a todos los posibles trabajadores afectados. En el caso de la descarga de materiales, cuando el operador del equipo de elevación no tenga visibilidad o control sobre la zona de descarga, y por analogía a las prescripciones definidas en el R.D. 837/2003, deberá estar auxiliado por un señalista que dirija las operaciones.

Para la descarga de materiales mediante grúas, se extenderán los brazos estabilizadores posicionados sobre terreno estable, atendiendo a las instrucciones del fabricante y a los límites de carga máxima.

Los acopios de material se realizarán lo más próximos a la zona de trabajo en zonas de fácil acceso para su manejo.

Queda prohibida la permanencia de trabajadores en la zona de acción de la grúa.

La bancada habrá sido dimensionada de acuerdo con la carga a soportar.

Previo al montaje de la aparamenta sobre la bancada se comprobará que el equipo está correctamente posicionado e inmóvil.

La manipulación manual de materiales, herramientas u objetos ha de ser racional, no realizando esfuerzos superiores a la capacidad física del trabajador, manipulando los elementos entre dos o más empleados y realizando preferentemente una manipulación mecánica de cargas.

Se tendrá especial cuidado en la coordinación de movimientos, al objeto de evitar atrapamientos. El levantamiento de cargas se realizará flexionando las rodillas, y manteniendo la espalda recta, sin doblar la cintura. Se levantará la carga despacio, manteniendo la espalda recta, enderezando las piernas. Se debe agarrar la carga con firmeza y colocar las manos evitando el atrapamiento de la descarga.

Se utilizarán guantes de trabajo para el manejo de cargas con aristas vivas. Se debe inspeccionar la carga, antes de cogerla, para descubrir si tuviesen astillas, nudos, bordes afilados, etc.

Se deben limpiar los objetos grasientos, mojados o resbaladizos antes de ser manipulados.

La descarga se transportará de forma que limite lo menos posible el campo de visión mientras se realicen desplazamientos.

En el movimiento de elementos acopiados y transportados, debe ponerse especial énfasis en garantizar la estabilidad de los elementos en su izado y desplazamiento. Para ello se usarán



ganchos con pestillo y número de eslingas adecuado a la carga. Las bases de apoyo serán estables y niveladas.

Todas las conexiones se realizarán sin tensión. Previo al comienzo del conexionado se verificará el corte de tensión.

### PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Anorak de alta visibilidad.

Botas de seguridad.

Casco de seguridad dotado con barbuquejo.

Cinturón de seguridad anti-caídas (arnés).

Faja elástica.

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas protectoras.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Cinta normalizada de señalización de riesgos.

Información de los riesgos mediante señalizaciones de advertencia.

#### 8.4.2 MONTAJE Y CONEXIONADO DE EMBARRADO O CONDUCTORES PARA EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN EN INTERIOR

Una vez terminado el montaje de los transformadores se realizará el tendido del embarrado

de aluminio, el mecanizado de los embarrados de subestación y centros de transformación, su montaje en posición definitiva, el tendido de cableado y conductores de conexión de embarrado y de salida del mismo hacia apartamenta, para posteriormente colocar los pendolones y las cadenas de aisladores.

La actividad la ejecuta un equipo de cinco operarios y un jefe de equipo, con sus equipos de herramientas correspondientes y una grúa autopropulsada.

### IDENTIFICACION DE RIESGOS

Caída personas a distinto nivel

Caída personas al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación



Pisadas sobre objetos

Golpes con objetos o herramientas

Proyección fragmentos o partículas

Atrapamiento por o entre objetos

Sobreesfuerzos

Exposición a temperaturas ambiente extremas

Uso de equipos de trabajo

Cortes.

### **MEDIOS A EMPLEAR**

Equipo para mecanizado de pletinas y tubos.

Grúa móvil autopropulsada

Escalera manual.

Herramienta eléctrica portátil.

Herramientas manuales.

Porta bobinas.

Materiales

Conductores.

Embarrados.

Material para izado de cargas.

Terminales y materiales de conexión.

### **MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN**

Previo al comienzo de los trabajos se comprobará el replanteo del recorrido del embarrado y del tendido de cableado y conductores.

Todos los huecos destinados a la posición de las celdas y armarios quedarán vallados e identificados.

Será necesario verificar la correcta iluminación de los tajos, empleando focos auxiliares cuando la iluminación no sea suficiente.

El manejo de las bobinas de cable se realizará empleando los medios auxiliares necesarios en función del peso total de la bobina.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impresión</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A</p> <p>DIRECCIÓN DE PROYECTOS 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

Para el tendido de cableado se emplearán gatos dimensionados según el peso de la bobina.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

Se instalará una línea de señalización delimitando la línea de los trabajos para evitar la permanencia de trabajadores a los que no se haya informado de los riesgos a los que se enfrentan.

Las grúas o camiones grúa deberán ser utilizadas únicamente por personal con formación adecuada, capacitado y autorizado por la empresa propietaria. Los conductores y ocupantes de los vehículos harán uso del cinturón de seguridad en todo momento.

Se deberán coordinar estos trabajos para evitar la interferencia con otros trabajos y trabajadores tanto dentro del radio de acción de la grúa, como dentro del radio de acción de la carga. Por lo tanto, se deberán acotar, señalizar y, en su caso, colocar protecciones colectivas en dichas zonas, antes de la descarga de materiales, debiendo además poner en conocimiento de dicha circunstancia a todos los posibles trabajadores afectados. En el caso de la descarga de materiales, cuando el operador del equipo de elevación no tenga visibilidad o control sobre la zona de descarga, y por analogía a las prescripciones definidas en el R.D. 837/2003, deberá estar auxiliado por un señalista que dirija las operaciones.

Para la descarga de materiales mediante grúas, se extenderán los brazos estabilizadores posicionados sobre terreno estable, atendiendo a las instrucciones del fabricante y a los límites de carga máxima.

Los acopios de material se realizarán lo más próximos a la zona de trabajo en zonas de fácil acceso para su manejo.

Queda prohibida la permanencia de trabajadores en la zona de acción de la grúa.

La bancada habrá sido dimensionada de acuerdo con la carga a soportar.

Previo al montaje de la aparamenta sobre la bancada se comprobará que el equipo está correctamente posicionado e inmóvil.

En el movimiento de elementos acopiados y transportados, debe ponerse especial énfasis en garantizar la estabilidad de los elementos en su izado y desplazamiento. Para ello se usarán ganchos con pestillo y número de eslingas adecuado a la carga. Las bases de apoyo serán estables y niveladas.

Todas las conexiones se realizarán sin tensión. Previo al comienzo del conexionado se verificará el corte de tensión.

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Anorak de alta visibilidad.



Botas de seguridad.

Casco de seguridad dotado con barbuquejo.

Cinturón de seguridad anti-caídas (arnés).

Faja elástica.

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas protectoras.

### **PROTECCIONES COLECTIVAS**

Cinta normalizada de señalización de riesgos.

Información de los riesgos mediante señalizaciones de advertencia.

#### **8.4.3 TENDIDO DE CONDUCTORES DE MANDO Y CONTROL EN INTERIOR.**

Se incluyen en esta fase la preparación de los tubos de protección de conductores y el tendido de los mismos dentro de edificios técnicos. La red en el interior del edificio está formada también por cable de cobre que se tiende por el interior de las canaletas. Los equipos de tendido de cables estarán formados por cuatro operarios (dos oficiales y dos ayudantes), con las herramientas y equipos apropiados para la fijación de bobinas de cables y tendido de los mismos.

### **IDENTIFICACION DE RIESGOS**

Caída personas a distinto nivel

Caída personas al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación

Pisadas sobre objetos

Golpes con objetos o herramientas

Proyección fragmentos o partículas

Sobreesfuerzos

Exposición a temperaturas ambiente extremas

Uso de equipos de trabajo

Cortes.



## MEDIOS A EMPLEAR

Escalera manual.

Herramienta eléctrica portátil.

Herramientas manuales.

Materiales

Conductores.

Pequeño material de fijación.

Tubos.

## MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN

Previo al comienzo de los trabajos se comprobará el replanteo del recorrido del cableado comprobando y vallando todos los huecos y verificando la correcta iluminación de los tajos.

Todos los huecos quedarán vallados y señalizados.

Será necesario verificar la correcta iluminación de los tajos, empleando focos auxiliares cuando la iluminación no sea suficiente.

El manejo de las bobinas de cable se realizará empleando los medios auxiliares necesarios en función del peso total de la bobina.

Para el tendido de cableado se emplearán gatos dimensionados según el peso de la bobina.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Anorak de alta visibilidad.

Botas de seguridad.

Casco de seguridad dotado con barbuquejo.

Cinturón de seguridad anti-caídas (arnés).

Faja elástica.

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.



Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas protectoras.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandillas

Cinta normalizada de señalización de riesgos.

Información de los riesgos mediante señalizaciones de advertencia.

#### 8.4.4 CONEXIONADO DE EQUIPOS DE MANDO Y CONTROL EN EL INTERIOR.

Los trabajos que se realizan en esta fase son la instalación de los terminales de los equipos de mando y control y el conexionado de estos equipos. El equipo de conexionado lo formará un jefe de equipo especialista en conexionado con cuatro operarios también especialistas en conexionados de cuadros.

### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caída personas a distinto nivel

Caída personas al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación

Exposición a contactos eléctricos de baja tensión

### MEDIOS A EMPLEAR

Medios auxiliares

Herramienta manual.

Herramienta manual dieléctrica.

Materiales

Conductores.

Terminales.

### MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN

El tendido y conexionado de cableado se realizará a través de las canalizaciones y anclajes previstos al efecto.

Respecto al uso de escaleras de mano se atenderá a lo dispuesto en el artículo 4.2 del R.D. 2177/2004.



La zona de trabajo debe estar suficientemente iluminada tanto para la realización de trabajos como para hacer visible la zona de trabajo.

En principio todos los trabajos se realizarán sin tensión. Para ello previo al comienzo de cada actuación se verificará la ausencia de tensión y se señalizarán los cuadros indicando que se están realizando trabajos y que esos cuadros deberán permanecer desconectados.

En caso de que se realice algún trabajo en tensión se realizará de acuerdo con el tipo de trabajo siguiendo lo indicado en el RD 614/2001 sobre riesgos eléctricos, con las calificaciones y autorizaciones necesarias para cada operario.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

Cualquier trabajo eléctrico se hará con personal especializado y con la formación necesaria, prohibiendo terminantemente el hacerlo al trabajador que no reúna estas condiciones.

Todos los huecos quedarán vallados y señalizados.

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Botas de seguridad.

Casco de protección.

Guantes contra riesgos eléctricos

Guantes contra riesgos mecánicos

Mono de trabajo de alta visibilidad

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Cinta de señalización de riesgos.

Información de los riesgos mediante señalizaciones de advertencia.

### 8.4.5 MONTAJE DE ARMARIOS DE MANDO Y CONTROL Y OTROS ARMARIOS AUXILIARES.

Esta actividad incluye el traslado, elevación y fijación de armarios de mando y control cargadores de los equipos rectificador-batería, armarios de servicios auxiliares y transformadores de servicios auxiliares. Los armarios serán descargados mediante grúa y colocados sobre la bancada correspondiente. A continuación, se instalarán todos los equipos de servicios auxiliares, que irán instalados en el interior del edificio.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caída personas a distinto nivel

Caída personas al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación

Golpes con objetos o herramientas

Proyección fragmentos o partículas

Atrapamiento por o entre objetos

Sobreesfuerzos

Exposición a temperaturas ambiente extremas

Exposición a contactos eléctricos de baja tensión

Uso de equipos de trabajo

Cortes

## MEDIOS A EMPLEAR

Transpaleta.

Herramientas manuales.

Herramienta eléctrica portátil.

Herramienta manual dieléctrica.

Material

Armarios.

Conductores.

Material de fijación.

## MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN

Las bancadas sobre las que irán instalados los armarios deberán estar dimensionadas en función del peso de cada armario.

Para la descarga de materiales mediante grúas, se extenderán los brazos estabilizadores posicionados sobre terreno estable, atendiendo a las instrucciones del fabricante y a los límites de carga máxima.

Los acopios de material se realizarán lo más próximo a la zona de trabajo en zonas de fácil acceso para su manejo.



La manipulación manual de materiales, herramientas u objetos ha de ser racional, no realizando esfuerzos superiores a la capacidad física del trabajador, manipulando los elementos entre dos o más empleados y realizando preferentemente una manipulación mecánica de cargas.

Se tendrá especial cuidado en la coordinación de movimientos, al objeto de evitar atrapamientos. El levantamiento de cargas se realizará flexionando las rodillas, y manteniendo la espalda recta, sin doblar la cintura. Se levantará la carga despacio, manteniendo la espalda recta, enderezando las piernas. Se debe agarrar la carga con firmeza y colocar las manos evitando el atrapamiento de la descarga.

Se utilizarán guantes de trabajo para el manejo de cargas con aristas vivas. Se debe inspeccionar la carga, antes de cogerla, para descubrir si tuviesen astillas, nudos, bordes afilados, etc.

Se deben limpiar los objetos grasientos, mojados o resbaladizos antes de ser manipulados.

La descarga se transportará de forma que limite lo menos posible el campo de visión mientras se realicen desplazamientos.

En el movimiento de elementos acopiados y transportados, debe ponerse especial énfasis en garantizar la estabilidad de los elementos en su izado y desplazamiento. Para ello se usarán ganchos con pestillo y número de eslingas adecuado a la carga. Las bases de apoyo serán estables y niveladas.

Previo al montaje de cada armario se revisará la zona donde irá instalado, comprobando que la bancada está correctamente instalada y que no hay obstáculos para su montaje.

En el caso de que queden huecos abiertos que no puedan quedar tapados por obstruir la maniobra de montaje del armario los trabajadores deberán estar atados mediante arnés de seguridad a un punto fijo.

Estas maniobras deberán ser realizadas por varios trabajadores, quedando claro quién es el que indica las maniobras a la persona que maneja la transpaleta.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Anorak de alta visibilidad.

Botas de seguridad.

Casco de protección con barbuquejo.

Faja elástica.

Guantes contra riesgos eléctricos.



Guantes contra riesgos mecánicos.

Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas de protección.

#### PROTECCIONES COLECTIVAS

Cinta de señalización de los riesgos.

Información de los riesgos mediante señalizaciones de advertencia.

#### 8.4.6 MONTAJE DE LA RED DE TIERRAS Y MASAS EN EL EXTERIOR.

Los trabajos comprendidos en esta actividad consisten en el tendido de conductores para la instalación de la red de tierras en zanja o canaleta en el exterior de edificios técnicos, el hincado de electrodos y picas de tierra, conexionado entre conductores, electrodos y negativos, mecanizado y corte de pletinas o cables y montaje de conductores de tierras o masas y su conexión a equipos.

#### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caída personas a distinto nivel.

Caída personas al mismo nivel.

Caída de objetos en manipulación.

Pisadas sobre objetos.

Golpes con objetos o herramientas.

Proyección fragmentos o partículas.

Atrapamiento por o entre objetos.

Sobreesfuerzos.

Exposición a temperaturas ambiente extremas.

Exposición a contactos eléctricos de baja tensión.

Exposición a contactos eléctricos de alta tensión.

Uso de equipos de trabajo.

Cortes.

#### MEDIOS A EMPLEAR

Maquinaria



Camión grúa

Dumper

Medios auxiliares

Equipo mecanizado de pletinas y tubos.

Escalera manual.

Herramienta eléctrica portátil.

Herramientas manuales.

Portabobinas.

Materiales

Conductores

Electrodos

Material para izado de cargas.

Pletinas.

Terminales y materiales de conexión.

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

El tendido y conexionado de cableado se realizará a través de las canalizaciones y anclajes previstos al efecto.

Respecto al uso de escaleras de mano se atenderá a lo dispuesto en el artículo 4.2 del R.D. 2177/2004.

La zona de trabajo debe estar suficientemente iluminada tanto para la realización de trabajos como para hacer visible la zona de trabajo.

Todos los huecos de zanjas y arquetas estarán tapados o correctamente vallados.

Para acceder a las zanjas y arquetas se dispondrá de escalera que supere en un metro la altura de la zanja.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.



Se esmerará el orden y limpieza durante la ejecución de los trabajos. Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombro diariamente para evitar acumulaciones innecesarias.

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Anorak de alta visibilidad.

Botas de seguridad.

Casco de protección con barbuquejo.

Faja elástica.

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas protectoras.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandilla autoportante modular.

Cinta de banderolas de señalización.

Información de los riesgos mediante señalizaciones de advertencia.

### 8.4.7 MONTAJE DE LA RED DE TIERRAS Y MASAS EN EL INTERIOR.

Se incluyen en estos trabajos las conexiones en interior de edificios técnicos para la instalación de la red de tierras, el conexionado entre conductores, electrodos y negativos, el mecanizado y corte de pletinas y la conexión de conductores a equipos.

## IDENTIFICACION DE RIESGOS

Caída personas a distinto nivel

Caída personas al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación

Pisadas sobre objetos

Golpes con objetos o herramientas

Proyección fragmentos o partículas

Atrapamiento por o entre objetos

Sobreesfuerzos

Exposición a temperaturas ambiente extremas



Exposición a contactos eléctricos de baja tensión

Exposición a contactos eléctricos de alta tensión

Uso de equipos de trabajo

Cortes

### **MEDIOS A EMPLEAR**

Medios auxiliares

Equipo para mecanizado de pletinas y tubos.

Escalera manual.

Herramienta eléctrica portátil.

Herramientas manuales.

Portabobinas

Materiales

Aisladores

Conductores.

Electrodos

Material para izado de cargas.

Pletinas.

Terminales y materiales de conexión.

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

El tendido y conexionado de cableado se realizará a través de las canalizaciones y anclajes previstos al efecto.

Respecto al uso de escaleras de mano se atenderá a lo dispuesto en el artículo 4.2 del R.D. 2177/2004.

La zona de trabajo debe estar suficientemente iluminada tanto para la realización de trabajos como para hacer visible la zona de trabajo.

En principio todos los trabajos se realizarán sin tensión. Para ello previo al comienzo de cada actuación se verificará la ausencia de tensión y se señalizarán los cuadros indicando que se están realizando trabajos y que esos cuadros deberán permanecer desconectados.

En caso de que se realice algún trabajo en tensión se realizará de acuerdo con el tipo de trabajo siguiendo lo indicado en el RD 614/2001 sobre riesgos eléctricos, con las calificaciones y autorizaciones necesarias para cada operario.



Cualquier trabajo eléctrico se hará con personal especializado y con la formación necesaria, prohibiendo terminantemente el hacerlo al trabajador que no reúna estas condiciones.

Todos los huecos quedarán vallados y señalizados.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

Se esmerará el orden y limpieza durante la ejecución de los trabajos. Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombros diariamente para evitar acumulaciones innecesarias.

### PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Anorak de alta visibilidad.

Botas de seguridad.

Casco de protección con barbuquejo.

Faja elástica.

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas protectoras.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandillas.

#### 8.4.8 SOLDADURA TIPO CADWELD

### DESCRIPCIÓN

En este apartado se analizan los trabajos de soldaduras aluminotérmicas tipo Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra.

El procedimiento para realizar una soldadura aluminotérmica es el siguiente:

1. Proteger las manos con guantes para poder trabajar con seguridad.
2. Preparar el conductor. Con un cepillo de cerdas metálicas se limpian las partes a soldar, eliminando la suciedad y el óxido. Los extremos de los conductores no estarán deshinchados, sino que presentarán un corte limpio en el extremo.

- Elegir el molde apropiado en función del tipo de electrodos a conectar. Verificar que está limpio, en caso contrario, limpiar con una brocha.
- Precalentar el molde. El grafito absorbe mucho la humedad, por tanto, antes de la primera soldadura se debe calentar para eliminar la humedad acumulada y evitar la rotura por choque térmico. La acumulación de humedad en el molde produce soldaduras porosas. Esta tarea se puede realizar con una pistola térmica o con un soplete. El color del molde cambiará de negro a gris oscuro metalizado, en ese momento el molde está listo para usarse. El molde se sujetará con la tenaza.
- Abrir el molde y colocar los electrodos a soldar. Los extremos de los conductores deben quedar tan próximos como sea posible.
- Cerrar y cargar el molde. Colocar el disco metálico separador con la parte cónica hacia abajo, echar dentro del molde el compuesto para la soldadura, añadir dentro del molde el polvo de ignición.
- Tapar el molde y encender. Tapar el molde, acercar la pistola de ignición lateralmente y encender.
- Retirar el molde. Una vez terminada la ignición esperar unos minutos para retirar el molde.
- Limpiar el molde. Limpiar el molde retirando todo resto de escoria. El borde del molde, la tapa, la tolva y la tobera de colada se pueden limpiar con un rascador. La cámara de soldadura debe limpiarse con una brocha de pelo suave.
- Limpiar la soldadura. Una vez fría, limpiar la superficie de la soldadura de escorias y otros elementos.

## MAQUINARIA.

- Kit de soldadura.

## RIESGOS

Caídas de personas al mismo nivel.

Pisadas sobre objetos.

Golpes contra objetos o manipulación.

Golpes y cortes por objetos y herramientas

Contactos térmicos.

Contactos eléctricos.

Sobreesfuerzos.

Proyección de fragmentos y partículas (rebabas).

Atrapamiento por o entre objetos.

Incendios.

Explosiones.



Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.

Exposición a radiaciones.

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

Los trabajos estarán iluminados con focos, la iluminación deberá ser la adecuada para realizar los trabajos de soldadura.

En el lugar de trabajo se dispondrá de un extintor.

La escoria incandescente no se arrojará al agua. No se arrojarán ni se depositarán escorias incandescentes ni restos de soldadura sobre zonas húmedas o en contacto con agua, pueden provocar explosiones.

Los residuos de soldadura se depositarán en lugares adecuados donde no puedan provocar un incendio.

El equipo de precalentamiento estará en perfecto estado.

El almacén de material realizarlo alejado del fuego, de materiales inflamables y de bengalas.

Cumplir las instrucciones del suministrador sobre el mantenimiento de válvulas y gomas del equipo.

No depositar los recipientes de combustible cerca de los focos de ignición.

Recoger todos los elementos de fácil combustión, y apagar los elementos incandescentes.

Para el desmoldeo se deberán respetar los tiempos marcados por el fabricante.

Utilizar de manera correcta las herramientas adecuadas.

Utilización de gafas de protección contra radiación y guantes de seguridad contra contactos térmicos.

Utilización del equipo de protección del soldador.

Uso de mascarilla autofiltrantes.

Mantener la herramienta en buen estado y hacer buen uso de la misma.

Utilización de pantallas faciales o gafas de protección contra impactos.

Utilización de todos los equipos de protección individual reglamentarios.

Durante las operaciones de soldadura se evitará la presencia de operarios que no intervengan en las mismas.

Cumplimiento de las normas de seguridad específicas del fabricante de las máquinas.



## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada.

Prendas de alta visibilidad, de color amarillo con reflectantes, según UNE EN 471.

Pantalla facial de soldadura.

Mandil trabajos de soldadura.

### 8.4.9 MONTAJE DE CABLE AÉREO Y OTROS CIRCUITOS SOBRE POSTES

Esta actividad comprende el montaje de elementos de sujeción y amarre, tendido de conductores de AT o BT sobre apoyos, montaje de seccionadores, montaje de accionamientos de seccionadores y elementos auxiliares y conexionado de conductores.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caída personas a distinto nivel

Caída personas al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación

Golpes con objetos o herramientas

Proyección fragmentos o partículas

Atrapamiento por o entre objetos

Sobreesfuerzos

Exposición a temperaturas ambiente extremas

Contactos térmicos

Exposición a contactos eléctricos de baja tensión

Exposición a contactos eléctricos de alta tensión

Uso de equipos de trabajo

Cortes

## MEDIOS A EMPLEAR

Maquinaria

Equipo de soldadura por arco eléctrico.

Medios auxiliares



Herramientas manuales.

Herramientas manuales dieléctricas.

Herramientas eléctricas portátiles.

Portabobinas.

Verificador de ausencia de tensión y pértigas de puesta a tierra.

Andamios.

Pértiga extensible anticaídas.

Cabo en Y con absorbedor de energía.

Materiales

Accionamientos y accesorios.

Cajas de accionamiento.

Conductores.

Material de montaje y conexión.

Material de tense y sujeción

Material para izado de cargas.

Seccionadores.

## MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

Se esmerará el orden y limpieza durante la ejecución de los trabajos.

Previo al comienzo de los trabajos se verificará la ausencia de tensión, se emplearán un par de pértigas de puesta a tierra y que verificarán la ausencia de tensión.

Estos trabajos se realizarán plataforma elevadora con rodapié, barandilla intermedia y barandilla superior colocada a 100 cm. En caso de que se tenga que retirar en algún momento la barandilla porque imposibilite la actuación y siempre que no se pueda realizar de otra forma el trabajador o trabajadores deberán llevar puesto arnés de seguridad enganchado a un punto fijo que aguante su peso.



Se atenderá a lo dispuesto acerca del uso de la resina en el apartado de maquinaria del presente estudio.

En caso de que sea necesario acceder a la zona de trabajo desde el poste será necesario el uso de un arnés de seguridad de doble gancho adaptado a la anchura de los travesaños horizontales del poste, de forma que, en todo momento, tanto durante el ascenso y descenso del poste como durante los trabajos, el trabajador esté sujeto.

Se estudiará el tipo de elemento de altura y posibilidades de desplazamiento por el terreno en función de las limitaciones físicas existentes (vallas, taludes, paredes, etc.) para determinar la zona de alcance del elemento de altura, teniendo en cuenta el péndulo de la carga suspendida y los cables, balanceos, y la movilidad del elemento de altura por el terreno.

Determinar la proximidad máxima exigida por el trabajo a realizar entre el elemento de altura y la línea (proximidad inmediata, media y remota) y la duración de los trabajos (trabajo ocasional, temporal y permanente). Se descarga la línea dejando todos sus conductores en corto circuito y puesta a tierra. Se aislarán los conductores de las líneas.

Se instalarán dispositivos de seguridad para limitar las partes móviles del elemento de altura, resguardos resistentes en torno a la línea para impedir la invasión de la zona de prohibición del elemento de altura o las cargas transportadas o colocación de obstáculos en el área de trabajo. Posteriormente se deberá colocar señalización y balizamiento a la zona de trabajo.

La línea de transporte eléctrico afectada debe estar sin tensión. Cuando no se consiga esta circunstancia habrá que solicitar el desplazamiento temporal de la línea, aislar los conductores desnudos, limitar movimientos de la maquinaria de obra, limitar la zona de trabajo por barreras de protección y efectuar las tomas de tierra convenientes.

El paso bajo las líneas aéreas de transporte eléctrico deberá estar señalizado antes y después de la línea donde marque la altura máxima de paso permitida.

Los operarios que manejan la maquinaria deberán disponer de formación profesional e instrucciones concretas sobre su forma de proceder. En caso de entrar en contacto con un conductor eléctrico en carga el conductor permanecerá en la cabina y alejará el vehículo para que cese el contacto y evitará que nadie se acerque a los neumáticos que permanezcan hinchados.

Si no es posible alejar el vehículo permanecerá en la cabina indicando a las personas que se alejen del lugar hasta que la línea se desconecte. Si el vehículo está incendiado y debe abandonarlo lo hará de un salto a un punto donde no existan cables caídos, de forma que no toque el suelo y el vehículo a la vez.

En el caso de que el contacto en tensión fuera duradero se dispondrá de un servicio de guardas que limpiarán la zona con una distancia mínima de seguridad de 10 metros para evitar que ninguna persona entre en contacto accidentalmente.

En todos los lugares en los que los trabajadores hayan de realizar trabajos deberán cuidarse el orden de los materiales y herramientas especialmente en las plataformas.

Podrán ponerse temporalmente los conductores a tierra, cuando exista la posibilidad de inducirse corrientes por proximidad a grandes líneas de transporte.



Previamente al tensado de cables se deberá comprobar que no hay ningún trabajador situado debajo de la trayectoria del cable y los operarios que estén efectuando esta actividad estarán situados fuera de la trayectoria de escape del cable en caso de rotura.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Cuando exista una línea de alta tensión, en las proximidades del punto a replantear, se garantizará que las miras metálicas utilizadas no entran en la zona de peligro, según indica el RD 614/2001. Se vigilará y protegerá el contacto eléctrico con líneas de alta tensión en el manejo de armaduras.

Cuando se descarguen materiales mediante grúa o similar, siempre se extenderán los brazos estabilizadores y se realizará sobre suelo estable, pudiendo auxiliarse con tableros de madera, nunca se sobrepasar el peso máximo indicado por el fabricante de la grúa.

Se revisarán visualmente eslingas, estrobos y similares empleados en la carga y descarga, desechando aquellos que presenten defectos. Se seleccionarán las adecuadas a las cargas a izar.

Es de obligado cumplimiento el R.D 837/2003 en especial a las obligaciones por parte de los gruistas de tener el carné de gruista y a la obligación por parte de la empresa usuaria de designar un jefe de maniobra con las obligaciones indicadas en el R.D antes mencionado, todo ello para el manejo de las grúas indicadas en el mismo.

Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de 10 (diez).

El manejo se realizará con guantes de cuero.

Se pondrán protecciones cuando tengan que trabajar sobre aristas vivas, evitando su deterioro o corte.

Se conservarán debidamente ordenadas y protegidas de agentes químicos y atmosféricos.

No se utilizarán para cargas superiores a las indicadas por el fabricante en la propia cinta o eslinga.

Se utilizarán poleas que rueden bien, dotadas con cojinetes de bolas o de rodillos y que dispongan de pasadores con grupilla.

Únicamente se utilizarán los grilletes que no estén deformados, ni tengan el bulón torcido.

El bulón que sea a rosca y se apretará a tope.

Los cables tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de seis.

Su manejo se realizará con guantes de cuero.

Para cortar un cable es preciso ligar a uno y otro lado del corte, para evitar que se deshagan los extremos.



Para los trabajos con equipos de soldadura se cumplirá lo incluido en el apartado de maquinaria del presente estudio acerca del manejo de estos equipos.

Antes de iniciar la soldadura se comprobará la conexión de puesta a tierra del equipo.

Tener la precaución de soldar sin personas en las proximidades. Sí resultase imposible emplear mamparas de separación.

Presencia de extintor en las proximidades del tajo.

No dejar la pinza en el suelo o banco de trabajo, sino en el porta pinzas. Los soportes de los electrodos se encontrarán bien recubiertos por material aislante.

Emplear un sistema de extracción localizada móvil para eliminar los humos metálicos.

Vestir todas las prendas y equipos de protección específicos de la soldadura.

Desconectar el equipo para pausas de larga duración.

#### PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Anorak de alta visibilidad.

Botas de seguridad.

Casco de protección con barbuquejo.

Arnés de seguridad

Guantes de protección contra riesgos eléctricos.

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas de protección.

Pantalla, guantes, mandil y polainas de soldador.

#### PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandillas.

Señalización ocupación vía.

#### 8.4.10 INSTALACIÓN DE ALUMBRADO Y FUERZA EN LA SUBESTACIÓN.

Durante esta fase los trabajos a realizar consisten en el tendido de conductores y tubos de protección en interior de subestación, montaje de luminarias y elementos auxiliares, montaje de mecanismos y conexionado de conductores de alumbrado y fuerza con sus respectivas protecciones eléctricas.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caída personas a distinto nivel  
Caída personas al mismo nivel  
Caída de objetos en manipulación  
Golpes con objetos o herramientas  
Proyección fragmentos o partículas  
Exposición a temperaturas ambiente extremas  
Exposición a contactos eléctricos de baja tensión  
Cortes

## MEDIOS A EMPLEAR

Medios auxiliares  
Escalera manual.  
Herramienta eléctrica portátil.  
Herramienta manual dieléctrica.  
Herramientas manuales.  
Material  
Conductores  
Cuadro general y sus elementos de protección.  
Luminarias.  
Material de fijación y conexión.  
Mecanismos.  
Tubos de protección.

## MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN

El tendido y conexionado de cableado se realizará a través de las canalizaciones y anclajes previstos al efecto.

Respecto al uso de escaleras de mano se atenderá a lo dispuesto en el artículo 4.2 del R.D. 2177/2004.



La zona de trabajo debe estar suficientemente iluminada tanto para la realización de trabajos como para hacer visible la zona de trabajo.

En principio todos los trabajos se realizarán sin tensión. Para ello previo al comienzo de cada actuación se verificará la ausencia de tensión y se señalizarán los cuadros indicando que se están realizando trabajos y que esos cuadros deberán permanecer desconectados.

En caso de que se realice algún trabajo en tensión se realizará de acuerdo con el tipo de trabajo siguiendo lo indicado en el RD 614/2001 sobre riesgos eléctricos, con las calificaciones y autorizaciones necesarias para cada operario.

Cualquier trabajo eléctrico se hará con personal especializado y con la formación necesaria, prohibiendo terminantemente el hacerlo al trabajador que no reúna estas condiciones.

Todos los huecos quedarán vallados mediante barandillas de 100 cm y señalizados.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Anorak de alta visibilidad

Botas de seguridad.

Casco de protección con barbuquejo.

Gautes contra riesgos eléctricos.

Gautes contra riesgos mecánicos.

Gautes de goma.

Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas protectoras.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandillas.

### 8.4.11 MONTAJE DE APARAMENTA EN SUBESTACIÓN.

El montaje de aparamenta conlleva el montaje de los elementos de sujeción y amarre de los equipos, el tendido de conductores hasta equipos, montaje de seccionadores y accionamientos

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 JULIO 1977</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

y el montaje de la aparamenta sobre bancada definitiva. Los seccionadores, interruptores y aisladores de apoyo serán suministrados en varias partes.

Debido al tamaño tanto de los seleccionadores, como de los interruptores y de los aisladores de apoyo el montaje se realizará directamente sobre su bancada utilizando la plataforma elevadora y para la formación parcial de algunas piezas del equipo estas se montarán a nivel del suelo antes de elevarlas a su posición definitiva. Estas estructuras se izarán mediante camión autocargante o grúa autopropulsada, esto dependerá del radio de acción que tenga la máquina.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Caída personas a distinto nivel
- Caída personas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes con objetos o herramientas
- Proyección fragmentos o partículas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Sobreesfuerzos
- Uso de equipos de trabajo
- Cortes

## MEDIOS A EMPLEAR

- Maquinaria
- Camión grúa.
- Grúa móvil autopropulsada
- Plataforma Elevadora
- Medios auxiliares
- Herramientas manuales.
- Herramientas manuales dieléctricas.
- Herramientas eléctricas portátiles.
- Portabobinas.
- Materiales
- Material de montaje y conexión.



Material de tense y sujeción.

Material para izado de cargas.

Seccionadores.

Aisladores.

## MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

Estos trabajos se realizarán sobre plataforma elevadora rodapié, barandilla intermedia y barandilla superior colocada a 100 cm. En caso de que se tenga que retirar en algún momento la barandilla porque imposibilite la actuación y siempre que no se pueda realizar de otra forma el trabajador o trabajadores deberán llevar puesto arnés de seguridad enganchado a un punto fijo que aguante su peso.

Cuando exista una línea de alta tensión, en las proximidades del punto a replantear, se garantizará que las miras metálicas utilizadas no entran en la zona de peligro, según indica el RD 614/2001. Se vigilará y protegerá el contacto eléctrico con líneas de alta tensión en el manejo de armaduras.

Cuando se descarguen materiales mediante grúa o similar, siempre se extenderán los brazos estabilizadores y se realizará sobre suelo estable, pudiendo auxiliarse con tableros de madera, nunca se sobrepasar el peso máximo indicado por el fabricante de la grúa.

Se revisarán visualmente eslingas, estrobos y similares empleados en la carga y descarga, desechando aquellos que presenten defectos. Se seleccionarán las adecuadas a las cargas a izar.

Es de obligado cumplimiento el R.D 837/2003 en especial a las obligaciones por parte de los gruistas de tener el carné de gruista y a la obligación por parte de la empresa usuaria de designar un jefe de maniobra con las obligaciones indicadas en el R.D antes mencionado, todo ello para el manejo de las grúas indicadas en el mismo.

Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de 10 (diez).

El manejo se realizará con guantes de cuero.

Se pondrán protecciones cuando tengan que trabajar sobre aristas vivas, evitando su deterioro o corte.

Se conservarán debidamente ordenadas y protegidas de agentes químicos y atmosféricos.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



No se utilizarán para cargas superiores a las indicadas por el fabricante en la propia cinta o eslinga.

Se atenderá a lo dispuesto acerca del uso de la resina en el apartado de maquinaria del presente estudio.

En caso de que sea necesario acceder a la zona de trabajo desde el poste será necesario el uso de un arnés de seguridad de doble gancho adaptado a la anchura de los travesaños horizontales del poste, de forma que, en todo momento, tanto durante el ascenso y descenso del poste como durante los trabajos, el trabajador esté sujeto.

Para los trabajos con equipos de soldadura se cumplirá lo incluido en el apartado de maquinaria del presente estudio acerca del manejo de estos equipos.

Antes de iniciar la soldadura se comprobará la conexión de puesta a tierra del equipo.

Tener la precaución de soldar sin personas en las proximidades. Sí resultase imposible emplear mamparas de separación.

Presencia de extintor en las proximidades del tajo.

No dejar la pinza en el suelo o banco de trabajo, sino en el porta pinzas. Los soportes de los electrodos se encontrarán bien recubiertos por material aislante.

Emplear un sistema de extracción localizada móvil para eliminar los humos metálicos.

Vestir todas las prendas y equipos de protección específicos de la soldadura.

Desconectar el equipo para pausas de larga duración.

## **PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Anorak de alta visibilidad.

Arnés de seguridad integral con sistema de doble anclaje.

Botas de seguridad.

Casco de protección con barbuquejo.

Faja elástica.

Guantes de protección contra riesgos eléctricos.

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas de protección.

## **PROTECCIONES COLECTIVAS**

Barandilla.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>Nº Colegiado: 1937 D.º de Ingreso: 1997</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º DE INGENIERO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

#### 8.4.12 INSTALACIÓN DE EQUIPOS

Todos los aparatos se instalarán sobre las estructuras metálicas previstas, una vez que estas se han instalado sobre sus cimentaciones.

Transformadores: Los transformadores están instalados sobre unos cubetos para recoger las posibles fugas de aceite. Los cubetos se proyectan mediante losa de sección variable para repartir la carga de los transformadores. Sobre los cubetos se prevé un muro corrido de hormigón que sirve de apoyo al carril de rodadura para el desplazamiento del transformador.

#### IDENTIFICACION DE RIESGOS

- Caída personas a distinto nivel
- Caída personas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes con objetos o herramientas
- Proyección fragmentos o partículas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Sobreesfuerzos
- Exposición a temperaturas ambiente extremas
- Uso de equipos de trabajo
- Cortes

#### MEDIOS A EMPLEAR

- Maquinaria
- Grúa
- Medios auxiliares
- Equipo para mecanizado de pletinas y tubos.
- Escalera manual.
- Herramienta eléctrica portátil.
- Herramientas manuales.
- Portabobinas.



Materiales

Conductores.

Embarrados.

Material para izado de cargas.

Terminales y materiales de conexión.

### **MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN**

Las bancadas sobre las que irán instalados los equipos deberán estar dimensionadas en función del peso de cada armario.

Todos los huecos, zanjas y arquetas quedarán tapados o correctamente vallados.

Las grúas o camiones grúa deberán ser utilizadas únicamente por personal con formación adecuada, capacitado y autorizado por la empresa propietaria. Los conductores y ocupantes de los vehículos harán uso del cinturón de seguridad en todo momento.

Se deberán coordinar estos trabajos para evitar la interferencia con otros trabajos y trabajadores tanto dentro del radio de acción de la grúa, como dentro del radio de acción de la carga. Por lo tanto, se deberán acotar, señalizar y, en su caso, colocar protecciones colectivas en dichas zonas, antes de la descarga de materiales, debiendo además poner en conocimiento de dicha circunstancia a todos los posibles trabajadores afectados. En el caso de la descarga de materiales, cuando el operador del equipo de elevación no tenga visibilidad o control sobre la zona de descarga, y por analogía a las prescripciones definidas en el R.D. 837/2003, deberá estar auxiliado por un señalista que dirija las operaciones.

Para la descarga de materiales mediante grúas, se extenderán los brazos estabilizadores posicionados sobre terreno estable, atendiendo a las instrucciones del fabricante y a los límites de carga máxima.

Los acopios de material se realizarán lo más próximos a la zona de trabajo en zonas de fácil acceso para su manejo.

Queda prohibida la permanencia de trabajadores en la zona de acción de la grúa.

Previo al montaje de la aparamenta sobre la bancada se comprobará que el equipo está correctamente posicionado e inmóvil.

La manipulación manual de materiales, herramientas u objetos ha de ser racional, no realizando esfuerzos superiores a la capacidad física del trabajador, manipulando los elementos entre dos o más empleados y realizando preferentemente una manipulación mecánica de cargas.

Se tendrá especial cuidado en la coordinación de movimientos, al objeto de evitar atrapamientos. El levantamiento de cargas se realizará flexionando las rodillas, y manteniendo la espalda recta, sin doblar la cintura. Se levantará la carga despacio, manteniendo la espalda recta, enderezando las piernas. Se debe agarrar la carga con firmeza y colocar las manos evitando el atrapamiento de la descarga.



Se utilizarán guantes de trabajo para el manejo de cargas con aristas vivas. Se debe inspeccionar la carga, antes de cogerla, para descubrir si tuviesen astillas, nudos, bordes afilados, etc.

Se deben limpiar los objetos grasientos, mojados o resbaladizos antes de ser manipulados.

La descarga se transportará de forma que limite lo menos posible el campo de visión mientras se realicen desplazamientos.

En el movimiento de elementos acopiados y transportados, debe ponerse especial énfasis en garantizar la estabilidad de los elementos en su izado y desplazamiento. Para ello se usarán ganchos con pestillo y número de eslingas adecuado a la carga. Las bases de apoyo serán estables y niveladas.

Todas las conexiones se realizarán sin tensión. Previo al comienzo del conexionado se verificará el corte de tensión.

Previo al montaje de cada armario se revisará la zona donde irá instalado, comprobando que la bancada está correctamente instalada y que no hay obstáculos para su montaje.

En el caso de que queden huecos abiertos que no puedan quedar tapados por obstruir la maniobra de montaje del armario los trabajadores deberán estar atados mediante arnés de seguridad a un punto fijo.

Estas maniobras deberán ser realizadas por varios trabajadores, quedando claro quién es el que indica las maniobras a la persona que maneja la transpaleta.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

Se revisarán visualmente eslingas, estrobos y similares empleados en la carga y descarga, desechando aquellos que presenten defectos. Se seleccionarán las adecuadas a las cargas a izar.

Es de obligado cumplimiento el R.D 837/2003 en especial a las obligaciones por parte de los gruistas de tener el carné de gruista y a la obligación por parte de la empresa usuaria de designar un jefe de maniobra con las obligaciones indicadas en el R.D antes mencionado, todo ello para el manejo de las grúas indicadas en el mismo.

Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de 10 (diez).

El manejo se realizará con guantes de cuero.

Se pondrán protecciones cuando tengan que trabajar sobre aristas vivas, evitando su deterioro o corte.

Se conservarán debidamente ordenadas y protegidas de agentes químicos y atmosféricos.



No se utilizarán para cargas superiores a las indicadas por el fabricante en la propia cinta o eslinga.

### PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Anorak de alta visibilidad.

Botas de seguridad.

Casco de seguridad dotado con barbuquejo.

Cinturón de seguridad anti-caídas (arnés).

Faja elástica.

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas protectoras.

### PROTECCIONES COLECTIVAS

Cinta normalizada de señalización de riesgos.

Información de los riesgos mediante señalizaciones de advertencia.

#### 8.4.13 CONEXIÓN DE CABLE DE ALIMENTACIÓN Y CIRCUITOS DE RETORNO

El equipo de conexionado lo formará un jefe de equipo especialista en conexionado con cuatro operarios también especialistas en conexionados.

### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caída de personal a distinto nivel

Caída de persona al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación

Golpes / cortes por objetos o herramientas

Atrapamiento por o entre objetos

Sobreesfuerzos

Exposición a temperaturas extremas

Contacto eléctrico en baja tensión

Contacto eléctrico en alta tensión



## MEDIOS A EMPLEAR

Herramientas manuales

Herramienta eléctrica portátil

## MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN

Cortar todas las fuentes de tensión y bloquear los aparatos de corte.

Comprobar la ausencia de tensión de los cables a conexionar.

Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.

Se instalará señalización delimitando la línea de los trabajos para evitar la permanencia de trabajadores a los que no se haya informado de los riesgos a los que se enfrentan.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Cualquier trabajo eléctrico se hará con personal especializado y con la formación necesaria, prohibiendo terminantemente el hacerlo al trabajador que no reúna estas condiciones.

Todas las herramientas que se manipulen en las proximidades de circuitos eléctricos estarán convenientemente aisladas.

Todas las herramientas estarán convenientemente aisladas.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de la obligación que tienen de cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

Queda terminantemente prohibido anular, bloquear o desmontar cualquier dispositivo de seguridad.

Toda herramienta y maquinaria que interviene en obra deberá ser utilizada de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Deberá seguir un programa de mantenimiento revisándose de forma especial sus elementos de seguridad.

Las maniobras conjuntas entre máquinas y operario o entre varios operarios serán dirigidas por una persona designada al efecto por la empresa contratista.

Mantener la obra en correctas condiciones de orden y limpieza.

Todos los operarios que realicen trabajos en altura tendrán formación específica en trabajos en altura y tendrán aptitud médica específica para trabajos en altura.

Verificar que el acceso a los puestos de trabajo en altura sea seguro.



Siempre que se indique, instalar dispositivos de protección contra caídas. Verificar que los dispositivos de protección contra caídas tengan resistencia adecuada para prevenir o detener las caídas de altura.

No retirar los dispositivos de protección colectiva que hayan sido colocados en el lugar de trabajo.

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 100 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

Realizar inspecciones al final de cada jornada verificando que todos los elementos queden asegurados y sin riesgo alguno.

### **PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Ropa de alta visibilidad adecuada.

Botas de seguridad.

Casco de seguridad con barbuquejo

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Guantes aislantes.

Bolsa portaherramientas

### **PROTECCIONES COLECTIVAS**

Sistemas de enclavamiento para evitar realimentación.

Señalización de prohibición de maniobras.

Colocación de elementos protectores, tales como pantallas, aislamientos u obstáculos que permitan considerar el área de trabajo fuera de toda zona de peligro o proximidad.

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito.

Señalización de prohibición de maniobras.

Colocación de elementos protectores, tales como pantallas, aislamientos u obstáculos que permitan considerar el área de trabajo fuera de toda zona de peligro o proximidad.

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito.

Cinta normalizada de señalización de riesgos.

Información de los riesgos mediante señalizaciones de advertencia.

Señales indicando la situación de botiquines y extintores.



Señales o carteles de obligatoriedad del uso de EPI.

Aviso de puesta en tensión.

Iluminación adecuada.

#### 8.4.14 SUMINISTRO DE ENERGÍA

Se realizará el tendido de distribución de energía en baja tensión y en alta tensión dentro de edificios técnicos.

Los transformadores de servicios auxiliares darán la salida de 220V e irán colocados en celdas independientes sobre bancada metálica situada sobre la solera del edificio.

#### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caída personas a distinto nivel

Caída personas al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación

Golpes con objetos o herramientas

Proyección fragmentos o partículas

Exposición a temperaturas ambiente extremas

Exposición a contactos eléctricos de baja tensión

Uso de equipos de trabajo

Cortes

#### MEDIOS A EMPLEAR

Medios auxiliares

Escalera manual.

Herramienta eléctrica portátil.

Herramienta manual dieléctrica.

Herramientas manuales.

Material

Conductores

Cuadro general y sus elementos de protección.



Luminarias.

Material de fijación y conexión.

Mecanismos.

Tubos de protección.

## MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN

El tendido y conexionado de cableado se realizará a través de las canalizaciones y anclajes previstos al efecto.

Respecto al uso de escaleras de mano se atenderá a lo dispuesto en el artículo 4.2 del R.D. 2177/2004.

La zona de trabajo debe estar suficientemente iluminada tanto para la realización de trabajos como para hacer visible la zona de trabajo.

En principio todos los trabajos se realizarán sin tensión. Para ello previo al comienzo de cada actuación se verificará la ausencia de tensión y se señalarán los cuadros indicando que se están realizando trabajos y que esos cuadros deberán permanecer desconectados.

En caso de que se realice algún trabajo en tensión se realizará de acuerdo con el tipo de trabajo siguiendo lo indicado en el RD 614/2001 sobre riesgos eléctricos, con las calificaciones y autorizaciones necesarias para cada operario.

Cualquier trabajo eléctrico se hará con personal especializado y con la formación necesaria, prohibiendo terminantemente el hacerlo al trabajador que no reúna estas condiciones.

Todos los huecos quedarán vallados mediante barandillas de 100 cm y señalizados.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Anorak de alta visibilidad

Botas de seguridad.

Casco de protección con barbuquejo.

Guantes contra riesgos eléctricos.

Guantes contra riesgos mecánicos.



Guantes de goma.

Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas protectoras.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandillas.

### 8.4.15 INSTALACIONES DE EQUIPOS EN LOS EDIFICIOS TÉCNICOS.

Las celdas irán ubicadas dentro del edificio de control de la subestación. Las características de las celdas de los centros de transformación son las mismas a las mismas que se indican para la subestación.

Se instalarán todos los armarios sobre bancadas apoyadas directamente sobre la solera del edificio. Los cables que acceden a los armarios se tienden sobre bandejas metálicas situadas también sobre la solera. Tanto las bancadas como las bandejas de cables quedan ocultas por el falso suelo. El montaje de estas cabinas se realizará con un equipo variable de operarios, un equipo de cinco personas con equipo de elevación apropiado se dedicará a su montaje mecánico en sitio y su ensamblaje mecánico-eléctrico. Posteriormente otro equipo de un oficial especializado con su ayudante irá poniendo en funcionamiento el aparillaje interior de cada celda como son los interruptores y sus equipos asociados.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caída personas a distinto nivel

Caída personas al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación

Golpes con objetos o herramientas

Proyección fragmentos o partículas

Atrapamiento por o entre objetos

Sobreesfuerzos

Uso de equipos de trabajo

Cortes

## MEDIOS A EMPLEAR

Maquinaria

Camión grúa.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreso</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 JULIO 1997</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D. GENE. T. AROV. 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Medios auxiliares

Herramientas manuales.

Herramientas manuales dieléctricas.

Herramientas eléctricas portátiles.

Portabobinas.

Materiales

Material de montaje y conexión.

Material de tense y sujeción.

Material para izado de cargas.

Seccionadores.

Aisladores.

## MEDIDAS PREVENTIVAS DE ACTUACIÓN

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador.

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad.

Estos trabajos se realizarán sobre plataforma elevadora con rodapié, barandilla intermedia y barandilla superior colocada a 100 cm. En caso de que se tenga que retirar en algún momento la barandilla porque imposibilite la actuación y siempre que no se pueda realizar de otra forma el trabajador o trabajadores deberán llevar puesto arnés de seguridad enganchado a un punto fijo que aguante su peso.

Cuando exista una línea de alta tensión, en las proximidades del punto a replantear, se garantizará que las miras metálicas utilizadas no entran en la zona de peligro, según indica el RD 614/2001. Se vigilará y protegerá el contacto eléctrico con líneas de alta tensión en el manejo de armaduras.

Cuando se descarguen materiales mediante grúa o similar, siempre se extenderán los brazos estabilizadores y se realizará sobre suelo estable, pudiendo auxiliarse con tableros de madera, nunca se sobrepasar el peso máximo indicado por el fabricante de la grúa.

Se revisarán visualmente eslingas, estrobos y similares empleados en la carga y descarga, desechando aquellos que presenten defectos. Se seleccionarán las adecuadas a las cargas a izar.



Es de obligado cumplimiento el R.D 837/2003 en especial a las obligaciones por parte de los gruistas de tener el carné de gruista y a la obligación por parte de la empresa usuaria de designar un jefe de maniobra con las obligaciones indicadas en el R.D antes mencionado, todo ello para el manejo de las grúas indicadas en el mismo.

Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un coeficiente mínimo de seguridad de 10 (diez).

El manejo se realizará con guantes de cuero.

Se pondrán protecciones cuando tengan que trabajar sobre aristas vivas, evitando su deterioro o corte.

Se conservarán debidamente ordenadas y protegidas de agentes químicos y atmosféricos.

No se utilizarán para cargas superiores a las indicadas por el fabricante en la propia cinta o eslinga.

Se atenderá a lo dispuesto acerca del uso de la resina en el apartado de maquinaria del presente estudio.

En caso de que sea necesario acceder a la zona de trabajo desde el poste será necesario el uso de un arnés de seguridad de doble gancho adaptado a la anchura de los travesaños horizontales del poste, de forma que, en todo momento, tanto durante el ascenso y descenso del poste como durante los trabajos, el trabajador esté sujeto.

Para los trabajos con equipos de soldadura se cumplirá lo incluido en el apartado de maquinaria del presente estudio acerca del manejo de estos equipos.

Antes de iniciar la soldadura se comprobará la conexión de puesta a tierra del equipo.

Tener la precaución de soldar sin personas en las proximidades. Sí resultase imposible emplear mamparas de separación.

Presencia de extintor en las proximidades del tajo.

No dejar la pinza en el suelo o banco de trabajo, sino en el porta pinzas. Los soportes de los electrodos se encontrarán bien recubiertos por material aislante.

Emplear un sistema de extracción localizada móvil para eliminar los humos metálicos.

Vestir todas las prendas y equipos de protección específicos de la soldadura.

Desconectar el equipo para pausas de larga duración.

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Anorak de alta visibilidad.

Arnés de seguridad integral con sistema de doble anclaje.

Botas de seguridad.



Casco de protección con barbuquejo.

Faja elástica.

Guantes de protección contra riesgos eléctricos.

Guantes de protección contra riesgos mecánicos.

Mono de trabajo de alta visibilidad.

Pantalla facial o gafas de protección.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Barandilla.

### 8.4.16 MANIPULACIÓN DEL GAS SF<sub>6</sub> (HEXAFLUORURO DE AZUFRE)

El Hexafluoruro de azufre es utilizado en equipos eléctricos como transformadores, interruptores automáticos, equipos de arranque de motores e interruptores de centro de transformación por su enorme capacidad dieléctrica; también es usado como aislante para conductores y condensadores.

El gas SF<sub>6</sub> puro es un gas incoloro, inodoro, inflamable, más pesado que el aire. Se comporta como un gas inerte. A pesar de ser no tóxico, puede ser asfixiante en caso de concentración elevada, al reemplazar el oxígeno.

El límite de concentración es 6g/m<sup>3</sup>

A altas temperaturas o como resultado de altas descargas eléctricas, el Hexafluoruro se descompondrá en diferentes productos peligrosos.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Exposición a sustancias nocivas

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Informar al personal de los riesgos que presentan los productos de descomposición eléctrica y el termal de hexafluoruro de azufre.

La adopción de medidas higiénicas adecuadas, tanto personales como de orden y limpieza.

Prohibido fumar en toda la obra.

Prohibido usar motores de combustión

Prohibido realizar trabajos de soldadura y otras formas de llamas.

Medidas de ventilación u otras medidas de protección colectiva, aplicadas preferentemente en el origen del riesgo, y medidas adecuadas de organización del trabajo.

Medidas de protección individual, acordes con lo dispuesto en la normativa sobre utilización de equipos de protección individual.

Delimitar la zona de trabajo

En el caso de producirse alguna fuga en la que la concentración pudiera ser elevada, las medidas a tomar serían las siguientes:

- Aspirar el polvo utilizando una aspiradora especial con filtro 0.2 micra
- Enjuagar cualquier tipo de contaminado, prendas y productos de descomposición con agua: neutralizar el agua de limpieza antes de deshacerse de ella; añadir soda (NaOH) para reducir el Ph a 7
- Ventilar el lugar

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Formación e información a los trabajadores

Extintores

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Dispositivo respiratorio adecuado

Traje protector de polvo

Guantes

Gafas

Botas de seguridad

### 8.4.17 PUESTA EN TENSIÓN DE LA SUBESTACIÓN.

Una vez terminada y probada la instalación se procede a su puesta en tensión alimentando la subestación. Se mantienen abiertas todas las protecciones y se van cerrando una a una para comprobar el buen estado de aislamiento de los equipos. El último equipo que se alimenta es el transformador.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Riesgo eléctrico

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Se atenderá a lo dispuesto en este estudio en el apartado de Riesgo eléctrico.

Estos trabajos se realizarán según procedimiento de la empresa contratista y sólo podrán ser realizados por personal cualificado y autorizado para estos trabajos.



Todos los elementos en tensión quedarán señalizados antes de la puesta en tensión.

Todos los cuartos donde haya elementos en tensión deberán estar señalizados y su acceso estará restringido para que sólo entren trabajadores autorizados.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Formación e información a los trabajadores

Extintores

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Mono de trabajo de alta visibilidad

Guantes

Gafas

Botas de seguridad

### 8.4.18 TRABAJOS EN TENSIÓN.

Cuando sea necesario, por avería o sustitución de algún equipo, trabajar estando la subestación en tensión o ciertos equipos, estos serán realizados por personal cualificado de la empresa contratista autorizados para estos trabajos y siguiendo el procedimiento de trabajos del contratista.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Riesgo eléctrico

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Se atenderá a lo dispuesto en este estudio en el apartado de Riesgo eléctrico.

Estos trabajos se realizarán según procedimiento de la empresa contratista y sólo podrán ser realizados por personal cualificado y autorizado para estos trabajos.

Todos los elementos en tensión quedarán señalizados antes de la puesta en tensión.

Todos los cuartos donde haya elementos en tensión deberán estar señalizados y su acceso estará restringido para que sólo entren trabajadores autorizados.

Tendidos de cable de fibra óptica y empalmes.

La instalación de fibra óptica incluye la instalación por canaleta en vía, los tendidos de fibra en edificios técnicos y sus conexiones. El tendido de cable en edificios técnicos se realizará por canalización o por bandejas regiband en falso techo. Estos tendidos se harán a mano con escaleras.



Los tendidos en campo se realizarán por canaleta existente y podrán realizarse a mano o por tracción empleando medios mecánicos.

Los empalmes de fibra óptica se realizarán mediante máquina fusionadora de fibra óptica.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caída de personas a distinto nivel

Caída de personas al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación

Pisadas sobre objetos

Choque contra objetos inmóviles

Golpes con objetos o herramientas

Proyección fragmentos o partículas

Exposición a temperaturas ambiente extremas

## MEDIOS A EMPLEAR

Escaleras manuales

Bobinas o devanaderas

Herramientas manuales

## MATERIALES

Cables de fibra óptica

Máquina fusionadora de fibra óptica

Maleta de herramientas

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregara albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad

Para el tendido de cable por falsos techos se utilizarán como medios auxiliares, escaleras de tijera, las cuales dispondrán de zapatas antideslizantes y cadenilla contra aperturas.



Las tapas de cámaras y arquetas deberán abrirse mediante los ganchos destinados a tal fin y por el procedimiento de arrastre, nunca por abatimiento.

Las arquetas y canalizaciones quedarán cerradas una vez terminados los trabajos. En caso de que tenga que quedar alguna arqueta o parte de canalización abierta deberá señalizarse y vallarse perimetralmente el hueco resultante para evitar la caída de trabajadores al mismo o distinto nivel.

Los accesos a las cámaras que carezcan de escalerillas se harán por medio de escaleras de mano que sobresaldrán 1 metro de la boca de la cámara.

Es muy importante que las bobinas o devanaderas se coloquen sobre los soportes adecuados, carros portabobinas o gatos.

Cuando la bobina esté fija, soportada sobre gatos, habrá que asegurar que éstos están apoyados sobre superficie horizontal, permaneciendo siempre un operario junto a la bobina, para facilitar el giro de ésta y evitar el vuelco al tirar del cable

Cuando al tirar del cable desde el interior de las cámaras registro o de las arquetas se encuentre alguna resistencia, deberá analizarse la causa, para evitar sobreesfuerzos

En lugares próximos a las cámaras entre las que se sitúe el tendido no existirá nada más que el personal estrictamente necesario.

Cuando el tendido se realice por tracción, utilizando medios mecánicos, se situará un dinamómetro entre la máquina y el cable, a fin de controlar la fuerza de tracción y evitar la rotura del cable y el movimiento de látigo.

Cuando se realice el tendido por tracción manual, todos los trabajadores dispondrán de fajas de protección lumbar y guantes de cuero

Una vez terminada la jornada de trabajo las bobinas se acopiarán en lugares que entorpezcan lo menos posible la circulación

Se controlará que todos los cables y equipos láser estén etiquetados, que las etiquetas cumplan con la normativa vigente respecto al tamaño y a los colores.

Trate siempre cualquier cable de fibra óptica, como si estuviese activado y utilice un potenciómetro óptico, para asegurarse de que no tiene emisión. Le recordamos, que esta comprobación debe ser superior a 90 segundos y tenga en cuenta, que algunos equipos poseen apagado automático y pueden entrar en funcionamiento sin previo aviso. Otros equipos, emiten de forma continua y deben ser desconectados manualmente en caso de emergencia.

Se mantendrá una distancia de seguridad de 30 centímetros entre los conectores ópticos y los ojos, para evitar que puedan ser dañados por fragmentos de fibra

El uso de disolventes químicos para eliminar la cutícula de protección de los cables, debe hacerse con cuidado siguiendo las instrucciones de seguridad pertinentes para cada compuesto químico.

En caso de tormenta, se paralizarán los trabajos con fibra óptica; se pueden producir inducidos eléctricos en el exterior del cable de fibra óptica o en los pares de cobre acompañantes; esta



misma prevención se aplicará si en el prisma de tritubos, existen cables de alimentación que puedan producir electrocución.

Durante la realización de los empalmes existirá un extintor de polvo para actuar ante posibles incendios.

## PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Ropa de trabajo

Chaleco reflectante

Guantes de seguridad contra riesgos mecánicos

Botas de seguridad

Fajas de protección lumbar

Gafas de seguridad

Casco de seguridad

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Verificador de ausencia de tensión y pértigas de puesta a tierra.

### 8.4.19 TENDIDOS DE CABLEADO DE BAJA TENSIÓN.

Los tendidos de cables se realizarán normalmente a mano, aunque en algún caso se podrán realizar mediante cualquier dispositivo de arrastre mecánico. El tendido se realizará bien en canaleta, percha, sobre las bandejas metálicas o bien en canalización de tubos. Durante la operación de tendido se deberá ir frenando la bobina correspondiente, para evitar bucles que puedan dificultar el arrastre del cable. Durante esta operación, las bobinas se mantendrán levantadas por una pareja de gatos adecuada, y bien nivelados.

En algunos casos en que el cable se instala en canalizaciones de gran tamaño pueden ir perchados sobre las paredes laterales.

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Caída de personas a distinto nivel

Caída de personas al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación

Contacto eléctrico directo o indirecto

Pisadas sobre objetos

Choque contra objetos inmóviles



Golpes con objetos o herramientas

Proyección fragmentos o partículas

Exposición a temperaturas ambiente extremas

### **MEDIOS A EMPLEAR**

Escaleras manuales

Bobinas o devanaderas

Herramientas manuales

### **MATERIALES**

Cable

Maleta de herramientas

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

Los trabajos de conexión se realizarán sin tensión. Antes de conectar el cableado a cuadro eléctrico se verificará la ausencia de tensión.

Se vigilará la utilización de las prendas de protección personal, informando a los trabajadores sobre su utilización, los riesgos que protegen y se entregará albarán de entrega de las prendas y el recibí del trabajador

Todos los trabajadores estarán instruidos de los riesgos que implica su trabajo, de la forma de proceder para realizarlo y de la obligación que tienen que cumplir las indicaciones referentes a seguridad

Para el tendido de cable por falsos techos se utilizarán como medios auxiliares, escaleras de tijera, las cuales dispondrán de zapatas antideslizantes y cadenilla contra aperturas.

Las tapas de cámaras y arquetas deberán abrirse mediante los ganchos destinados a tal fin y por el procedimiento de arrastre, nunca por abatimiento.

Los accesos a las cámaras que carezcan de escalerillas se harán por medio de escaleras de mano que sobresaldrán 1 metro de la boca de la cámara.

Es muy importante que las bobinas o devanaderas se coloquen sobre los soportes adecuados, carros portabobinas o gatos.

Cuando la bobina esté fija, soportada sobre gatos, habrá que asegurar que éstos están apoyados sobre superficie horizontal, permaneciendo siempre un operario junto a la bobina, para facilitar el giro de ésta y evitar el vuelco al tirar del cable

Cuando al tirar del cable desde el interior de las cámaras registro o de las arquetas se encuentre alguna resistencia, deberá analizarse la causa, para evitar sobreesfuerzos



En lugares próximos a las cámaras entre las que se sitúe el tendido no existirá nada más que el personal estrictamente necesario.

Cuando el tendido se realice por tracción, utilizando medios mecánicos, se situará un dinamómetro entre la máquina y el cable, a fin de controlar la fuerza de tracción y evitar la rotura del cable y el movimiento de látigo.

Cuando se realice el tendido por tracción manual, todos los trabajadores dispondrán de fajas de protección lumbar y guantes de cuero

Una vez terminada la jornada de trabajo las bobinas se acopiarán en lugares que entorpezcan lo menos posible la circulación

### **PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Ropa de trabajo

Chaleco reflectante

Guantes de seguridad

Botas de seguridad

Fajas de protección lumbar

Gafas de seguridad

Casco de seguridad

### **PROTECCIONES COLECTIVAS**

Verificador de ausencia de tensión y pértigas de puesta a tierra.

## **8.5 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO**

Se realiza, comprobación, funcionamiento y ajuste de cada aparato y su conexionado, comprobación, funcionamiento y ajustes por bloques funcionales, comprobación, funcionamiento y ajustes del conjunto de la instalación y su interconexión con instalaciones colaterales o satélites.

### **IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

Caída de personal a distinto nivel

Caída de persona al mismo nivel

Caída de objetos en manipulación

Golpes / cortes por objetos o herramientas

Atrapamiento por o entre objetos



Sobreesfuerzos

Exposición a temperaturas extremas

Contacto eléctrico en baja tensión

Contacto eléctrico en alta tensión

### **MEDIOS A EMPLEAR**

Aparatos de verificación.

Herramientas manuales.

Herramienta manual dieléctrica.

Herramientas eléctricas portátiles.

Escalera

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

Para las pruebas y puesta en servicio se ha de elaborar un procedimiento en el que se contemple la revisión previa de todos los elementos que componen la instalación, elementos de apertura, corte, protecciones de la instalación. En este procedimiento se establecerá un sistema de comunicación en el que se avise del desarrollo de las pruebas a todas las personas que se vean afectadas, así como se delimite el acceso a las zonas de la instalación que puedan suponer riesgos durante la fase de pruebas.

Se mantendrá limpia y ordenada la zona de trabajo.

Se atenderá a lo dispuesto en este estudio en el apartado de Riesgo eléctrico.

Estos trabajos se realizarán según procedimiento de la empresa contratista y sólo podrán ser realizados por personal cualificado y autorizado para estos trabajos.

Todos los elementos en tensión quedarán señalizados antes de la puesta en tensión.

Todos los cuartos donde haya elementos en tensión deberán estar señalizados y su acceso estará restringido para que sólo entren trabajadores autorizados.

Se respetará lo establecido en el R.D. 487/1997, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas.

No suplantar herramientas.

Utilización de herramientas adecuadas.

Personal entrenado y adiestrado al esfuerzo que tiene que realizar.

Se evitarán los movimientos de torsión o de flexión del torso, así como movimientos bruscos de la carga que puedan entrañar un riesgo de lesión dorsolumbar.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 INGENIERO INDUSTRIAL</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL DE PROYECTOS</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Evitar recorrer grandes distancias de elevación, descenso o transporte de cargas.

Reducir los movimientos repetitivos.

Eliminar posturas de trabajo forzadas

## 9 VISITAS A OBRA

Todas las obras son objeto de inspecciones y controles periódicos o esporádicos por parte de los servicios técnicos (directores de obra, inspectores, proyectistas, coordinador en materia de seguridad y salud, equipos de control de calidad, etc.). Estas visitas han de hacerse bajo las condiciones adecuadas de seguridad, por lo que han de adoptarse ciertas normas preventivas al respecto.

El plan de seguridad y salud de la obra deberá prever específicamente la forma, condiciones y medios a utilizar para asegurar que las visitas de obra se lleven a cabo bajo las adecuadas condiciones de seguridad. Para ello, cabe dar unas normas generales, las cuales serán concretadas y complementadas en el plan de seguridad y salud:

Antes de que un técnico o profesional de dirección y control se desplace al lugar de visita, deberá velarse por que esté perfectamente informado de los riesgos a que va a estar expuesto en obra. Sobre todo, deberá ser informado de todas aquellas condiciones específicas que se den en la obra y sin cuyo conocimiento previo podrían ser causa de riesgos importantes. Aun así, el visitante será acompañado en todo momento alguna persona que conozca las peculiaridades del entorno.

Todos los visitantes a la obra deberán llevar las protecciones individuales adecuadas que sean necesarias para protegerles adecuadamente.

Las protecciones colectivas suelen ser eliminadas, lógicamente, de aquellos lugares donde cesa el trabajo, pero si dichas zonas han de ser visitadas por los servicios técnicos, las citadas protecciones deben ser repuestas, pudiendo, en caso contrario, negarse el visitante a acceder a dichos lugares o adoptar las decisiones que estime oportunas.

## 10 LABORES EN FASE DE PRUEBAS, REPARACIÓN, CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN FUTURAS.

Bajo este epígrafe se agrupan aquellas medidas preventivas cuya adopción va encaminada a reducir y controlar los riesgos que puedan aparecer en la ejecución de los trabajos posteriores a ejecutar en el ámbito de la obra. Asimismo, será necesario incluir en el Plan de Seguridad la obligación de recoger, con la finalización de las obras, toda aquella información que pueda resultar necesaria para el correcto desarrollo de los citados trabajos posteriores. Con ello deberán facilitarse tanto las futuras labores de conservación, mantenimiento y reparación de los elementos constituyentes de la obra, como, llegado el caso, futuras modificaciones en la obra primitiva. Con todo ello se da cumplimiento a lo recogido en el artículo 5.6 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.

- Cumplir en todo momento con el Real Decreto 614/2001, disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Dotar a los centros de trabajo de guantes dieléctricos, para el accionamiento de seccionadores, mediante accionamiento con mando manual.
- Llevar colocado el casco de seguridad, de la clase E-AT.
- Cuando se trabaje en contacto con partes en tensión o se esté a menos de 0,8 m de estas, antes de situarse en la zona de trabajo, deberá haberse efectuado las operaciones siguientes, que contempla las **Cinco Reglas de Oro** para trabajos en Alta Tensión:
  - Abrir todas las fuentes de tensión.
  - Enclavamiento o bloqueo si es posible, de los aparatos de corte.
  - Reconocimiento de la ausencia de tensión.
  - Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
  - Delimitar la zona de trabajo mediante señalización o pantallas aislantes.
- Establecimiento por escrito de la autorización y limitación del intervalo de trabajo con corte de tensión.
- Mantener con las partes en tensión una distancia mayor de 1 m.
- La distancia anterior siempre será la mínima a una parte en Alta Tensión. En función de la tensión, las distancias mínimas de seguridad se indican en la tabla de más abajo.
- Si no es posible colocar pantallas que impidan la proximidad a zonas en tensión, se limitará el recorrido de grúas o vehículos que tengan riesgo de aproximarse a distancias inferiores a las indicadas en la tabla siguiente:

Un (kV)	1	3	6	10	15	20	30	45	66	110	132	220	380
DPEL-1 (cm.)	50	62	62	65	66	72	82	98	120	160	180	260	390
DPEL-2 (cm.)	50	52	53	55	57	60	66	73	85	100	110	160	250
DPROX-1 (cm.)	70	112	12	115	116	122	132	148	170	210	330	410	540
DPROX-2 (cm.)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	500	500	500	700

Donde:

Un	Tensión nominal de la instalación (kV).
DPEL-1	Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm.).
DPEL-2	Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm.).
DPROX-1	Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que esta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm.).
DPROX-2	Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que esta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm.).

## 11 MEDIDAS PREVENTIVAS Y NORMAS DE UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA DE OBRA

### 11.1 MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA MAQUINARIA, INSTALACIONES AUXILIARES Y EQUIPOS DE TRABAJO

A partir de las previsiones del proyecto se ha elaborado una lista de maquinaria y equipos que debido a su previsible utilización en obra deberán cumplir una serie de requisitos preventivos de carácter mínimo. En todo caso, y ya que es previsible que el empresario contratista decida emplear máquinas o equipos diferentes a los aquí establecidos, será condición indispensable para poder utilizarlos el definir, previamente, sus riesgos y medidas preventivas y a incluirlos en el plan de seguridad con su reglamentaria aprobación.

Con carácter general, toda máquina o equipo de trabajo deberá de contar con su marcado CE, o adecuación, manual de utilización e instrucciones del fabricante (cuyo estricto cumplimiento deberá ser garantizado por el empresario contratista), documentación técnica que acredite su estabilidad y resistencia y en caso de resultar obligatorio, proyectos técnicos, permisos, planes de montaje, desmontaje y utilización. Además, y en cumplimiento del RD 1215/97, el empresario garantizará que todo equipo o máquina sea utilizado exclusivamente para el fin para el que se crearon, así queda prohibido, por ejemplo, utilizar maquinaria de elevación de cargas (como grúas o camiones grúas) para la elevación o transporte de personal.

Los elementos auxiliares como cimbras, encofrados, andamios, entibaciones y similares deberán contar, siempre, con un cálculo justificativo en el que el contratista, o la empresa suministradora, garantice que el equipo es seguro en las condiciones particulares en las que se utilice en la obra, dicha garantía deberá extenderse a las distintas fases de montaje, utilización y desmontaje considerando las condiciones particulares de cada una de ellas.

Sin perjuicio de lo establecido en las prescripciones particulares del presente estudio, todas las instalaciones auxiliares de obra (silos, tolvas, plantas de hormigón, naves auxiliares, instalación



eléctrica...), contarán tanto con todos los permisos legalmente como con el correspondiente proyecto técnico en el que un técnico de la empresa contratista o de la empresa instaladora garantice la estabilidad de la misma en todas sus fases acompañado de los correspondientes procedimientos de montaje, utilización y desmontaje.

Todas las maquinarias y medios auxiliares que se utilicen en las obras deberán disponer de un manual de utilización y mantenimiento que contenga al menos los siguientes apartados:

- 1) Principios Técnicos de la operación para la que se va a utilizar la maquina
- 2) Procedimientos Generales de Seguridad
- 3) Descripción de la maquina
- 4) Procedimientos de utilización
- 5) Mantenimiento y reemplazo de componentes
- 6) Dispositivos de aviso de fallos y error

Dichos manuales deberán ser analizados en el Plan de Seguridad y salud de las obras.

Las normas y medidas que se detallan a continuación son complementarias a las descritas para cada uno de los tajos en los apartados anteriores.

Las medidas de prevención a adoptar en el uso de cualquier tipo de maquinaria son las siguientes:

Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales de los cuadros eléctricos.

Se prohíbe la manipulación de los componentes de una máquina, accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.

Los motores con transmisión a través de ejes y poleas estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (machacadoras, sierras, compresores, etc.), así como los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual.

Los motores eléctricos estarán cubiertos con carcasas protectoras contra el contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.

Las máquinas con trepidación estarán dotadas de mecanismos de absorción y amortiguación.

Las máquinas en mal funcionamiento o averiadas, serán retiradas inmediatamente para su reparación.

Las máquinas averiadas que no se pueden retirar se señalarán con carteles de aviso con la leyenda: "Máquina averiada. No conectar".

Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.



Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.

Sólo el personal autorizado con documentación escrita específica, será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.

Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga para el maquinista encargado de cualquier aparato elevador, se paliarán mediante operarios que, utilizando señales preacordadas, suplan la visión del citado trabajador.

Los motores eléctricos de grúas y de montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.

Los lazos de los cables de izado estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos, metálicos para evitar deformaciones y cizalladuras.

Se prohíbe en esta obra la utilización de enganches "artesanales" contruidos a base de redondos (según una S) y doblados.

En la utilización de maquinaria, será obligatoria la utilización de calzos en las ruedas para el estacionamiento de la máquina antes de que el conductor abandone su puesto, además del freno de mano.

## 11.2 MEDIDAS GENERALES PARA MAQUINARIA PESADA

Al comienzo de los trabajos, el jefe de obra comprobará que se cumplen las siguientes condiciones preventivas, así como las previstas en su propio plan de seguridad y salud, de las que mostrará, en su caso, comprobantes que el coordinador de seguridad y salud de la obra pueda requerir:

### 11.2.1 RECEPCIÓN DE LA MÁQUINA

A su llegada a la obra, cada máquina debe llevar en su carpeta de documentación las normas de seguridad para los operadores.

A su llegada a la obra, cada máquina irá dotada de un extintor timbrado y con las revisiones al día.

Cada maquinista deberá poseer la formación adecuada para que el manejo de la máquina se realice de forma segura y, en caso contrario, será sustituido o formado adecuadamente.

La maquinaria a emplear en la obra irá provista de cabinas antivuelco y antiimpacto.

Las cabinas no presentarán deformaciones como consecuencia de haber sufrido algún vuelco.

La maquinaria irá dotada de luces y bocina o sirena de retroceso, todas ellas en correcto estado de funcionamiento.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ALFONSO XA 46100 BURJASSOT (VA)</p> <p>VISADO Nº V-04535-24A D.GENERAL/PROY-24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

## 11.2.2 UTILIZACIÓN DE LA MÁQUINA

Antes de iniciar cada turno de trabajo, se comprobará siempre que los mandos de la máquina funcionan correctamente.

Se prohibirá el acceso a la cabina de mando de la máquina cuando se utilicen vestimentas sin ceñir y joyas o adornos que puedan engancharse en los salientes y en los controles.

Se impondrá la buena costumbre hacer sonar el claxon antes de comenzar a mover la máquina.

El maquinista ajustará el asiento de manera que alcance todos los controles sin dificultad.

Las subidas y bajadas de la máquina se realizarán por el lugar previsto para ello, empleando los peldaños y asideros dispuestos para tal fin y nunca empleando las llantas, cubiertas y guardabarros.

No se saltará de la máquina directamente al suelo, salvo en caso de peligro inminente para el maquinista.

Sólo podrán acceder a la máquina personas autorizadas a ello por el jefe de obra.

Antes de arrancar el motor, el maquinista comprobará siempre que todos los mandos están en su posición neutra, para evitar puestas en marcha imprevistas.

Antes de iniciar la marcha, el maquinista se asegurará de que no existe nadie cerca, que pueda ser arrollado por la máquina en movimiento.

No se permitirá liberar los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.

Si fuese preciso arrancar el motor mediante la batería de otra máquina, se extremarán las precauciones, debiendo existir una perfecta coordinación entre el personal que tenga que hacer la maniobra. Nunca se debe conectar a la batería descargada otra de tensión superior.

Cuando se trabaje con máquinas cuyo tren de rodaje sea de neumáticos, será necesario vigilar que la presión de los mismos sea la recomendada por el fabricante. Durante el relleno de aire de los neumáticos el operario se situará tras la banda de rodadura, apartado del punto de conexión, pues el reventón de la manguera de suministro o la rotura de la boquilla, pueden hacerla actuar como un látigo.

Siempre que el operador abandone la máquina, aunque sea por breves instantes, deberá antes hacer descender el equipo o útil hasta el suelo y colocar el freno de aparcamiento. Si se prevé una ausencia superior a tres minutos deberá, además, parar el motor.

Se prohibirá encaramarse a la máquina cuando ésta esté en movimiento.

Con objeto de evitar vuelcos de la maquinaria por deformaciones del terreno mal consolidado, se prohibirá circular y estacionar a menos de tres metros del borde de barrancos, zanjas, taludes de terraplén y otros bordes de explanaciones.



Antes de realizar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará detenidamente la zona, en prevención de desprendimientos o aludes sobre las personas o cosas.

Se circulará con las luces encendidas cuando, a causa del polvo, pueda verse disminuida la visibilidad del maquinista o de otras personas hacia la máquina.

Estará terminantemente prohibido transportar personas en la máquina, si no existe un asiento adecuado para ello.

No se utilizará nunca la máquina por encima de sus posibilidades mecánicas, es decir, no se forzará la máquina con cargas o circulando por pendientes excesivas.

### 11.2.3 REPARACIONES Y MANTENIMIENTO EN OBRA

En los casos de fallos en la máquina, se subsanarán siempre las deficiencias de la misma antes de reanudar el trabajo.

Durante las operaciones de mantenimiento, la maquinaria permanecerá siempre con el motor parado, el útil de trabajo apoyado en el suelo, el freno de mano activado y la máquina bloqueada.

No se guardará combustible ni trapos grasientos sobre la máquina, para evitar riesgos de incendios.

No se levantará en caliente la tapa del radiador. Los vapores desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras al operario.

El cambio de aceite del motor y del sistema hidráulico se efectuará siempre con el motor frío, para evitar quemaduras.

El personal que manipule baterías deberá utilizar gafas protectoras y guantes impermeables.

En las proximidades de baterías se prohibirá fumar, encender fuego o realizar alguna maniobra que pueda producir un chispazo eléctrico.

Las herramientas empleadas en el manejo de baterías deben ser aislantes, para evitar cortocircuitos.

Se evitará siempre colocar encima de la batería herramientas o elementos metálicos, que puedan provocar un cortocircuito.

Siempre que sea posible, se emplearán baterías blindadas, que lleven los bornes intermedios totalmente cubiertos.

Al realizar el repostaje de combustible, se evitará la proximidad de focos de ignición, que podrían producir la inflamación del gasoil.

La verificación del nivel de refrigerante en el radiador debe hacerse siempre con las debidas precauciones, teniendo cuidado de eliminar la presión interior antes de abrir totalmente el tapón.

Cuando deba manipularse el sistema eléctrico de la máquina, el operario deberá antes desconectar el motor y extraer la llave del contacto.



Cuando deban soldarse tuberías del sistema hidráulico, siempre será necesario vaciarlas y limpiarlas de aceite.

## 11.3 MAQUINARIA EN INSTALACIONES AUXILIARES

Medidas de protección con la maquinaria y equipos.

### 11.3.1 FRATASADORA DE PAVIMENTOS

Equipo de trabajo provisto de una hélice que a través de su movimiento rotatorio permite pulir la superficie de pavimentos.

#### RIESGOS

Caídas al mismo nivel

Atrapamientos por o entre objetos

Sobreesfuerzos

Contactos eléctricos

Exposición a sustancias nocivas o tóxicas

Contactos eléctricos

Choques contra objetos móviles

Ruido

Polvo

Incendio

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

Utilizar fratasadoras con marcado CE prioritariamente o adaptadas al RD 1215/1997.

El operario contará con formación específica.

Se deben seguir las instrucciones del fabricante.

Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Las alisadoras a utilizar estarán dotadas de los siguientes elementos de protección:

- Aro o carcasa de protección de las aspas antichoque y antiatrapamientos de los pies.



- Lanza de gobierno dotada de mango aislante de la energía eléctrica (modelos accionados por electricidad).
- Interruptor eléctrico de fácil accionamiento, ubicado junto al mango.

Estarán dotadas de doble aislamiento, para evitar el riesgo eléctrico.

Estarán conectadas a la red de tierras mediante hilo de toma de tierra, conectado a la carcasa de los motores, en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general o de distribución.

La lanza de gobierno tiene que tener mango aislante.

No abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.

Desconectar este equipo de la red eléctrica cuando no se utilice.

Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.

Se prohíbe expresamente fumar durante las operaciones de carga de combustible para prevenir el riesgo de explosión o incendio.

## **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

Casco de seguridad

Ropa de trabajo.

Botas de seguridad

Guantes de cuero.

## **PARQUE DE FERRALLA:**

A continuación, se describe la maquinaria y equipos específicos de esta zona de trabajo.

### **11.3.2 CIZALLADORA: MÁQUINA EMPLEADA PARA EL CORTE DE FERRALLA**

## **MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LA MÁQUINA:**

Revisión de todos los componentes de la máquina antes de comenzar a trabajar.

Protección de todos los elementos móviles.

Dispositivo de parada de emergencia.

Mantenimiento diario de los componentes de la máquina.

Prohibido modificar las características de la máquina.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



Las operaciones de mantenimiento y reparación se realizarán por personal autorizado y cualificado.

#### **MEDIDAS DE PROTECCIÓN DEL OPERARIO:**

El trabajador llevará la ropa de trabajo adecuada a su puesto, y medios de protección individuales adecuados.

Solamente deberá manejar la máquina personal con experiencia y autorizado por su empresa.

No distracción del operario mientras se efectúa el corte de armaduras.

Empleo de herramienta o gancho para separar posibles trozos de armadura que se encuentre en la zona de acción de la cizalladora.

Durante el mantenimiento de la máquina esta deberá estar desconectada.

Mantener el lugar limpio de obstáculos y agua.

#### **11.3.3 DOBLADORA: MÁQUINA EMPLEADA PARA EL CURVADO DE LAS ARMADURAS**

Medidas de protección de la máquina:

Todas las piezas móviles deben estar protegida hasta una altura por lo menos de 2 metros de la plataforma de trabajo.

La máquina debe tener un programa periódico de inspecciones.

Los punzones y demás pares clave de la dobladora han de estar en perfecto estado y convenientemente reglados.

Se dispondrá de botón de parada de emergencia.

Mantener siempre una limpieza diaria de la zona de trabajo.

Medidas de protección del operario:

El trabajador llevará la ropa de trabajo adecuada a su puesto, y medios de protección individuales adecuados.

Solamente deberá manejar la máquina personal con experiencia y autorizado por su empresa.

Durante el mantenimiento de la máquina esta deberá estar desconectada.

Llevará los medios de protección individuales adecuados.

Mantendrá el lugar de trabajo limpio y ordenado.



### 11.3.4 CAMIÓN GRÚA

#### **MEDIDAS DE PROTECCIÓN:**

El manejo del camión lo realizará personal con carnet y autorizaciones adecuadas.

El manejo de la grúa lo realizará el personal autorizado.

El atado de las cargas se realizará de forma adecuada, en dos puntos de anclaje y sobre latiguillos específicos que soporten la carga.

Durante el proceso de descarga de las armaduras, se prohíbe la estancia de ningún trabajador bajo la carga.

No podrá ayudarse al descenso de la carga en ningún momento.

El acopio del material se efectuará en una zona habilitada al uso y libre de cables o conexiones que pudieran ser dañadas tras el acopio.

## **11.4 MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS**

### 11.4.1 PALAS CARGADORAS

#### **RIESGOS**

Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento

Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre planos inclinados del terreno

Desplome de taludes o de frentes de excavación bajo o sobre la máquina

Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina

Choques de la máquina con otras o con vehículos

Atrapamientos por útiles o transmisiones

Vibraciones transmitidas por la máquina

Polvaredas que disminuyan la visibilidad

#### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

Además de las medidas generales de maquinaria, se establecerán las siguientes medidas preventivas específicas, las cuales deberán ser concretadas a nivel más detallado por el plan de seguridad y salud que desarrolle el presente estudio:

Las palas cargadoras irán dotadas de un botiquín de primeros auxilios, adecuadamente resguardado y mantenido limpio interna y externamente.



Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina gases procedentes de la combustión. Esta precaución se extremará en los motores provistos de ventilador de aspiración para el radiador.

Las palas cargadoras que deban transitar por la vía pública cumplirán con las disposiciones reglamentarias necesarias para estar autorizadas.

Los conductores se cerciorarán siempre de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de trabajo de la máquina.

Los conductores, antes de realizar nuevos recorridos, harán a pie el camino de trabajo, con el fin de observar las irregularidades que puedan dar origen a oscilaciones verticales u horizontales de la cuchara.

El maquinista estará obligado a no arrancar el motor de la máquina sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la misma.

Se prohibirá terminantemente transportar personas en el interior de la cuchara.

Se prohibirá terminantemente izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.

Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.

La cuchara, durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible, para que la máquina pueda desplazarse con la máxima estabilidad.

Los ascensos o descensos en carga de la cuchara se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.

La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

Se prohibirá el manejo de grandes cargas (cucharas a pleno llenado), cuando existan fuertes vientos en la zona de trabajo. El choque del viento puede hacer inestable la carga.

Se prohibirá dormir bajo la sombra proyectada por la máquina en reposo.

#### 11.4.2 BULLDOZER

### RIESGOS

Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento

Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre planos inclinados del terreno

Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina

Atrapamientos por útiles o transmisiones

Vibraciones transmitidas por la máquina



Ambiente pulvígeno

Polvaredas que disminuyan la visibilidad

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán para evitar blandones y barrizales excesivos.

No se admitirán en la obra bulldózers desprovistos de la cabina antivuelco, la cual no presentará deformaciones por haber sufrido algún vuelco.

Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.

Los bulldózers a utilizar en esta obra estarán dotados de un botiquín portátil de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para conservarlo limpio.

Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.

Se prohíbe el abandono de la máquina sin haber antes apoyado sobre el suelo la cuchilla y el escarificador.

Se prohíbe el transporte de personas sobre el bulldozer, para evitar el riesgo de caídas o de atropellos.

Los bulldózers estarán dotados de un extintor, timbrado, y con las revisiones al día.

Los bulldózers en esta obra estarán dotados de luces y bocina de retroceso.

Se prohíbe, como norma general, estacionar los bulldózers a menos de tres metros del borde de barrancos, hoyos, zanjas, etc., para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.

Antes de iniciar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará detenidamente la zona, en prevención de desprendimientos sobre las personas o cosas.

Como norma general, se evitará en lo posible superar los 3 km/h en el movimiento de tierras mediante bulldozer.

Se prohíbe realizar trabajos en la proximidad de los bulldózers en funcionamiento.

Como norma general, se prohíbe la utilización de los bulldózers en las zonas de esta obra con pendientes en torno al 50%.

En prevención de vuelcos por deslizamientos se señalizarán los bordes superiores de los taludes que deban ser transitados, con señalización situada a una distancia no inferior a los 2 m del borde como norma general.

### 11.4.3 MOTONIVELADORAS

#### RIESGOS

Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento

Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre planos inclinados del terreno

Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina

Atrapamientos por útiles o transmisiones

Vibraciones transmitidas por la máquina

Ambiente pulvígeno

Polvaredas que disminuyan la visibilidad

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

Además de las medidas generales de maquinaria, se establecerán las siguientes medidas preventivas específicas, las cuales deberán ser concretadas con mayor nivel de detalle por el plan de seguridad y salud que desarrolle el presente estudio:

El operador se asegurará en cada momento de la adecuada posición de la cuchilla, en función de las condiciones del terreno y fase de trabajo en ejecución.

Se circulará siempre a velocidad moderada.

El conductor hará uso del claxon cuando sea necesario apercibir de su presencia y siempre que vaya a iniciar el movimiento de marcha atrás.

Al abandonar la máquina, el conductor se asegurará de que está frenada y de que no puede ser puesta en marcha por persona ajena.

El operador utilizará casco siempre que esté fuera de la cabina.

El operador habrá de cuidar adecuadamente la máquina, dando cuenta de fallos o averías que advierta e interrumpiendo el trabajo siempre que estos fallos afecten a frenos o dirección, hasta que la avería quede subsanada.

Las operaciones de mantenimiento y reparaciones, se harán con la máquina parada y con la cuchilla apoyada en el suelo.

Estará prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la máquina.

Normas preventivas para el operador de motoniveladora.

Han de extremarse las precauciones ante taludes y zanjas.

En los traslados, ha de circularse siempre con precaución y con la cuchilla elevada, sin que ésta sobrepase el ancho de su máquina.



Siempre se vigilará especialmente la marcha atrás y siempre se accionará la bocina en esta maniobra.

No se permitirá el acceso de personas, máquinas, y vehículos a la zona de trabajo de la máquina, sin previo aviso.

Al parar, el conductor ha de posar el escarificador y la cuchilla en el suelo, situando ésta sin que sobrepase el ancho de la máquina.

#### 11.4.4 RETROEXCAVADORAS

### RIESGOS

Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento

Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre planos inclinados del terreno

Desplome de taludes o de frentes de excavación bajo o sobre la máquina

Máquina sin control, por abandono del conductor sin desconectar ni poner frenos

Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina

Choques de la máquina con otras o con vehículos

Contacto de la máquina con líneas eléctricas aéreas o enterradas

Atrapamientos por útiles o transmisiones

Golpes o proyecciones de materiales del terreno

Vibraciones transmitidas por la máquina

Polvaredas que disminuyan la visibilidad

### Ruido

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Además de las medidas generales de maquinaria, las cuales deberán ser concretadas con más detalle por el plan de seguridad y salud, se entregará por escrito a los maquinistas de las retroexcavadoras que vayan a emplearse en la obra, la normativa de acción preventiva y, específicamente, la que recoja las siguientes normas mínimas:

Las retroexcavadoras a utilizar en esta obra estarán dotadas de luces y bocina de retroceso en correcto estado de funcionamiento.

En el entorno de la máquina, se prohibirá la realización de trabajos o la permanencia de personas. Esta zona se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador. Conforme vaya avanzando la retroexcavadora, se marcarán con cal o yeso bandas de seguridad. Estas precauciones deberán extremarse en presencia de otras máquinas, en



especial, con otras retroexcavadoras trabajando en paralelo. En estos casos será recomendable la presencia de un señalista.

Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y barrizales excesivos, que mermen la seguridad de la circulación de estas máquinas.

El maquinista debe tomar toda clase de precauciones cuando trabaja con cuchara bivalva, que puede oscilar en todas las direcciones y golpear la cabina o a las personas circundantes que trabajan en las proximidades, durante los desplazamientos.

El avance de la excavación de las zanjas se realizará según lo estipulado en los planos correspondientes del proyecto.

Si se emplea cuchara bivalva, el maquinista antes de abandonar la máquina deberá dejar la cuchara cerrada y apoyada en el suelo.

La retroexcavadora deberá llevar apoyada la cuchara sobre la máquina durante los desplazamientos, con el fin de evitar balanceos.

Los ascensos o descensos de las cucharas en carga se realizarán siempre lentamente.

Se prohibirá el transporte de personas sobre la retroexcavadora, en prevención de caídas, golpes y otros riesgos.

Se prohibirá utilizar el brazo articulado o las cucharas para izar personas y acceder así a trabajos elevados y puntuales.

Se prohibirá realizar maniobras de movimiento de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.

Antes de abandonar la máquina deberá apoyarse la cuchara en el suelo.

Quedará prohibido el manejo de grandes cargas (cuchara a pleno llenado), bajo régimen de fuertes vientos.

Si, excepcionalmente, se utiliza la retroexcavadora como grúa, deberán tomarse las siguientes precauciones:

La cuchara tendrá en su parte exterior trasera una argolla soldada expresamente para efectuar cuelgues.

El cuelgue se efectuará mediante ganchos o mosquetón de seguridad incorporado al balancín.

Los tubos se suspenderán siempre de los extremos (dos puntos), en posición paralela al eje de la zanja, con la máquina puesta en la dirección de la misma y sobre su directriz. Puede emplearse una uña de montaje directo.

La carga será guiada por cabos manejados por dos operarios.

La maniobra será dirigida por un especialista.



En caso de inseguridad de los paramentos de la zanja, se paralizarán inmediatamente los trabajos.

El cambio de posición de la retroexcavadora se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha (salvo en distancias muy cortas).

Se prohibirá realizar cualquier otro tipo de trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retroexcavadora.

Se instalará una señal de peligro sobre un pie derecho, como límite de la zona de seguridad del alcance del brazo de la retroexcavadora. Esta señal se irá desplazando conforme avance la excavación.

Se prohibirá verter los productos de la excavación con la retroexcavadora a menos de 2 m del borde de corte superior de una zanja o trinchera, para evitar los riesgos por sobrecarga del terreno.

Si la retroexcavadora ha de realizar la excavación por debajo de su plano de sustentación, el cazo nunca deberá quedar por debajo del chasis. Para excavar la zona de debajo del chasis de la máquina, ésta deberá retroceder de forma que, cuando realice la excavación, el cazo nunca quede por debajo del chasis.

En la fase de excavación, la máquina nunca deberá exponerse a peligros de derrumbamientos del frente de excavación.

Con objeto de evitar lesiones durante las operaciones de mantenimiento, el maquinista deberá apoyar primero la cuchara en el suelo, parar el motor, poner en servicio el freno de mano y bloquear la máquina. A continuación, podrá ya realizar las operaciones de servicio que necesite.

#### 11.4.5 CAMIONES Y DÚMPERES

### RIESGOS

Accidentes de tráfico en incorporaciones o desvíos desde/hacia la obra

Derrame del material transportado

Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento

Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre planos inclinados del terreno

Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina

Choques de la máquina con otras o con vehículos

Contacto de la máquina con líneas eléctricas aéreas

Atrapamientos por útiles o transmisiones

Golpes o proyecciones de materiales del terreno



Vibraciones transmitidas por la máquina

Polvaredas que disminuyan la visibilidad

Ruido

### MEDIDAS PREVENTIVAS

El conductor de cada camión estará en posesión del preceptivo carnet de conducir y actuará con respeto a las normas del código de circulación y cumplirá en todo momento la señalización de la obra.

El acceso y circulación interna de camiones en la obra se efectuará tal y como se describa en los planos del plan de seguridad y salud de la misma.

Las operaciones de carga y de descarga de los camiones, se efectuarán en los lugares señalados en los planos para tal efecto.

Todos los camiones dedicados al transporte de materiales para esta obra, estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.

Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas, en prevención de accidentes por fallo mecánico.

El ascenso y descenso de las cajas de los camiones se efectuará mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal menester, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad.

Las maniobras de carga y descarga mediante plano inclinado, serán gobernadas desde la caja del camión por un mínimo de dos operarios mediante soga de descenso. En el entorno del final del plano no habrá nunca personas, en prevención de lesiones por descontrol durante el descenso.

El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona, en previsión de desplomes.

Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensando los pesos, de la manera más uniformemente repartida posible.

El gancho de la grúa auxiliar, si existe, estará siempre dotado de pestillo de seguridad.

A las cuadrillas encargadas de la carga y descarga de los camiones, se les hará entrega de la siguiente normativa de seguridad:

El maquinista deberá utilizar guantes o manoplas de cuero para evitar lesiones en las manos.

El maquinista deberá emplear botas de seguridad para evitar aplastamientos o golpes en los pies.

El acceso a los camiones se realizará siempre por la escalerilla destinada a tal fin.

El maquinista cumplirá en todo momento las instrucciones del jefe de equipo.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



Quedará prohibido saltar al suelo desde la carga o desde la caja si no es para evitar un riesgo grave.

A los conductores de los camiones, cuando traspasen la puerta de la obra se les entregará la siguiente normativa de seguridad (para visitantes):

“Atención, penetra usted en una zona de riesgo, siga las instrucciones del señalista. Si desea abandonar la cabina del camión utilice siempre el casco de seguridad que se le ha entregado al llegar junto con esta nota. Circule únicamente por los lugares señalizados hasta llegar al lugar de carga y descarga. Una vez concluida su estancia en la obra, devuelva el casco al salir. Gracias.”

Los camiones dúmper a emplear en la obra deberán ir dotados de los siguientes medios en correcto estado de funcionamiento:

Faros de marcha hacia delante

Faros de marcha de retroceso

Intermitentes de aviso de giro

Pilotos de posición delanteros y traseros

Pilotos de balizamiento superior delantero de la caja

Servofrenos

Frenos de mano

Bocina automática de marcha retroceso

Cabinas antivuelco

Pueden ser precisas, además: cabinas dotadas de aire acondicionado, lonas de cubrición de cargas y otras.

Diariamente, antes del comienzo de la jornada, se inspeccionará el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocinas, neumáticos, etc. en prevención de los riesgos por mal funcionamiento o avería.

El trabajador designado de seguridad será el responsable de controlar la ejecución de la inspección diaria, de los camiones dúmper.

A los conductores de los camiones dúmper se les hará entrega de la siguiente normativa preventiva:

Suba y baje del camión por el peldañado del que está dotado para tal menester, no lo haga apoyándose sobre las llantas, ruedas o salientes. Durante estas operaciones, ayúdese de los asideros de forma frontal.

No salte nunca directamente al suelo, si no es por peligro inminente para usted.



No trate de realizar ajustes con los motores en marcha, puede quedar atrapado.

Todas las operaciones de revisión o mantenimiento que deban realizarse con el basculante elevado se efectuarán asegurando que se impide su descenso mediante enclavamiento.

No permita que las personas no autorizadas accedan al camión, y mucho menos que puedan llegar a conducirlo.

No utilice el camión dumper en situación de avería o de semiavería. Haga que lo reparen primero. Luego, reanude el trabajo.

Antes de poner en marcha el motor, o bien, antes de abandonar la cabina, asegúrese de que ha instalado el freno de mano.

No guarde combustibles ni trapos grasientos sobre el camión dumper, pueden producir incendios.

En caso de calentamiento del motor, recuerde que no debe abrir directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido, si lo hace, puede causarle quemaduras graves.

Recuerde que el aceite del cárter está caliente cuando el motor lo está. Cámbielo una vez frío.

No fume cuando manipule la batería ni cuando abastece de combustibles, puede incendiarse.

No toque directamente el electrolito de la batería con los dedos. Si debe hacerlo, hágalo protegido con guantes de goma o de PVC.

Si debe manipular en el sistema eléctrico del camión dumper por alguna causa, desconecte el motor y extraiga la llave de contacto totalmente.

No libere los frenos del camión en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas, para evitar accidentes por movimientos indeseables.

Si durante la conducción sufre un reventón y pierde la dirección, mantenga el volante en el sentido en la que el camión se va. De esta forma conseguirá dominarlo.

Si se agarra el freno, evite las colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suave posible, o bien, introdúzcase en terreno blando.

Antes de acceder a la cabina, dé la vuelta completa caminando entorno del camión, por si alguien se encuentra a su sombra. Evitará graves accidentes.

Evite el avance del camión dumper por la caja izada tras la descarga. Considere que puede haber líneas eléctricas aéreas y entrar en contacto con ellas o bien, dentro de las distancias de alto riesgo para sufrir descargas.

Una vez efectuada la descarga, la caja será bajada antes de reemprender la marcha. Nunca se debe poner en movimiento el vehículo con la caja levantada.

Se atenderá a la posible presencia de tendidos aéreos eléctricos o telefónicos antes de comenzar la elevación de la caja.



Si establece contacto entre el camión dumper y una línea eléctrica, permanezca en su punto solicitando auxilio mediante la bocina. Una vez le garanticen que puede abandonar el camión, descienda por la escalerilla normalmente y desde el último peldaño, salte lo más lejos posible, sin tocar tierra y camión de forma simultánea, para evitar posibles descargas eléctricas. Además, no permita que nadie toque el camión, es muy peligroso.

Se prohibirá trabajar o permanecer a distancias inferiores a 10 m de los camiones dumper.

Aquellos camiones dumper que se encuentren estacionados, quedarán señalizados mediante señales de peligro.

La carga del camión se regará superficialmente para evitar posibles polvaredas que puedan afectar al tráfico circundante.

Los caminos de circulación interna para el transporte de tierras serán los que se marquen en los planos del plan de seguridad y salud de la obra.

Se prohibirá cargar los camiones dumper de la obra por encima de la carga máxima marcada por el fabricante, para prevenir los riesgos por sobrecarga.

Todos los camiones dumper estarán en perfectas condiciones de conservación y de mantenimiento, en prevención del riesgo por fallo mecánico.

Tal y como se indicará en los planos del plan de seguridad y salud, se establecerán fuertes topes de final de recorrido, ubicados a un mínimo de dos metros del borde de los taludes, en prevención del vuelco y caída durante las maniobras de aproximación para vertido.

Se instalarán señales de peligro y de prohibido el paso, ubicadas a 15 m de los lugares de vertido de los dumpers, en prevención de accidentes al resto de los operarios.

Se instalará un panel ubicado a 15 m del lugar de vertido de los dumpers con la siguiente leyenda:

“NO PASE, ZONA DE RIESGO. es posible que LOS CONDUCTORES NO LE VEAN; APÁRTESE DE ESTA ZONA”.

#### 11.4.6 MOTOVOLQUETES

### RIESGOS

Accidentes de tráfico en incorporaciones o desvíos desde/hacia la obra

Derrame del material transportado

Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento

Choques de la máquina con otras o con vehículos

Atrapamientos por útiles o transmisiones

Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento



Vibraciones transmitidas por la máquina

Ambiente pulvígeno

Ruido

## MEDIDAS PREVENTIVAS

El encargado de conducción del motovolquete, será especialista en el manejo de este vehículo.

El encargado del manejo del motovolquete deberá recibir la siguiente normativa preventiva:

Considere que este vehículo no es un automóvil, sino una máquina; trátelo como tal y evitará accidentes.

Antes de comenzar a trabajar, cerciórese de que la presión de los neumáticos es la recomendada por el fabricante. Considere que esta circunstancia es fundamental para la estabilidad y buen rendimiento de la máquina.

Antes de comenzar a trabajar, compruebe el buen estado de los frenos; evitará accidentes.

Cuando ponga el motor en marcha, sujete con fuerza la manivela y evite soltarla de la mano. Los golpes por esta llave suelen ser muy dolorosos y producen lesiones serias.

No ponga el vehículo en marcha sin antes cerciorarse de que tiene el freno de mano en posición de frenado; evitará accidentes por movimientos incontrolados.

No cargue el cubilote del motovolquete por encima de la carga máxima en él grabada. Evitará accidentes.

No transporte personas en su motovolquete, salvo que éste vaya dotado de un sillín lateral adecuado para ser ocupado por un acompañante. Es muy arriesgado.

Debe tener una visibilidad frontal adecuada. El motovolquete debe conducirse mirando al frente, hay que evitar que la carga le haga conducir al maquinista con el cuerpo inclinado mirando por los laterales de la máquina, pues no es seguro y se pueden producir accidentes.

Evite descargar al borde de cortes del terreno si ante éstos no existe instalado un tope final de recorrido. Un despiste puede precipitarles a usted y a la máquina y las consecuencias podrían ser graves.

Respete las señales de circulación interna.

Respete las señales de tráfico si debe cruzar calles o carreteras. Piense que, si bien usted está trabajando, los conductores de los vehículos en tránsito no lo saben; extreme sus precauciones en los cruces. Un minuto más de espera, puede evitar situaciones de alto riesgo.

Cuando el motovolquete cargado discurra por pendientes, es más seguro hacerlo en marcha hacia atrás, de lo contrario puede volcar.

Cuide seguir los caminos de circulación marcados en los planos de este plan de seguridad y salud.



Se instalarán, según el detalle de planos del plan de seguridad y salud de la obra, topes finales de recorrido de los motovolquetes delante de los taludes de vertido.

Se prohibirán expresamente los colmos del cubilote de los motovolquetes que impidan la visibilidad frontal.

En previsión de accidentes, se prohibirá el transporte de piezas (puntales, tablonas) que sobresalgan lateralmente del cubilote del motovolquete.

En la obra se prohibirá conducir los motovolquetes a velocidades superiores a los 20 Km./h.

Los motovolquetes que se dediquen al transporte de masas poseerán en el interior del cubilote una señal que indique el llenado máximo admisible, a fin de evitar los accidentes por sobrecarga de la máquina.

Se prohibirá el transporte de personas sobre el motovolquete.

Los conductores deberán poseer carnet de conducir clase B, cuando el motovolquete pueda acceder al tráfico exterior a la obra.

El motovolquete deberá llevar faros de marcha adelante y de retroceso, siempre que deba ser utilizado en horas de escasa visibilidad o circular en el tráfico exterior.

#### 11.4.7 CAMIÓN CISTERNA DE AGUA

### PRINCIPALES RIESGOS

Caída a distinto nivel.

Caída de personas al mismo nivel

Atropello

Choques con otros vehículos

Vuelco

Atrapamiento

Polvo

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Al personal encargado del manejo del vehículo estará en posesión del carnet requerido para la conducción de la máquina.

Antes de comenzar los trabajos se comprobará la presión de los neumáticos, los frenos, las luces y el avisador acústico.

Por las características de la carga, se extremarán las precauciones de estabilidad en los desplazamientos.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



Se la cuba lleva un dispositivo de corte de riego, se empleará en el cruce con otros vehículos.

Cuando se circule por vías públicas se cumplirá la normativa del Código de Circulación vigente.

Se respetarán las circulaciones internas de la obra, así como las zonas de carga y descarga previstas.

El ascenso y descenso de la cuba se efectuarán mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal fin, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad.

Los camiones estarán dotados de un extintor, timbrado y con las revisiones al día, así como de luces, espejos retrovisores y bocina de retroceso.

El camión estará en perfectas condiciones de uso y con la documentación oficial al día.

El camión estará dotado de faros marcha adelante y retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores a ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti-impactos, y extintor timbrado y con las revisiones al día.

El camión será inspeccionado diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, de los sistemas hidráulicos, frenos, dirección luces, bocina de retroceso, transmisiones y neumáticos.

No se realizarán ajustes, mantenimiento o revisiones con el tractor en movimiento o con el motor el funcionamiento.

Las carcasas de protección estarán en perfecto estado e instaladas correctamente y sólo podrán ser retiradas con el motor del tractor parado, debiéndose reemplazar a su lugar de origen antes de la puesta en marcha.

Serán de obligado cumplimiento las normas de uso, de mantenimiento y de seguridad marcadas por el fabricante del tractor. La conducción del tractor sólo estará permitida a personal experto en su manejo.

No se liberarán los frenos de la máquina en posición parada, si antes no se han instalado tacos fiables de inmovilización de las ruedas.

Las labores de repostaje se realizarán en zonas alejadas de los elementos que puedan provocar la ignición del carburante; además, queda prohibido fumar en las cercanías.

La subida y bajada se realizará de forma frontal (mirando hacia ella), agarrándose con las dos manos. Antes de efectuar cualquier desplazamiento con el tractor se comprobará que ninguna persona se encuentra en las cercanías de la máquina y se hará sonar el claxon.

La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

No se superará la máxima pendiente de trabajo indicada por el fabricante o constructor de la máquina.

Guardar la distancia de seguridad a las zanjas, taludes y toda alteración del terreno que pueda posibilitar el vuelco de la máquina.



Queda prohibido que los conductores abandonen el camión con el motor en marcha sin haber puesto el freno de mano. Queda prohibido transportar a personas sobre el camión.

Se prohíbe la realización de trabajos o la permanencia de personas en el radio de acción de la máquina. El eje de transmisión de fuerza estará protegido con la carcasa obligatoria.

No se admitirán tractores desprovistos de cabinas antivuelco (pórtico de seguridad anti-vuelco y anti-impactos).

Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.

Los tractores cumplirán todos los requisitos para que puedan desplazarse por carretera, si es que fuera necesario que circulen por ella.

Se prohíbe acceder a la cabina de mandos del tractor, utilizando vestimentas sin ceñir y cadenas, relojes, anillos, etc. que puedan engancharse en los salientes y los controles.

El equipo de riego estará en perfectas condiciones de uso y con la documentación oficial al día. Del mismo modo, dispondrá de marcado CE.

La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta. No se superará la máxima pendiente de trabajo indicada por el fabricante o constructor de la máquina.

Se guardará la distancia de seguridad a zanjas, taludes y toda alteración del terreno que pueda posibilitar el vuelco de la máquina. Todas las zonas de paso de los equipos con riesgo de vuelco, caída..., se señalizarán o protegerán conforme a lo previsto en este documento.

Queda prohibido que los conductores abandonen el tractor con el motor en marcha sin haber puesto el freno de mano.

Queda totalmente prohibido transportar a personas sobre el tractor o en el interior de la cabina. Del mismo modo, también queda prohibido transportar personas sobre la cuba de riego.

Se prohíbe la realización de trabajos o la permanencia de personas en el radio de acción de la máquina. El tractor estará provisto de extintor y botiquín primeros auxilios.

El conductor debe conocer el plan de circulación de la obra, respetará todas las normas del código de circulación y en todo momento la señalización.

Los responsables de la obra coordinarán las labores de riego, estableciendo los puntos que en cada caso resulten necesarios en función del estado de las zonas de paso o de trabajo, de los equipos que deban transitar por ellas, etc.

Los recursos preventivos de cada tajo vigilarán las maniobras que realicen los equipos con el fin de evitar interferencias entre los mismos (choques, atropellos), y prohibirán la presencia de trabajadores en la zona de influencia del equipo de riego.

Se concretarán los itinerarios que deben seguir las cubas de riego hasta alcanzar los puntos de recogida de agua, analizando los riesgos (por las condiciones en que se encuentren las zonas de paso de las cubas, por posibles interferencias...). Se prohibirá la intervención de operarios que realicen estas labores en solitario.



Se analizarán las condiciones bajo las que se efectúe la conexión de la manguera a la cisterna de tal forma que se dispongan las medidas necesarias para prevenir o evitar el riesgo de caída en altura que podría darse durante el transcurso de las actividades.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de seguridad, al salir de la cabina

Guantes de cuero

Guantes de goma

Calzado de seguridad con suela antideslizante

Traje impermeable

### 11.4.8 CAMIÓN HORMIGONERA

## RIESGOS

Accidentes de tráfico en incorporaciones o desvíos desde/hacia la obra

Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento

Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre planos inclinados o zanjas del terreno

Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina

Choques de la máquina con otras o con vehículos

Atrapamientos por útiles o transmisiones

## MEDIDAS PREVENTIVAS

La circulación de este camión en el interior de la obra se atenderá escrupulosamente a las instrucciones que reciba su conductor, con total observancia de la señalización en la misma, sin que deban operar en rampas de pendiente superior a los 20°.

La puesta en estación y todos los movimientos del camión hormigonera durante las operaciones de vertido serán dirigidos por un señalista, que cuidará de la seguridad de atropellos o golpes por maniobras súbitas o incorrectas.

Las operaciones de vertido de hormigón a lo largo de zanjas o cortes en el terreno se efectuarán de forma que las ruedas del camión hormigonera no sobrepasen una franja de dos metros de ancho desde el borde.

Los trabajadores que atiendan al vertido, colocación y vibrado del hormigón tendrán la obligación de utilizar en todo momento casco de seguridad, guantes de goma o P.V.C., botas de seguridad impermeables (en el tajo de hormigonado) y guantes de cuero (en vertido).



#### 11.4.9 BOMBA AUTOPROPULSADA DE HORMIGÓN

##### **RIESGOS**

Accidentes de tráfico en incorporaciones o desvíos desde/hacia la obra

Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento

Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre planos inclinados o zanjas del terreno

Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina

Choques de la máquina con otras o con vehículos

Contacto de la máquina con líneas eléctricas aéreas

Proyecciones de hormigón bombeado sobre trabajadores o público

Desprendimientos o latigazos bruscos de mangueras y conductos de hormigón

Proyección descontrolada de tapones de hormigón seco

##### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

El personal encargado de su manejo poseerá formación especializada y experiencia en su aplicación y en el mantenimiento del equipo.

El brazo de elevación de la manguera no podrá ser utilizado para ningún tipo de actividad de elevación de cargas u otras diferentes a la que define su función.

La bomba dispondrá de comprobante de haber pasado su revisión anual en taller indicado para ello por el fabricante y tal comprobante se presentará obligatoriamente al jefe de obra, pudiendo ser requerido por el coordinador de seguridad y salud en cualquier momento.

Cuando se utilice en cascos urbanos o semiurbanos, la zona de bombeo quedará totalmente aislada de los peatones, mediante las vallas y separaciones que sean precisas.

Los trabajadores no podrán acercarse a las conducciones de vertido del hormigón por bombeo a distancias menores de 3 m y dichas conducciones estarán protegidas por resguardos de seguridad contra posibles desprendimientos o movimientos bruscos.

Al terminar el tajo de hormigonado, se lavará y limpiará siempre el interior de los tubos de todo el equipo, asegurando la eliminación de tapones de hormigón.

Los trabajadores que atiendan al equipo de bombeo y los de colocación y vibrado del hormigón bombeado tendrán la obligación de utilizar en todo momento casco de seguridad, guantes de goma o P.V.C., botas de seguridad impermeables (en el tajo de hormigonado), calzado de seguridad (en el equipo) y mandil impermeable.



#### 11.4.10 HORMIGONERA ELÉCTRICA

##### **PRINCIPALES RIESGOS**

Golpes con objetos móviles (tambor) o por vuelco de la máquina.

Atrapamiento por útiles o transmisiones

Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento

Golpes o proyecciones de materiales en su carga

Contactos eléctricos

Quemaduras por incendios

##### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

Utilizar hormigoneras con el marcado CE prioritariamente o adaptadas al RD 1215/1997.

Las hormigoneras pasteras se ubicarán a la distancia prevista en este documento respecto del borde de excavaciones, zanjas, vaciados o asimilables para evitar el riesgo de vuelco de la máquina.

Existirá un camino de acceso fijo a la hormigonera para los dúmperes, separado del de las carretillas manuales, en prevención de los riesgos de golpes o atropellos.

Las hormigoneras pasteras tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión -correas, corona y engranajes-, con el fin de evitar los riesgos de atrapamiento.

Las hormigoneras pasteras a utilizar en obra, estarán dotadas de freno de basculamiento del bomo, para evitar sobreesfuerzos y los riesgos por movimientos descontrolados.

La alimentación eléctrica de las amasadoras se realizará de forma aérea a través del cuadro auxiliar, en combinación con la tierra y los disyuntores del cuadro general (o de distribución) eléctrico, para prevenir los riesgos de contacto con la energía eléctrica. Las carcasas y partes metálicas de las hormigoneras pasteras estarán conectadas a tierra.

El personal encargado del manejo de la hormigonera estará autorizado mediante una acreditación escrita de la constructora para realizar tal misión. La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico. Las operaciones de limpieza directa y manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera. Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.

Para largos periodos de trabajo continuo con la amasadora se deberán usar protectores auditivos.

El cambio de ubicación de la amasadora a gancho de grúa se efectuará mediante el uso de un balancín (o aparejo indeformable), que la suspenda de cuatro puntos seguros.



Antes de su puesta en marcha, un trabajador comprobará que todos los dispositivos de seguridad están instalados y confirmará su buen funcionamiento (protección de correas y poleas, toma de tierra, estado de los cables, palancas, freno de basculamiento, etc.). La instalación eléctrica irá acompañada de una toma de tierra asociada al disyuntor diferencial. Deben mantenerse en buen estado los conductores, conexiones, clavijas, etc.

Dado que en los alrededores de la amasadora podrán darse encharcamientos por mezcla de agua con el polvo del cemento, la máquina tendrá un grado de protección IP-45. En el origen de la instalación habrá un interruptor diferencial de 300 mA, asociado a una puesta de tierra de valor adecuado.

Se mantendrán en buen estado de limpieza, en especial las paletas de mezclado, y se efectuará diariamente al final de la jornada; durante estas operaciones las amasadoras se desconectarán previamente la corriente eléctrica.

Las revisiones por mantenimiento se efectuarán con previa desconexión de la corriente; se advertirán en el cuadro eléctrico las operaciones, para evitar una puesta en funcionamiento incontrolada. Todas las partes móviles del equipo estarán protegidas mediante carcasas, que contarán con los correspondientes enclavamientos.

Las hormigoneras se ubicarán en lugares reservados al efecto, según la organización general de la obra. La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será de accionamiento estanco, en prevención de riesgos eléctricos.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Botas de seguridad.

Ropa de trabajo adecuada (mono).

Chaleco reflectante.

Guantes para evitar abrasiones.

### 11.4.11 VIBRADORES

## RIESGOS

Contactos eléctricos directos

Golpes a otros operarios con el vibrador

Reventones en mangueras o escapes en boquillas

## MEDIDAS PREVENTIVAS

El vibrado se realizará siempre con el trabajador colocado en una posición estable y fuera del radio de acción de mangueras o canaletas de vertido.

La manguera de alimentación eléctrica del vibrador estará adecuadamente protegida, vigilándose sistemáticamente su estado de conservación del aislamiento.



El aparato vibrador dispondrá de toma de tierra.

El vibrador no se dejará nunca funcionar en vacío ni se moverá tirando de los cables.

El trabajador utilizará durante el vibrado, casco de seguridad, botas de goma clase III, guantes dieléctricos y gafas de protección contra salpicaduras de mortero.

#### 11.4.12 RODILLOS COMPACTADORES

### RIESGOS

Accidentes de tráfico en incorporaciones o desvíos desde/hacia la obra

Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento

Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre planos inclinados o zanjas del terreno

Caídas a distinto nivel de personas desde la máquina

Choques de la máquina con otras o con vehículos

Atrapamientos por útiles o transmisiones

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Se solicitará al operador la documentación necesaria que acredite si con anterioridad ha manejado máquinas de la misma marca y tipo.

Antes de subir a la máquina para iniciar la marcha, se comprobará que no hay nadie en las inmediaciones, así como la posible existencia de manchas que indiquen pérdidas de fluidos.

Se atenderá siempre al sentido de la marcha.

No se transportará viajero alguno.

Cuando se tenga que circular por superficies inclinadas, se hará siempre según la línea de máxima pendiente.

Se comunicará a los responsables del Parque de Maquinaria cualquier anomalía observada y se hará constar en el parte de trabajo.

Al abandonar la máquina se dejará en horizontal, frenada y con el motor parado.

Para abrir el tapón del radiador, se eliminará previamente la presión interior y se tomarán precauciones para evitar quemaduras.

Se efectuarán todas las normas indicadas en el manual de mantenimiento.

No se realizarán revisiones o reparaciones con el motor en marcha.



## 11.5 MAQUINARIA PARA ELEVACIÓN

### 11.5.1 APARATOS DE ELEVACIÓN EN GENERAL

En general en los izados, cualquier que sea el aparato de elevación empleado, se respetarán las siguientes normas:

Antes de comenzar la maniobra se comprobará el peso exacto de la pieza, y que tanto la máquina como los elementos auxiliares necesarios para efectuar el izado son capaces de resistir a la carga y que se encuentran en perfecto estado de conservación y funcionamiento.

Se comprobará que el embragado de las piezas es correcto y no permite el desplazamiento o caída de la carga.

El embragado de piezas y la sujeción a estructuras de poleas de reenvío se harán preferentemente por medio de cáncamos y grilletes. Cuando esto no fuera posible, los cables y estrobos se protegerán con cantoneras.

Se evitará dar golpes a los grilletes, así como soldar sobre ellos o calentarlos. Las mismas precauciones se adoptarán con las poleas.

Se acotará y señalizará la zona de izado.

Se comprobará, antes de comenzar la maniobra, que el camino que ha de recorrer la pieza está libre de obstáculos.

Se procurará que las parejas de radioteléfonos utilizados en la obra, emitan en diferentes longitudes de onda para evitar interferencias: en cualquier caso, se deben utilizar claves de identificación cada vez que se dé una orden por medio de radioteléfono.

El contratista designará un director de operaciones de las grúas.

El personal que ordene las maniobras deberá estar especializado; se evitarán los cambios del personal dedicado a estas tareas.

El personal dedicado habitualmente a la ejecución de maniobras, dispondrá de tablas e instrucciones que le permitan seleccionar correctamente los elementos adecuados a cada maniobra.

Las maniobras importantes estarán calculadas y supervisadas por un técnico capacitado para ello.

El izado de la carga se hará vertical y no en sentido oblicuo.

Se prohíbe el traslado de personal sobre cargas, ganchos o eslingas vacías.

Para el izado de materiales menudos emplearán recipientes cuya capacidad de carga esté calculada y reflejada de forma bien visible sobre el recipiente.

Se prohíbe terminantemente situarse sobre piezas suspendidas.



En las maniobras con cabrestante, además de lo anterior, se tendrá en cuenta:

Que las maniobras estén dirigidas por una sola persona responsable, dando él solamente las órdenes oportunas.

El perfecto anclaje del cabrestante al suelo o a una estructura resistente.

Se prohibirá dejar los aparatos de elevación con cargas suspendidas.

Que el tramo horizontal del cable a la salida del cabrestante esté protegido contra golpes o roces que puedan producir su rotura.

Que en toda la longitud del cable no haya peligro de contactos eléctricos.

Que el cable no roce contra aristas vivas.

Se evitará transportar cargas por encima de lugares donde haya personas trabajando.

Se comprobará constantemente el funcionamiento del electrofreno y del mecanismo de arranque y control de la velocidad; independientemente de las revisiones periódicas que se realicen.

Los cabrestantes estarán protegidos de la intemperie por casetas apropiadas.

Cuando funcione la grúa sin carga, el gancho irá lo suficientemente elevado para evitar tropezar con personas objetos.

Se estudiará detenidamente la situación de los cabrestantes y poleas de reenvío para evitar los cambios frecuentes de maniobras.

En los trabajos con grúas, además de las normas dadas, se observarán las siguientes:

Se comprobará que el terreno sobre el que ha de asentarse la grúa tiene la resistencia adecuada.

No se emplearán grúas para arrastrar piezas ni para arrancar objetos empotrados.

Se comprobará que las piezas a elevar están libres de cualquier anclaje.

Se comprobará que ni la pluma ni la contrapluma interfieren con estructuras, líneas eléctricas u otras grúas.

Si en la proximidad de la grúa hay líneas eléctricas se respetarán siempre las distancias mínimas establecidas, en caso de duda se pedirá el corte de corriente.

Se comprobará con frecuencia el correcto funcionamiento de los mecanismos limitadores de carga y del anemómetro; se prohíbe terminantemente anular o modificar estos aparatos.

No se efectuarán izados cuando la velocidad del viento sobrepase la velocidad límite establecida en las especificaciones de la grúa.

Aun cuando la velocidad del viento no llegue al límite, se considerará el posible efecto sobre la pieza debido al tamaño o forma de ésta, desistiendo del izado cuando se sospeche que se pueden producir oscilaciones de la pieza a causa del viento.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ALFONSO X EL MAGNO, 10 50001 ZARAGOZA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL/AROV/24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

Las maniobras con grúa se efectuarán con todos los gatos apoyados.

Durante la parada de fin de jornada se adoptarán las precauciones especificadas al efecto por el fabricante.

## 11.5.2 CARRETILLA ELEVADORA

### RIESGOS

Caídas a distinto nivel

Caída de objetos en manipulación

Choque contra objetos móviles/inmóviles

Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos

Contactos eléctricos

Atropellos o golpes con vehículos

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Antes de poner en marcha la carretilla debemos asegurarnos de que no hay nadie alrededor de esta.

Cumplir fielmente los límites de velocidad, conduciendo despacio en terrenos desiguales o accidentados. Se dice que una velocidad es segura cuando permite detener la carretilla a la distancia determinada y efectuar giros sin peligro de volcar.

Cuando el terreno esté húmedo la carretilla se conducirá muy lentamente.

Tocar el claxon para avisar de la proximidad de la carretilla, sobre todo en zonas en las que no hay visibilidad.

Evitar, en lo posible, la marcha atrás, aunque para el descenso de pendientes con carga, es imprescindible hacerlo para evitar la inestabilidad y el posible vuelco. También se conducirá marcha atrás cuando transporten cargas voluminosas que dificulten la visibilidad hacia delante; se auxiliará de una persona que le sirva de guía, si es necesario.

Mantendremos siempre una distancia de seguridad mínima detrás de otra carretilla que esté en movimiento.

Mantendremos siempre la carga de forma segura y estable, y no circularemos nunca con las horquillas elevadas; se circulará siempre con las horquillas a unos 15 cm. del suelo inclinadas hacia atrás.

No se utilizarán las carretillas para transportar a las personas, ni para elevarlas.

No sacar los brazos, las piernas o cualquier otra parte del cuerpo fuera de la carretilla.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreso</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º DE ARAGÓN Y LA RIOJA D.º DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

Si se deja desatendido el montacargas, la horquilla se dejará en su posición más baja, se parará el motor, se retirará la llave de contacto, se dejarán los mandos en punto muerto y se pondrá el freno de inmovilización. Si está en pendiente se calzará la carretilla cuidadosamente.

El conductor deberá llevar el equipo de protección individual. La ropa de los conductores no debe ser excesivamente holgada para evitar que sea atrapada.

Se asegurará que la carga no sobrepasará la capacidad nominal de la carretilla.

Sólo se transportarán cargas preparadas correctamente.

Se transportará la carga lo más baja posible, teniendo en cuenta la distancia necesaria sobre el suelo. Nunca se circulará con la carga levantada, ya que se reduce la estabilidad.

Se avanzará siempre con una velocidad regular, desconectando de forma brusca sólo en caso de peligro.

No se permitirá nunca que nadie se sitúe cerca de carga levantada y menos que circule bajo ella.

Se dispondrá de iluminación rotativa en las carretillas.

#### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:**

Casco de seguridad

Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

Guantes de seguridad

Protección auditiva

Ropa de Aun trabajo de alta visibilidad.

#### 11.5.3 GRÚA AUTOPROPULSADA Y CAMIÓN GRÚA

##### **EMPLEO:**

Su empleo está previsto para el movimiento de los materiales, desde su lugar de acopio hasta los diferentes tajos de trabajo, o situación de otros medios de transporte, por ejemplo: plataforma vía del tren de trabajos.

Las grúas autopropulsadas estarán reguladas según RD 837/2003 y la instrucción de desarrollo ITC MIE AEM 4.

Los camiones grúa transportarán los materiales desde los acopios hasta los huecos previstos en la losa de cubierta para la entrada de materiales.

##### **RIESGOS:**

Atropellos.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 INGENIERO INDUSTRIAL</p> <p>VISADO Nº 04535-24A DISEÑO Y PROYECTO</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

Vuelco por paso inadecuado en aparato de desvío.

Desplome de la grúa por rotura del cable, fallo en los husillos o fallo del terreno.

Atrapamientos en los puntos de contacto de los cables, poleas o en los engranajes.

Contacto eléctrico indirecto.

Contacto eléctrico directo, debido al contacto de la carga o de los cables de la grúa con líneas eléctricas aéreas.

Atrapamientos de personas entre la grúa móvil y elementos fijos, edificios, maquinaria, etc.

Caída de la carga o parte de ella.

Caída del gruista.

Rotura del cable o gancho.

Golpes y aplastamientos por la carga.

## **NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD**

El gruista debe conocer y cumplir con los datos técnicos de la máquina relativos a su funcionamiento, carga máxima, mantenimiento, etc.

La ropa de trabajo será de alta visibilidad, estará ajustada al cuerpo.

Los bloques de hormigón o acero de los contrapesos para grúas de gran tonelaje, deberán repartirse simétricamente en uno y otro lado del eje de la grúa, estarán tarados y marcados con la indicación de su peso.

No debe utilizarse la grúa con velocidad del viento igual o superior a 60 Km./h. o al límite fijado por el constructor.

Las cargas de forma alargada se sujetarán con eslingas dobles para evitar que puedan caer por deslizamiento, recomendando el empleo de balancines adecuados.

Cuando sea preciso se guiarán con cuerdas, estando la persona que guía la carga fuera del alcance de caída de la misma.

Los operarios que auxilien las maniobras, no permanecerán en el radio de acción de la grúa ni de las cargas desplazadas.

En caso necesario, el gruista se colocará sobre una plataforma volada del borde del forjado, dotada de barandillas.

Las grúas tendrán marcado CE o equivalente según caso.

## **PROTECCIONES PERSONALES**

El gruista y auxiliares usaran casco de seguridad.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ ALFONSO X EL MAGNO, 1 50001 ZARAGOZA (AR)</p> <p>VISADO Nº V-04535-24A D. GENECTA/AR/24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

La ropa de trabajo será tipo alta visibilidad y ajustada.

Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.

Botas de seguridad.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

Se evitará volar la carga sobre otras personas trabajando.

Durante las operaciones de mantenimiento de la grúa, las herramientas manuales se transportarán en bolsas adecuadas, no tirando al suelo estas, una vez finalizado el trabajo.

El cable de elevación se comprobará periódicamente, al igual que las eslingas o cadenas a utilizar.

En el caso de grúas autopropulsadas, se designará como Director de las Maniobras al capataz presente en el tajo y que dirija la maniobra.

Se conocerán las líneas aéreas de transporte de energía presentes en el tajo, como su estado de energización, cuando se desconozca dicho estado, ha de suponerse energizada. El Director de las Maniobras autorizará la aproximación a estas según las especificaciones dadas en el RD 614/2001.

### 11.5.4 TRASPALETA

## RIESGOS

Golpes y atrapamientos.

Atropellos.

Sobreesfuerzos.

Caída de la carga.

Atrampamientos

## MEDIDAS PREVENTIVAS

La traspaleta se utilizarán única y exclusivamente para las funciones y trabajo propias de su condición y estructura.

En carga o en vacío, no transportar ni izar personas.

Respetar los itinerarios y reglas de circulación.

No acceder a pasarelas, ascensores, montacargas, etc., sin haberse cerciorado que soportan el peso y volumen de la traspaleta y/o su carga.

Evitar elevar la carga con un solo brazo de la horquilla.



Al bajar la carga comprobar que sobre el suelo nada pueda dañarla o desestabilizarla, revisar que nadie tenga el pie cerca de la transpaleta.

Mirar en la dirección de la marcha y mantener una buena visibilidad del recorrido.

Evitar los arranques y frenazos bruscos, así como los giros rápidos que favorecen la caída de la carga.

Al maniobrar marcha atrás cerca de un muro, columna, estantería, prestar atención se pueden sufrir lesiones al quedar atrapado por el timón.

Al subir una rampa, colocarse siempre delante de la transpaleta.

Al bajar una rampa, colocarse siempre detrás de la transpaleta.

Si el pavimento está húmedo o defectuoso aumentar las precauciones.

#### Condiciones de utilización

El uso de transpaletas automotoras, solo está permitido a personal que cuente con autorización de la empresa. Todas las protecciones y dispositivos de las transpaletas serán respetadas y utilizadas. En ningún caso se sobrepasará la carga máxima establecida por el fabricante.

En caso de observar anomalías o un deficiente funcionamiento, se comunicará de forma inmediata, y si procede se señalará la avería y la prohibición del uso de la transpaleta.

Comprobar que el peso de la carga es adecuado para la capacidad de la transpaleta.

El palet o soporte a transportar se encuentra en buenas condiciones de uso.

Las cargas deben estar perfectamente equilibradas, calzadas o atadas a sus soportes.

Tome la carga situando las horquillas centradas en el palet.

#### PROTECCION INDIVIDUAL

Guantes.

Calzado de seguridad.

#### 11.5.5 PORTABOBINAS

#### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Choques por falta de visibilidad.

Caída de personas a distinto nivel.

Caída de personas al mismo nivel.

Choques contra objetos inmóviles



Choques contra objetos móviles

Atrapamientos por vuelco de máquinas

Atrapamiento por ó entre objetos

Exposición a temperaturas ambiente extremas

### **MEDIDAS PREVENTIVAS:**

Se usarán cuñas que impidan el desplazamiento involuntario de las bobinas.

Antes de iniciar cada trabajo se deberá comprobar el buen funcionamiento de los frenos del portabobinas.

Antes de empezar a tirar cable, se deberá revisar que los cables de las bobinas pasan correctamente por los rodillos.

### **PROTECCIONES INDIVIDUALES:**

Casco.

Botas de seguridad

Calzado de seguridad.

Guantes de seguridad contra riesgos mecánicos.

Faja lumbar

### **PROTECCIONES COLECTIVAS**

Cinta de balizamiento

## 11.5.6 MÁQUINA DE TIRO PARA TENDIDO DE CABLES

### **IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

Golpes y cortes por objetos o herramientas.

Atrapamiento por o entre objetos.

Contacto térmico.

Caída desde altura.

Caída de personas al mismo nivel.

### **NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD**

El transporte del equipo se efectuará por arrastre o sobre vehículo.



Seguir las instrucciones del fabricante en todo momento.

Existirá un trabajador designado para su utilización, al que previamente se habrá formado en las características de la máquina.

Cuando se emplace este tipo de máquina, se cerrará el perímetro de actuación para evitar interferencias durante sus operaciones y funcionamiento.

Durante los trabajos de este tipo, el recorrido desde la máquina hasta el origen del cable deberá estar limpio de objetos extraños.

## PROTECCIONES PERSONALES

Casco de seguridad.

Guantes de protección mecánica.

Calzado de seguridad con suela antideslizante.

Ropa de trabajo.

Ropa de trabajo de alta visibilidad

## 11.6 MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS DIVERSAS

### COMPRESORES

#### RIESGOS

Incendios y explosiones

Golpes de "látigo" por las mangueras

Proyección de partículas

Reventones de los conductos

Ruido

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

El compresor será siempre arrastrado a su posición de trabajo cuidándose que no se rebase nunca la franja de dos metros de ancho desde el borde de cortes o de coronación de taludes y quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal, con lo que el aparato estará nivelado, y con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizamiento. En caso de que la lanza de arrastre carezca de rueda o de pivote de nivelación, se adaptará éste mediante suplementos firmes y seguros.

Las operaciones de abastecimiento de combustible serán realizadas siempre con el motor parado. Las carcasas protectoras del compresor estarán siempre instaladas y en posición de cerradas.



Cuando el compresor no sea de tipo silencioso, se señalará claramente y se advertirá el elevado nivel de presión sonora alrededor del mismo, exigiéndose el empleo de protectores auditivos a los trabajadores que deban operar en esa zona.

Se comprobará sistemáticamente el estado de conservación de las mangueras y boquillas, previéndose reventones y escapes en los mismos

## GRUPO ELECTRÓGENO

### RIESGOS MÁS FRECUENTES

Contacto térmico.

Contacto eléctrico indirecto.

Accidente por sustancias nocivas o tóxicas.

Incendio por factores de ignición.

Atrapamiento por o entre objetos.

Propagación de incendios.

Explosión.

### NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD:

#### USO DEL EQUIPO:

Antes de ubicar el grupo electrógeno y ponerlo en funcionamiento, vigilar la ausencia de material inflamable en los alrededores de la zona de trabajo. Mantener el grupo electrógeno separado al menos un metro como mínimo de la pared o de otros equipos durante su funcionamiento. No acercar material inflamable al generador.

Comprobar que en las proximidades del grupo electrógeno se dispone de un extintor de capacidad extintiva mínima 89B. Este extintor deberá estar colocado en un lugar visible y accesible.

Antes de poner en marcha el grupo electrógeno, vigilar que la instalación eléctrica dispone de toma de tierra y verificar los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (interruptor diferencial de alta sensibilidad).

No hacer funcionar el equipo en lugares cerrados o sin la ventilación adecuada pues los gases de escape producidos por el motor son tóxicos. Durante el funcionamiento del equipo, el lugar de colocación de este debe estar muy bien ventilado para evitar molestias y amenazas de gases de escape tóxicos. En los casos puntuales donde se haya de utilizar el equipo en lugares sin ventilación natural, se instalará ventilación forzada.

No haga funcionar el grupo electrógeno bajo la lluvia o en la nieve. No moje el grupo ni lo manipule con las manos mojadas.



Las conexiones al grupo electrógeno se realizarán siempre utilizando petacas estancas normalizadas. No se utilizarán clemas ni hilos pelados conectados directamente, siempre se utilizarán clavijas normalizadas.

Nunca llenar el depósito cerca de focos de ignición. Repostar con el motor parado y en frío y en una zona ventilada lejos de llamas o chispas. No fume en las proximidades del grupo. Apagar el motor, así como cualquier equipo eléctrico cercano. No se hará uso del teléfono móvil ni se generarán chispas que puedan dar lugar a un incendio o explosión.

Si cae carburante sobre el grupo electrógeno o fuera de éste al repostar, antes de la puesta en marcha limpiar las zonas afectadas.

Mantener el grupo nivelado sobre una superficie firme y horizontal pues en caso contrario el combustible puede derramarse y prenderse.

### **MANTENIMIENTO DEL EQUIPO:**

Dejar enfriar el motor y el escape previamente a su manipulación para realizar las operaciones de revisión o mantenimiento. Si la manipulación es absolutamente necesaria para el transporte o almacenamiento del grupo, utilizar guantes de protección.

Nunca manipular las protecciones eléctricas de las cuales dispone el equipo. Los trabajos de mantenimiento del sistema eléctrico siempre se realizarán por personal especializado.

Realizar las labores de mantenimiento con el equipo parado, especialmente si se tienen que retirar las carcasas y rejillas de protección. Nunca manipular el interior del equipo con éste en marcha.

Nunca acercarse al grupo electrógeno llevando ropas amplias u objetos que puedan ser atraídos por el flujo de aire o por los órganos móviles del motor.

Una vez terminadas las labores de mantenimiento, reponer inmediatamente todas las carcasas y rejillas de protección retiradas.

Prestar un especial cuidado a la hora de determinar el lugar de almacenaje de los combustibles y lubricantes pues pueden ser explosivos, tóxicos y corrosivos. Procurar mantener dichos productos en sus envases originales con las tapaderas bien cerradas y protegidos de posibles manipulaciones por personal extraño.

### **PROTECCIONES PERSONALES**

Guantes de protección contra contactos térmicos en caso de manipulación del motor.

### **COMPACTADOR MANUAL**

#### **RIESGOS**

Ruido

Atrapamiento

Golpes



Proyección de partículas.

Vibraciones

Caídas al mismo nivel

Sobreesfuerzos

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

Las zonas en fase de compactación quedarán cerradas al paso y correctamente señalizadas.

El personal que maneje esta maquinaria, conocerá perfectamente su manejo y riesgos profesionales propios de esta máquina.

Antes de empezar los trabajos se inspeccionará el terreno circundante, intentando detectar la posibilidad de desprendimientos de tierras y roca por las vibraciones que se transmiten al terreno.

Se medirá la dosis de vibraciones recibida por esta maquinaria y se establecerán turnos de trabajo para evitar el exceso de horas trabajadas bajo vibraciones.

Se utilizará obligatoriamente calzado de seguridad, cinturón lumbar, ropa de alta visibilidad y guantes.

No se dejará el motor encendido en ausencia del operador.

No se podrán efectuar operaciones de mantenimiento con el motor arrancado.

### **CORTADORA DE PAVIMENTO**

#### **RIESGOS**

Golpes, cortes y atrapamientos por partes móviles

Contactos eléctricos indirectos

Proyección de partículas

Ambiente pulvígeno

Ruido

#### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

Esta máquina estará siempre a cargo de un especialista en su manejo que, antes de iniciar el corte, se informará de posibles conducciones subterráneas o de la existencia de mallazos o armaduras en el firme, procediéndose al replanteo exacto de la línea de sección a ejecutar, a fin de que pueda ser seguida por la ruedecilla guía de la cortadura. Los órganos móviles de la cortadora estarán siempre protegidos con la carcasa de origen de fabricación.

El corte se realizará en vía húmeda, mediante conexión al circuito de agua, para evitar la creación de un ambiente pulvígeno peligroso.



El manillar de gobierno de la cortadora estará correctamente revestido de material aislante eléctrico.

Se prohibirá terminantemente fumar durante la operación de carga de combustible y ésta se efectuará con la ayuda de embudo, para evitar derrames innecesarios.

Los trabajadores ocupados en la labor de corte de pavimento utilizarán protectores auditivos, guantes y botas de goma o de P.V.C., así como gafas de seguridad y mascarillas de filtro mecánico o químico, si la operación ha de realizarse en seco, con independencia de los equipos individuales de protección de uso general en la obra.

## MARTILLOS NEUMÁTICOS

### RIESGOS

Proyección de partículas

Riesgo por impericia

Golpes con el martillo

Sobreesfuerzos o lumbalgias

Vibraciones

Contacto con líneas eléctricas enterradas

Reventones en mangueras o boquillas

Ambiente pulvígeno

Ruido

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Los trabajadores que deban utilizar martillos neumáticos poseerán formación y experiencia en su utilización en obra. Los martillos se conservarán siempre bien cuidados y engrasados, verificándose sistemáticamente el estado de las mangueras y la inexistencia de fugas en las mismas. Cuando deba desarmarse un martillo, se cortará siempre la conexión del aire, pero nunca doblando la manguera.

Antes de iniciarse el trabajo, se inspeccionará el terreno y los elementos estructurales a demoler, a fin de detectar la posibilidad de desprendimientos o roturas a causa de las vibraciones transmitidas por el martillo. En la operación de picado, el trabajador nunca cargará todo su peso sobre el martillo, pues éste podría deslizarse y caer. Se cuidará el correcto acoplamiento de la herramienta de ataque en el martillo y nunca se harán esfuerzos de palanca con el martillo en marcha.

Se prohibirá terminantemente dejar los martillos neumáticos abandonados o hincados en los materiales a romper. El paso de peatones cerca de la obra se alejará tanto como sea posible de los puntos de trabajo de los martillos neumáticos.



Los operadores utilizarán preceptivamente calzado de seguridad, guantes de cuero, gafas de protección contra impactos, protectores auditivos, mascarilla antipolvo y arnés antivibratorio.

## SIERRA CIRCULAR DE MESA

### RIESGOS

Cortes o amputaciones

Riesgo por impericia

Golpes con objetos despedidos por el disco

Proyección de partículas

Heridas con objetos punzantes

Ambiente pulvígeno

### MEDIDAS PREVENTIVAS

No se podrá utilizar sierra circular alguna que carezca de alguno de los siguientes elementos de protección:

Cuchillo divisor del corte

Empujador de la pieza a cortar y guía

Carcasa de cubrición del disco

Carcasa de protección de las transmisiones y poleas

Interruptor estanco

Toma de tierra

Las sierras se dispondrán en lugares acotados, libres de circulación y alejadas de zonas con riesgos de caídas de personas u objetos, de encharcamientos, de batido de cargas y de otros impedimentos.

El trabajador que maneje la sierra estará expresamente formado y autorizado por el jefe de obra para ello. Utilizará siempre guantes de cuero, gafas de protección contra impactos de partículas, mascarilla antipolvo, calzado de seguridad y faja elástica (para usar en el corte de tablonos).

Se controlará sistemáticamente el estado de los dientes del disco y de la estructura de éste, así como el mantenimiento de la zona de trabajo en condiciones de limpieza, con eliminación habitual de serrín y virutas.

Se evitará siempre la presencia de clavos en las piezas a cortar y existirá siempre un extintor de polvo antibrasa junto a la sierra de disco

La máquina tendrá en todo momento colocada, la protección del disco y de la transmisión.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



Antes de comenzar el trabajo se comprobará el estado del disco, si éste estuviera desgastado o resquebrajado se procedería a su inmediata sustitución.

La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquear éste. Asimismo, la pieza no presionará al disco en oblicuo o por el lateral.

Las sierras circulares en esta obra, no se ubicarán a distancias inferiores a 3 metros, como norma general, del borde de excavaciones, con la excepción de las que estén efectivamente protegidas (barandillas).

Las máquinas de sierra circular a utilizar en esta obra, estarán señalizadas mediante "señales de peligro" y rótulos con la leyenda: "PROHIBIDO UTILIZAR A PERSONAS NO AUTORIZADAS" en prevención de los riesgos por impericia.

El personal indicado con la máquina desconectada de la red eléctrica, comprobará diariamente el buen estado de los discos de corte, ordenando la sustitución inmediata de los deteriorados.

La alimentación eléctrica de las sierras de disco a utilizar en esta obra, se realizará mediante mangueras antihumedad, dotados de clavijas estancas, a través del cuadro eléctrico de distribución, para evitar riesgos de tipo eléctrico.

La toma de tierra de las mesas de sierra se realizará a través del cuadro eléctrico general o del de distribución, en combinación con los disyuntores diferenciales.

Se prohíbe ubicar la sierra circular sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

## **PISTOLA FIJACLAVOS**

### **RIESGOS**

Alcances por disparos accidentales de clavos

Riesgo por impericia

Reventón de la manguera a presión

Caídas al mismo nivel por exceso de empuje

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

Los trabajadores que hayan de utilizar estas herramientas conocerán su manejo correcto y tendrá autorización expresa para ello, emitida por el jefe de obra. Al utilizar la pistola fijaclavos se acordonará la zona de trabajo, evitándose la presencia de otros trabajadores que pudieran sufrir daños.

Se exigirá el empleo de casco de seguridad, guantes de cuero, muñequeras o manguitos y gafas de seguridad antiproyecciones.



## HERRAMIENTAS PARA SOLDADURA.

## SOLDADURA. ARCO ELÉCTRICO Y OXIACETILÉNICA Y OXICORTE

### RIESGOS

Explosiones por sobrecalentamiento de las botellas

Explosiones por retroceso de la llama

Intoxicación por fugas en las botellas

Incendios

Quemaduras

Riesgos por impericia

Sobreesfuerzos

### ARCO ELECTRICO

### MEDIDAS PREVENTIVAS

En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.

A cada soldador y ayudante a intervenir en esta obra se le entregará la siguiente lista de medidas preventivas (del recibí se dará cuenta a la Dirección Facultativa o Jefatura de Obra):

Medidas de prevención de accidentes para los soldadores:

Dado que las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para su salud, protéjase con el yelmo de soldar o la pantalla de mano siempre que suelde.

No se debe mirar directamente el arco voltaico. La intensidad luminosa puede producir lesiones graves en los ojos.

No pique el cordón de soldadura sin protección ocular. Las esquirlas de cascarilla desprendida, pueden producir graves lesiones en los ojos.

No se deben tocar las piezas recientemente soldadas: ya que pueden estar a temperaturas que podrían producir quemaduras serias.

Se debe soldar siempre en un lugar bien ventilado evitándose así intoxicaciones y asfixia.

Antes de comenzar a soldar se comprobará que no hay personas en el entorno de la vertical de su puesto de trabajo. Se evitará así quemaduras fortuitas.

No "prefabricar" la "guíndola de soldador" contactar con el Vigilante de Seguridad. Lo más probable es que exista una segura a su disposición en el almacén.



Nunca se debe dejar la pinza directamente en el suelo sobre la periferia. Se debe depositar sobre un portapinzas para evitar accidentes.

No se debe utilizar el grupo sin que lleve instalado el protector de clemas. Se evitará el riesgo de electrocución.

Debe comprobarse que el grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.

No anular la toma de tierra de la carcasa del grupo de soldar porque salte el disyuntor diferencial. Avise al Vigilante de Seguridad para que se revise la avería. Espere a que le reparen el grupo o bien utilice otro.

Se deberá desconectar totalmente el grupo de soldadura cada vez que se haga una pausa de consideración (almuerzo o comida, o desplazamiento a otro lugar).

Se comprobará, antes de conectarlas al grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones estancas de intemperie. Evitar las conexiones directas protegidas a base de cinta aislante.

No utilizar mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada seriamente. Si se deben empalmar las mangueras, proteger el empalme mediante "forros termorretráctiles".

Cerchiórese de que estén bien aisladas las pinzas portaelectrodos y los bornes de conexión.

Utilizar las prendas de protección adecuadas

Se suspenderán los trabajos de soldadura (montaje de estructuras) con vientos iguales o superiores a 60 km./h.

El taller de soldadura (taller mecánico) tendrá ventilación directa y constante, en prevención de los riesgos por trabajar en el interior de atmósferas tóxicas.

Los portaelectrodos a utilizar, tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad. El Vigilante de Seguridad controlará que el soporte utilizado no esté deteriorado.

Se prohíbe expresamente la utilización de portaelectrodos deteriorados, en prevención del riesgo eléctrico.

Las operaciones de soldadura a ejecutar (en condiciones normales), no se realizarán con tensiones superiores a 150 voltios si los equipos están alimentados por corriente continua.

El banco para soldadura fija, tendrá aspiración forzada instalada junto al punto de soldadura.

El taller de soldadura se limpiará directamente eliminando del suelo, clavos, fragmentos y recortes, en prevención de los riesgos de pisadas sobre materiales, tropezones o caídas.

El taller de soldadura de esta obra estará dotado de un extintor de polvo químico seco y sobre la hoja de la puerta, señales normalizadas de riesgo eléctrico y riesgos de incendios.

El personal encargado de soldar será especialista en montajes metálicos.



## SOLDADURA OXIACETILÉNICA-OXICORTE

El suministro y transporte interno de obra de las botellas (o bombonas) de gases licuados se efectuará según las siguientes condiciones:

Estarán las válvulas de corte protegidas con las válvulas antirretorno cumpliendo la NTP-132/85 del I.N.S.H.T.

No se mezclarán botellas de gases distintos

Se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, para evitar vuelcos durante el transporte.

Los puntos 1, 2 y 3 se cumplirán tanto para bombonas o botellas llenas como para bombonas vacías.

El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros portabotellas de seguridad.

Se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol.

Las botellas de gases licuados se acopiarán separados (oxígeno, acetileno, butano, propano) con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las ya agotadas y las llenas.

El almacén de gases licuados se ubicará en el exterior de la obra (o en un lugar alejado de elementos estructurales que pudieran ser agredidos por accidente), con ventilación constante y directa. Sobre la puerta de acceso, dotada de cerradura de seguridad (o de buen candado), se instalarán las señales de "peligro explosión" y "prohibido fumar".

La persona cualificada controlará que en todo momento se mantengan en posición vertical todas las botellas de acetileno.

A todos los operarios de soldadura oxiacetilénica o de oxicorte, se les entregará la siguiente lista de normas de prevención dando cuenta de la entrega a la Dirección Facultativa (o Jefatura de Obra):

Medidas de prevención de accidentes para soldadura oxiacetilénica y el oxicorte:

Se deben utilizar siempre carros portabotellas, ya que el trabajo se realiza más cómodo y seguro.

Debe evitarse que se golpeen las botellas o que puedan caer desde altura. Se eliminarán posibilidades de accidente.

Deben utilizarse las prendas de protección personal.

No inclinar las botellas de acetileno para agotarlas, es peligroso.

No deben utilizarse las botellas de oxígeno tumbadas, es peligroso si caen y ruedan de forma descontrolada.

Antes de encender el mechero, se deberá comprobar que están correctamente hechas las conexiones de las mangueras, se evitarán accidentes.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



Antes de encender el mechero, se comprobará que están instaladas las válvulas antirretroceso, se evitarán explosiones.

Si se desea comprobar que en las mangueras no hay fugas, deberán sumergirse bajo presión en un recipiente con agua; las burbujas delatarán la fuga. Si es así, se sustituirán por mangueras nuevas.

No se abandonará el carro portabotellas en el tajo si debe ausentarse. Cerrar el paso de gas y llevarlo a un lugar seguro, se evitará correr riesgos al resto de los trabajadores.

Siempre se debe abrir el paso del gas mediante la llave de la botella. Si se utiliza otro tipo de herramienta se puede inutilizar la válvula de apertura o cierre, con lo que en caso de emergencia no podrá controlar la situación.

No se debe permitir que haya fuegos en el entorno de las botellas de gases licuados, para evitar posibles explosiones.

No deposite el mechero en el suelo. Solicite que le suministren un porta mecheros al Vigilante de Seguridad.

Deberá estudiarse cuál es la trayectoria más adecuada y segura para tender la manguera. Se evitarán accidentes.

Las mangueras de ambos gases se deberán unir entre sí mediante cinta adhesiva, para poder manejarla con mayor seguridad y comodidad.

No utilizar mangueras de igual color para gases diferentes. En caso de emergencia, la diferencia de coloración le ayudará a controlar la situación.

Se prohíbe utilizar acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre; por poco que parezca que contienen, será suficiente para que se produzca una reacción química y se forme un compuesto explosivo, el acetiluro de cobre.

Si debe desprender pinturas mediante el mechero, pida que le doten de mascarilla protectora y asegúrese de que le dan los filtros específicos químicos, para los compuestos de la pintura que va usted a quemar. No corra riesgos innecesarios.

Si se debe soldar sobre elementos pintados, o cortarlos, se procurará hacerlo al aire libre o en un local bien ventilado para evitar intoxicaciones.

Las mangueras, una vez utilizadas, se recogerán en carretes adecuados.

Se prohíbe fumar durante las operaciones de soldadura y oxicorte, o cuando se manipulen mecheros y botellas, así como en el almacén de las botellas.

La conexión de mangueras se realizará por medio de abrazaderas, no por otro sistema como cinta aislante, alambre, etc.



## **SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA.**

### **RIESGOS**

Caídas en el mismo nivel.

Pisadas sobre objetos.

Golpes contra objetos o manipulación.

Contactos térmicos.

Contactos eléctricos.

Sobreesfuerzos.

Proyección de fragmentos y partículas.

Atrapamiento por o entre objetos.

Incendios.

Explosiones.

Exposición y contacto a altas temperaturas.

Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.

Abrasiones.

### **MEDIDAS PREVENTIVAS**

Cumplir las instrucciones del suministrador sobre el mantenimiento de válvulas y gomas del equipo.

No depositar los recipientes de combustible cerca de los focos de ignición.

Disponibilidad de extintores en el lugar de trabajo.

Recoger todos los elementos de fácil combustión, y apagar los elementos incandescentes.

Mantener el crisol en buen estado de limpieza y la carga de soldadura seca.

El material refractario del crisol tendrá en todo momento su espesor para evitar que la reacción se produzca en la zona superior del crisol y se puedan originar derrames y proyecciones.

Para el desmoldeo se deberán respetar los tiempos marcados por el fabricante.

La escoria incandescente no se arrojará al agua, ni sobre zonas con vegetación seca.

El trabajador que maneje el mazo para quitar la parte de la rebaba en caliente se situará de forma que no pueda ser alcanzado por las esquirlas.



Utilizar de manera correcta las herramientas adecuadas.

Utilización de gafas de protección contra radiación y guantes de seguridad contra contactos térmicos.

Utilización del equipo de protección del soldador.

Uso de mascarilla autofiltrantes.

Mantener la herramienta en buen estado y hacer buen uso de la misma.

Utilización de pantallas faciales o gafas de protección contra impactos.

Utilización de todos los EPI´s reglamentarios.

## EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Casco de seguridad

Calzado de seguridad

Guantes de seguridad

Ropa de alta visibilidad

Gafas de seguridad

Mascarillas

Equipo para soldador

## TALADRO PORTÁTIL

### RIESGOS

Taladros accidentales en las extremidades

Riesgo por impericia

Contactos eléctricos indirectos

Caídas al mismo nivel por tropiezo

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Los taladros tendrán siempre doble aislamiento eléctrico y sus conexiones se realizarán mediante manguera antihumedad, a partir de un cuadro secundario, dotada con clavijas macho-hembra estacas

Se prohibirá terminantemente depositar el taladro portátil en el suelo o dejarlo abandonado estando conectado a la red eléctrica. Los taladros sólo serán reparados por personal especializado, estando prohibido desarmarlos en el tajo.



Los trabajadores utilizarán preceptivamente casco y calzado de seguridad, gafas antiproyecciones y guantes de cuero

## HERRAMIENTAS MANUALES

### RIESGOS

Riesgo por impericia

Caída de las herramientas a distinto nivel

Caídas al mismo nivel por tropiezo

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Las herramientas se utilizarán sólo en aquellas operaciones para las que han sido concebidas y se revisarán siempre antes de su empleo, desechándose cuando se detecten defectos en su estado de conservación. Se mantendrán siempre limpias de grasa u otras materias deslizantes y se colocarán siempre en los portaherramientas o estantes adecuados, evitándose su depósito desordenado o arbitrario o su abandono en cualquier sitio o por los suelos.

En su manejo se utilizarán guantes de cuero o de P.V.C. y botas de seguridad, así como casco y gafas antiproyecciones, en caso necesario.

### CIZALLADORA

Medidas de protección de la máquina:

Revisión de todos los componentes de la máquina antes de comenzar a trabajar.

Protección de todos los elementos móviles.

Dispositivo de parada de emergencia.

Mantenimiento diario de los componentes de la máquina.

Prohibido modificar las características de la máquina.

Las operaciones de mantenimiento y reparación se realizarán por personal autorizado y cualificado.

Medidas de protección del operario:

El trabajador llevará la ropa de trabajo adecuada a su puesto, y medios de protección individuales adecuados.

Solamente deberá manejar la máquina personal con experiencia y autorizado por su empresa.

No distracción del operario mientras se efectúa el corte de armaduras.

Empleo de herramienta o gancho para separar posibles trozos de armadura que se encuentre en la zona de acción de la cizalladora.



Durante el mantenimiento de la máquina esta deberá estar desconectada.

Mantener el lugar limpio de obstáculos y agua.

## 11.7 MEDIDAS PREVENTIVAS Y NORMAS DE UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS MEDIOS AUXILIARES DE OBRA

### 11.7.1 PLATAFORMA ELEVADORA AUTOPROPULSADA

#### RIESGOS

Vuelco de la máquina

Caída desde altura

Atrapamientos

Contactos eléctricos

Golpes

Choques con partes móviles

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

El operador debe inspeccionar la plataforma antes de iniciar su turno de trabajo.

Verifique que los neumáticos están correctamente inflados.

Mantenga limpios los rótulos de seguridad instalados en la máquina y reemplace los que falten.

Cerciórese de que la unidad esté total y adecuadamente equipada e incluya barandillas de la plataforma, los peldaños de acceso, y todas las cubiertas, puertas, protectores y controles.

Antes de activar un control de desplazamiento, verifique la posición de la base giratoria con respecto a la dirección en la cual desea desplazarse.

Mantenga la plataforma siempre limpia, libre de suciedad, escombros o grasa. Toda persona que acceda en la misma debe limpiarse las suelas de los zapatos.

No use la plataforma para manipular materiales de gran volumen.

Los equipos, herramientas y materiales que se utilicen en la plataforma deben estar bien organizados y distribuidos uniformemente.

Opere la plataforma de trabajo en forma lenta y cautelosa, mirando atentamente en la dirección del movimiento.



Al desplazarse entre lugares de trabajo, acople el pasador de seguro de la base giratoria, retraiga totalmente la pluma y baje la pluma de modo que la plataforma quede lo más cerca posible del suelo.

No permita que el personal de tierra opere, dé servicio o interfiera con la unidad mientras la plataforma esté ocupada, excepto en casos de emergencia.

Para evitar daños en caso de soldar en la máquina misma, desconecte todos los componentes electrónicos antes de iniciar la tarea.

Al terminar el trabajo:

Retraiga totalmente la pluma y baje la plataforma a nivel del suelo.

Gire la superestructura y coloque el seguro de la base giratoria.

Coloque los controles en posición de neutro, calzos en las ruedas.

Quite la llave de encendido.

En tiempo frío, Nunca permita que la piel expuesta entre en contacto con superficies metálicas. No estacione la unidad donde los neumáticos puedan quedar pegados al suelo por congelamiento. Mantenga la plataforma libre de hielo y nieve. Recuerde usar los procedimientos especiales que se requieren para el arranque en tiempo frío y dejar que transcurra el tiempo adecuado para que se caliente el aceite hidráulico.

Compruebe los niveles de combustibles, lubricantes, circuito de refrigeración y filtro de admisión del motor.

Compruebe el correcto funcionamiento de todos los dispositivos de alarma y señalización.

No ponga en funcionamiento el motor en locales cerrados, sin la instalación del tubo de escape con salida al exterior.

Inspeccione alrededor de la máquina observando si hay alguien debajo, y mirando si hay manchas de aceites u otros líquidos en el suelo para detectar posibles fugas.

Si durante la utilización de la máquina observa cualquier anomalía, comuníquelo inmediatamente a su superior.

No coloque objetos en la plataforma de trabajo que podrían aumentar significativamente la superficie expuesta al viento y afectar, de esta manera, la estabilidad de la máquina.

No utilice la plataforma de trabajo como si fuera una grúa.

Cerciórese de que la superficie por donde se desplazará la unidad tenga una inclinación inferior a 5° y de que podrá soportar una carga superior al peso de la unidad. Verifique que la alarma de inclinación esté funcionando correctamente.

No supere la capacidad nominal de la plataforma (indicada en la placa de capacidades de la máquina). Verifique que la carga esté asegurada y distribuida uniformemente.



En las unidades que estén equipadas con ellos, extienda o retraiga los estabilizadores sólo cuando la plataforma esté totalmente baja.

Cuando se usen estabilizadores, no eleve la plataforma a menos que la unidad esté NIVELADA y todos los neumáticos queden separados del suelo.

Cuando ocupe la plataforma, manténgase parado sobre el piso en todo momento.

Nunca suba. No intente alcanzar mayor altura de trabajo utilizando las barandillas o cualquier otro objeto de la plataforma.

Mantenga limpia la plataforma y quítese la suciedad de los zapatos antes de ingresar en ella.

Entre y salga de la plataforma sólo por los peldaños de acceso previstos para ello.

Evite que la plataforma de trabajo o sus ocupantes toquen objetos externos.

Al elevar, bajar o conducir la plataforma de trabajo, el operador debe estar al tanto, en todo momento, de lo que se encuentra debajo, arriba, a los costados, delante y detrás de ella.

Nunca levante la plataforma cuando vea objetos que puedan obstruir su movimiento ni se coloque usted en una posición de interferencia entre la plataforma y los objetos elevados.

**NO OPERE LA PLATAFORMA CERCA DE APARATOS DE TRANSMISIÓN DE RADIO DE ALTA POTENCIA YA QUE ESTOS PUEDEN AFECTAR DETERMINADAS FUNCIONES DE LA MISMA.**

No opere con la máquina cerca de líneas o equipos eléctricos activos.

Nunca opere una plataforma de trabajo a menos de la distancia mínima de una fuente de energía o línea eléctrica sin notificar primero a la compañía de electricidad.

Obtenga la certeza absoluta de que la energía fue desconectada.

Las líneas eléctricas aéreas se mueven con el viento. Téngalo en cuenta cuando determine las distancias seguras de operación.

Cierre bien la máquina y asegúrela contra la utilización no autorizada y vandalismo.

#### 11.7.2 CONSIDERACIONES GENERALES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO EN USO DE ANDAMIOS.

1. Se considerará andamio a las estructuras auxiliares y desmontables cuya altura sea igual o mayor a 2 metros (medida desde la base de apoyo hasta la plataforma de trabajo).
2. Todos los andamios existentes en la obra deben estar normalizados. A continuación, se citan algunas normas de referencia:
  - UNE 76501:1987. Estructuras auxiliares y desmontables. Clasificación y definición.
  - UNE 76502:1990. Andamios de servicios y de trabajo, con elementos prefabricados. Materiales, medidas, cargas de proyecto y requisitos de seguridad.

- UNE 76503:1991. Uniones, espigas ajustables y placas de asiento para andamios de trabajo y puntales de entibación de tubos de acero. Requisitos. Ensayos.
  - UNE-EN 39:2001. Tubos de acero libres para andamiajes y acoplamientos. Condiciones técnicas de suministro.
  - UNE-EN 1065:1999 (UNE-EN 1065:2001 Erratum). Puntales telescópicos regulables de acero. Especificaciones del producto, diseño y evaluación por cálculo y ensayos.
  - UNE-EN 1298:1996. Torres de acceso y torres de trabajo móviles. Reglas y directrices para la preparación de un manual de instrucciones.
  - UNE-HD 1004:1994. Torres de acceso y torres de trabajo móviles construidas con elementos prefabricados. Materiales, medidas, cargas de diseño y requisitos de seguridad.
  - PNE-prEN 12810-1. Andamios de fachada con elementos prefabricados. Parte 1: Especificaciones de producto.
  - PNE-prEN 12810-2. Andamios de fachada con elementos prefabricados. Parte 2: Métodos de cálculo particular y evaluación.
  - PNE-prEN 12811. Andamios. Requisitos de aptitud al uso y cálculo general.
  - PNE-prEN 12811-2. Equipamiento para trabajos temporales en obra. Andamios. Parte 2: Información sobre materiales.
3. La obra deberá contar con un técnico competente, que será designado por el promotor a propuesta del contratista, siendo responsable éste de la recopilación o elaboración (si procede) de los documentos técnicos necesarios que garanticen la estabilidad de los andamios y además de la correcta ejecución del montaje y desmontaje del andamio, así como de dar instrucciones sobre las condiciones para ejecutar los trabajos de manera correcta. Este técnico deberá inspeccionar todos los andamios:
- Antes de su puesta en servicio
  - A continuación, periódicamente (en períodos no superiores a 15 días)
  - Tras cualquier circunstancia (modificaciones, período de no utilización, etc.) que hubiera podido afectar a su resistencia o estabilidad.
  - Antes de empezar el montaje del andamio, es preciso que se realice un estudio de la zona en la que se va a colocar para determinar si el terreno tiene la suficiente capacidad portante, la nivelación adecuada, etc.
4. Todos los andamios deben disponer de nota de cálculo. Los andamios deben tener cálculo propiamente dicho, elaborado por un técnico con formación universitaria que lo habilite para ello, cuando:
- No se disponga de la nota de cálculo del andamio (en el caso que nos ocupa, al exigirse que todos los andamios tengan homologación, ya cumplen esta condición)
  - La configuración estructural no esté contemplada en la nota de cálculo o no sea de tipo generalmente reconocido
5. Todos los andamios deben disponer de las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador. Los andamios deben tener Plan de montaje, mantenimiento y desmontaje propiamente dicho, elaborado por un técnico con formación universitaria que lo habilite para ello, en los siguientes casos:

- Plataformas suspendidas de nivel variable (de accionamiento manual o motorizado), instaladas temporalmente sobre un edificio o una estructura para tareas específicas, y plataformas elevadoras sobre mástil.
- Andamios constituidos con elementos prefabricados apoyados sobre terreno natural, soleras de hormigón, forjados, voladizos u otros elementos cuya altura, desde el nivel inferior de apoyo hasta la coronación de la andamiada, exceda de seis metros o dispongan de elementos horizontales que salven vuelos y distancias superiores entre apoyos de más de ocho metros. Se exceptúan los andamios de caballetes o borriquetas.
- Andamios instalados en el exterior, sobre azoteas, cúpulas, tejados o estructuras superiores cuya distancia entre el nivel de apoyo y el nivel del terreno o del suelo exceda de 24 metros de altura.
- Torres de acceso y torres de trabajo móviles en los que los trabajos se efectúen a más de seis metros de altura desde el punto de operación hasta el suelo.
- Siempre que el montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos, se vaya a realizar de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador.

Cuando el **andamio en su conjunto** disponga de Marcado “CE” el Plan de montaje podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador siempre que las operaciones se vayan a realizar de acuerdo con dichas instrucciones.

6. Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados sustancialmente por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica para las operaciones previstas
7. Deberán documentarse convenientemente todos los aspectos relacionados; como mínimo deberá existir en la obra:
  - Nombramiento de técnico competente según modelo adjunto
  - Instrucciones de montaje del fabricante o Plan de montaje específico
  - Nota de cálculo o Cálculo específico
  - Documento acreditativo de formación específica de los trabajadores encargados del montaje, desmontaje y mantenimiento
  - Documento acreditativo de las comprobaciones realizadas por el técnico

## RIESGOS

Caídas a distinto nivel

Caída de objetos o herramientas

Desplome del andamio durante su montaje o desmontaje

Heridas con objetos punzantes

Los medios auxiliares más empleados son los siguientes:

- Andamios de borriquetas o caballetes, constituidos por un tablero horizontal de tres tablones, - colocados sobre dos pies en forma de "V" invertida sin arriostramientos.
- Andamios metálicos tubulares

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Andamios metálicos sobre ruedas
- Escaleras de mano, serán de dos tipos: metálicas y de madera
- Pasarelas y rampas

## MEDIDAS PREVENTIVAS

Las medidas preventivas se definen a continuación para cada tipo de andamio.

### 11.7.3 ANDAMIOS EN GENERAL

SE CUMPLIRAN EXTRICTAMENTE LAS INDICACIONES DEL R.D. 2177/04 EN CUANTO A PROYECTO DE MONTAJE Y NOTA DE CÁLCULO.

No se depositarán pesos violentamente sobre los andamios

No se acumulará demasiada carga, ni demasiadas personas en un mismo punto

Las andamiadas estarán libres de obstáculos, y no se realizarán movimientos violentos sobre ellas

Los andamios se arriostrarán para evitar movimientos que puedan hacer perder el equilibrio a los trabajadores

Antes de subir a los andamios deberá revisarse la estabilidad de la estructura

Los elementos verticales o pies derechos de los andamios se apoyarán sobre tablonos de reparto de cargas

Los pies derechos de los andamios en las zonas de terreno inclinado, se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón, trabadas entre sí y recibidas al durmiente de reparto.

Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura (equivalente a tres tablonos) y estarán firmemente ancladas a sus apoyos para evitar deslizamientos o vuelco.

Las plataformas de trabajo ubicadas a 2 o más metros de altura estarán protegidas mediante barandilla perimetral reglamentaria de 100 cm. de altura, o bien mediante red vertical tensa que cubra toda la altura de la zona donde se trabaja.

Si la plataforma de trabajo está formada por tablonos de madera, éstos carecerán de defectos visibles y de nudos que mermen su resistencia. Además, estarán limpios, de forma que puedan apreciarse los posibles defectos por uso.

Se prohíbe abandonar sobre las plataformas objetos o herramientas para evitar tropiezos y/o que caigan sobre las personas.

Se prohíbe arrojar escombros desde los andamios. Los escombros se recogerán y descargarán de planta o bien se verterán a través de trompas de vertido.

Se prohíbe fabricar morteros o similares directamente sobre las plataformas de los andamios.



Los andamios se inspeccionarán diariamente por el Encargado, el Capataz o el Vigilante de Seguridad, antes del inicio de los trabajos para prevenir fallos o faltas de medidas de seguridad.

#### 11.7.4 ANDAMIOS DE BORRIQUETAS O CABALLETES

En las longitudes de más de 3 m se emplearán tres caballetes o borriquetas.

La distancia de separación entre ejes de borriquetas contiguas será como máximo de 2,5 m

Tendrán barandilla y rodapié cuando los trabajos se efectúen a una altura superior a 2 m

Nunca se apoyará la plataforma de trabajo en otros elementos que no sean los propios caballetes o borriquetas.

Las borriquetas se montarán perfectamente niveladas de forma que la plataforma quede horizontal.

Las borriquetas de madera estarán sanas, en buen estado, sin deformaciones, siendo completamente rígidas, en evitación de posibles movimientos oscilatorios.

Las plataformas se anclarán a las borriquetas de apoyo.

Las plataformas de trabajo no sobresaldrán más de 40 cm. por los laterales de las borriquetas, para evitar el riesgo de vuelcos por basculamiento.

Sobre la plataforma de trabajo se mantendrá únicamente el material estrictamente necesario, debiendo estar uniformemente repartido en evitación de sobrecargas puntuales.

Las borriquetas metálicas de tijera estarán dotadas de cadenillas limitadoras de apertura máxima.

Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura y los tabloncillos que la forman tendrán un grosor mínimo de 7 cm. y serán de madera sana sin defectos ni nudos.

Los andamios sobre borriquetas, cuya plataforma de trabajo esté ubicada a 2 o más metros de altura, estarán protegidas mediante barandilla reglamentaria.

Las borriquetas metálicas instaladas para sustentar plataformas situadas a más de 2 m de altura estarán arriostradas entre sí para garantizar su estabilidad.

Se prohíbe la formación de andamios de borriquetas apoyados a su vez sobre otro andamio de borriquetas.

La iluminación eléctrica mediante portátiles a utilizar en trabajos sobre andamios de borriquetas, estará montada a base de manguera antihumedad con portalámparas estanco de seguridad con mango aislante y rejilla protectora de la bombilla, conectado a los cuadros de distribución.



### 11.7.5 ANDAMIOS METÁLICOS TUBULARES

Durante el montaje de los andamios metálicos tubulares se tendrán presentes las siguientes normas:

No se iniciará un nuevo nivel sin antes haber concluido el nivel inferior con todos los elementos de estabilidad, cruces de San Andrés y arriostramientos, instalados.

Las barras, módulos tubulares y tabloneros se izarán mediante sogas de cáñamo atadas con nudos de marinero (o mediante eslingas normalizadas).

Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación, mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.

Los tornillos de las mordazas se apretarán por igual, realizándose una inspección del tramo ejecutado antes de iniciar el siguiente en prevención de los riesgos por la existencia de tornillos flojos, o de falta de alguno de ellos.

Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los "nudos" o "bases" metálicas o bien mediante las mordazas y pasadores previstos, según los modelos comercializados.

Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura.

Las plataformas de trabajo se limitarán delantera, lateral y posteriormente por un rodapié de 15 cm.

Las plataformas de trabajo tendrán montada sobre la vertical del rodapié posterior una barandilla sólida de 100 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

Las plataformas de trabajo, se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tabloneros.

Los módulos de fundamento de los andamios tubulares, estarán dotados de las bases nivelables sobre tornillos sin fin (huesillos de nivelación), con el fin de garantizar una mayor estabilidad del conjunto.

Los módulos de base de los andamios tubulares, se apoyarán sobre tabloneros de reparto de cargas en las zonas de apoyo directo sobre el terreno.

Se prohíbe expresamente el apoyo de los andamios tubulares sobre suplementos formados por bidones, pilas de materiales diversos, "torretas de maderas diversas" y asimilables.

Las plataformas de apoyo de los tornillos sin fin (husillos de nivelación) de base de los andamios tubulares dispuestos sobre tabloneros de reparto, se clavarán a éstos con los clavos de acero, hincados a fondo y sin doblar.

Se prohíbe trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares, si antes no se han cercado con barandillas sólidas de 100 cm. de altura formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié.



Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral, se montarán con ésta hacia la cara exterior, es decir, hacia la cara en la que no se trabaja.

Se prohíbe sobrecargar las plataformas de los andamios. Además, las cargas se colocarán repartidas.

Se señalizarán y protegerán las zonas próximas a la vertical de los andamios para evitar accidentes producidos por la caída de objetos.

Se prohíbe, como regla general, trabajar en la vertical bajo los andamios, al unísono con los trabajos que en estos se ejecutan.

Si excepcionalmente fuera preciso trabajar bajo la zona de peligro de caída de objetos desde andamios se instalarán viseras resistentes de protección que sobrepasen ampliamente la zona de riesgo.

Los andamios tubulares se montarán a una distancia igual o inferior a 30 cm. del paramento vertical en el que se trabaja.

El acceso a los andamios se realizará por escaleras bien fijadas en ambos extremos y con protección anticaídas.

Si el acceso a la plataforma de trabajo se realizará a través de la escala o escalerilla lateral del andamio, se utilizará el cinturón de seguridad en el ascenso y descenso, bien utilizando dos mosquetones o bien instalando previamente una cuerda o cable fiador, al que poder anclar un salva caídas o nudo salvavidas.

El acceso y desembocadura de la escala estará libre de tablonos, de forma que la plataforma esté colocada al lado opuesto de la mencionada escalerilla en el tramo del andamio.

Para el ascenso y descenso seguro a la plataforma del andamio en todos sus posibles niveles, se instalarán escaleras incorporadas al propio andamio, como elemento complementario de las mismas.

El personal que trabaje sobre andamios en alturas superiores a los 2 m usará cinturón de seguridad anclado a un punto sólido y fijo.

Se prohíbe el uso de andamios sobre pequeñas borriquetas apoyadas sobre las plataformas de trabajo de los andamios tubulares.

#### 11.7.6 ANDAMIOS METÁLICOS O TORRETAS SOBRE RUEDAS

Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.

Las plataformas de trabajo en andamios sobre ruedas tendrán un ancho mínimo de 60 cm.

Las plataformas de trabajo sobre las torretas sobre ruedas tendrán la anchura máxima (no inferior a 60 cm.) que permita la estructura del andamio, con el fin de hacerlas más seguras y operativas.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ de la Industria, 10 50001 HUESCA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A INGENIERO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

La altura de la plataforma no será superior a 3 veces el lado menor, en planta, de la base, como norma general. (Esta altura se podrá aumentar siempre y cuando la estructura del andamio o torreta se arriestre horizontalmente a puntos fijos de la estructura de forma que se garantice totalmente su estabilidad).

En la base, a nivel de las ruedas, se montarán dos barras de seguridad en diagonal para hacerla indeformable y estable.

Cada dos módulos montados en altura se instalarán, de forma alternativa, una barra diagonal de estabilidad, vista en planta.

Las plataformas de trabajo estarán protegidas perimetralmente con barandilla de seguridad reglamentaria.

Se prohíbe el montaje de andamios de borriquetas sobre plataformas de andamios o torretas sobre ruedas.

Se prohíbe hacer pastas directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de accidentes debidos a la existencia de superficies resbaladizas.

Los materiales se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo, evitando sobrecargas.

Las cargas se izarán hasta la plataforma de trabajo mediante garruchas montadas sobre horcas tubulares sujetas mediante un mínimo de 2 bridas al andamio o torreta.

Se prohíbe arrojar escombros directamente desde el andamio o torreta sobre ruedas. Los escombros se descenderán en el interior de cubos y mediante la garrucha de izado y descenso de cargas.

Bajo régimen de fuertes vientos queda prohibido trabajar en exteriores sobre estos andamios.

Se prohíbe transportar personas o materiales mediante los andamios o torretas sobre ruedas durante el cambio de ubicación de estos.

Se prohíbe subir o realizar cualquier trabajo desde las plataformas de los andamios sobre ruedas sin haber bloqueado previamente las ruedas mediante los frenos anti rodadura o dispositivos de bloqueo.

Se prohíbe apoyar los andamios o torretas sobre ruedas directamente en soleras no firmes (tierras, pavimentos frescos, jardines, etc).

Todas las escaleras con una altura superior a 5 m deberán estar reforzadas.

#### 11.7.7 ESCALERAS DE MANO

Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.

Estarán fuera de las zonas de paso.

Los largueros serán de una sola pieza, con los peldaños ensamblados.



El apoyo inferior se realizará sobre, superficies planas, llevando en el pie elementos que impidan el desplazamiento.

El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y planos.

Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.

Se prohíbe manejar en las escaleras pesos superiores a 25 kg.

Nunca se efectuarán trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos.

Las escaleras dobles o de tijera estarán provistas de cadenas o cables que impidan que éstas se abran al utilizarlas.

La inclinación de las escaleras será aproximadamente 75º que equivale a estar separada de la vertical la cuarta parte de su longitud entre los apoyos.

Para trabajos eléctricos se usarán escaleras de material aislante, como madera o fibra de vidrio. Quedan prohibidas para estos trabajos escaleras metálicas.

Las escaleras portátiles que se utilicen para acceder a un nivel superior sobrepasarán en un metro la altura a salvar.

Las escaleras de madera se protegerán con barnices, nunca con pintura que impida la visión de defectos ocultos.

Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidante.

Las escaleras de mano dispondrán de ganchos de sujeción en su parte superior para anclaje.

Se prohíbe el uso de escaleras portátiles a modo de borriquetas como soporte de la plataforma de trabajo.

No se utilizarán escaleras portátiles por dos trabajadores a la vez.

Se debe utilizar caja porta-herramientas para el transporte de útiles o herramientas de trabajo.

El uso de escaleras de mano se limitará, en la medida de lo posible, al de un medio auxiliar que permita a los trabajadores pasar de un nivel a otro. En el caso de que se autorice al uso de una escalera de mano como elemento de apoyo desde el que realizar trabajos será necesario justificar razonadamente dicho uso y cumplir, en el caso de los trabajos que se realicen a más de 3,5 metros de altura desde el plano de trabajo al suelo, que se usen equipos de protección individual antiácidas o que se adopten medidas de protección alternativas.

El uso de escaleras de mano constituidas de forma improvisada deberá quedar expresamente prohibido. Asimismo, se prohibirá el uso de escaleras de mano de más de cinco metros de longitud cuando su resistencia no haya quedado garantizada de forma expresa.

Las escaleras de mano deberán tener la resistencia adecuada para que su uso no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento.



Los extremos de la escalera deberán fijarse de manera que quede asegurada la estabilidad al deslizamiento y al vuelco. En particular, las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan la apertura descontrolada durante su uso.

Cuando una escalera de mano se utilice como medio auxiliar de acceso deberá tener la longitud necesaria para sobresalir al menos un metro del plano de trabajo al que se vaya a acceder.

#### 11.7.8 MEDIDAS PREVENTIVAS Y NORMAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES CON MEDIOS MECÁNICOS

En todas las grandes obras, gran parte del movimiento de materiales se realiza por medios mecánicos.

La caída de la carga obedece siempre a fallos técnicos o a fallos humanos.

Los fallos técnicos los podemos encontrar de una manera especial en la rotura de:

Ganchos.

Cables.

Eslingas.

Los fallos humanos los encontraremos en la mala elección o en la utilización incorrecta de estos elementos auxiliares.

##### 11.7.8.1 Ganchos

Los accidentes debidos a fallos de ganchos pueden ocurrir por cuatro causas fundamentales:

Exceso de carga: nunca sobrepasar la carga máxima de utilización.

Deformación del gancho: no usar ganchos viejos, no enderezar los ganchos.

Fallos del material en el gancho.

Desenganche de la carga por falta de pestillo.

##### 11.7.8.2 Cables

Existen muchos tipos de cables, según la disposición de alambres y cordones de la forma de enrollamiento, etc.

Cada tipo de cable está pensado para una utilización concreta, usarlo de otra forma puede dar lugar a accidentes, por tanto, debemos:

Elegir el cable más adecuado.

Revisarlo frecuentemente.

Realizar un mantenimiento correcto.

Un cable está bien elegido si tiene la composición adecuada y la capacidad de carga necesaria para la operación a realizar, además de carecer de defectos apreciables.

No obstante, se puede dar una regla muy importante, y es que un cable de alma metálica no debe emplearse para confeccionar eslingas, porque puede partirse con facilidad aún con cargas muy inferiores a lo habitual.

Por eso es absolutamente necesario revisar los cables con mucha frecuencia, atendiendo especialmente a:

- Alambres rotos.
- Alambres desgastados.
- Oxidaciones.
- Deformaciones.

En cuanto a mantenimiento de los cables, damos a continuación las siguientes reglas:

- Desarrollo de cables: Si el cable viene en rollos, lo correcto es hacer rodar el rollo. Si viene en carrete, se colocará éste de forma que pueda girar sobre su eje.
- Cortado de cables: El método más práctico para cortar cable es por medio de soplete; también puede utilizarse una cizalla.
- Engrase de cables: La grasa reduce el desgaste y protege al cable de la corrosión.
- Almacenamiento de cables: Deberá ser en lugares secos y bien ventilados, los cables no deben apoyar en el suelo.

### 11.7.8.3 Eslingas

Eslingas y estrobos son elementos fundamentales en el movimiento de cargas, su uso es tan frecuente en las obras que a menudo producen accidentes debido a la rotura de estos elementos o al desenganche de la carga.

En general, estos accidentes pueden estar ocasionados por:

Mala ejecución de la eslinga: Las gafas de las eslingas pueden estar realizadas de tres maneras:

- Gafas cerradas con costuras. Las costuras consisten en un entrelazado de los cordones del cable. Tiene buena resistencia.
- Gafas cerradas con perrillos. Son las más empleadas por lo sencillo de su ejecución. El número de perrillos y la separación entre ellos depende del diámetro del cable que se vaya a utilizar.

Hasta 12 mm	Núm. Perrillos 3	Distancia 6 Diámetros
12 mm a 20 mm	Núm. Perrillos 4	Distancia 6 Diámetros

20 mm a 25 mm	Núm. Perrillos 3	Distancia 6 Diámetros
25 mm a 35 mm	Núm. Perrillos 6	Distancia 6 Diámetros

- Gafas con casquillos prensados. Se caracteriza porque se realiza el cierre absoluto de los dos ramales mediante un casquillo metálico.

**Elección de eslingas:** Para elegir correctamente una eslinga, se tendrá en cuenta que el cable que la constituye tenga:

Capacidad de carga suficiente. La carga máxima depende fundamentalmente del ángulo formado por los ramales. Cuanto mayor sea el ángulo más pequeña es la capacidad de carga de la eslinga. Nunca debe hacerse trabajar una eslinga con un ángulo superior a 90 grados (Ángulo correcto).

Composición del cable de la eslinga. Deben emplearse siempre cables muy flexibles, por eso desestiman los de alma metálica. Otra norma muy importante es la de no utilizar jamás redondos de ferralla (cabillas o latiguillos) para sustituir a la eslinga.

**Utilización de eslingas:** Para utilizar correctamente eslingas y estrobos, debemos tener en cuenta los puntos siguientes:

Cuidar el asentamiento de las eslingas, es fundamental que la eslinga quede bien asentada en la parte baja del gancho.

Evitar los cruces de eslingas. La mejor manera de evitar éstos es reunir los distintos ramales en un anillo central.

Elegir los terminales adecuados. En una eslinga se puede colocar diversos accesorios: anillas, grilletes, ganchos, etc., cada uno tiene una aplicación concreta.

Asegurar la resistencia de los puntos de enganche.

Conservarlas en buen estado. No se deben dejar a la intemperie y menos aún tiradas por el suelo. Como mejor están son colgadas.

## 12 ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DEL CONTRATISTA EN LA OBRA.

El empresario contratista deberá desarrollar en el Plan de Seguridad y Salud la organización preventiva a implantar en obra. Para ello, además de cumplir lo dispuesto en el apartado correspondiente del Pliego de Condiciones del presente Estudio, deberá atender a lo dispuesto en las siguientes indicaciones:

Deberá definir su estructura organizativa para dar cumplimiento a las obligaciones empresariales de formación e información, vigilancia de la salud y coordinación de actividades empresariales.

El contratista deberá incluir en su Plan de Seguridad y Salud la forma en la que informará a sus trabajadores de los riesgos derivados del consumo de alcohol de determinados fármacos que reducen la capacidad de atención en general y, en particular, para la conducción de maquinaria.



Al objeto de lograr que el conjunto de las empresas concurrentes en la obra posean la información necesaria acerca de su organización en materia de seguridad en esta obra, así como el procedimiento para asegurar el cumplimiento del plan de seguridad y salud de la obra por parte de todos sus trabajadores, dicho plan de seguridad y salud contemplará la obligación de que cada subcontrata designe antes de comenzar a trabajar en la obra, al menos:

- **Técnicos de prevención** designados por su empresa para la obra, que deberán planificar las medidas preventivas, formar e informar a sus trabajadores, investigar los accidentes e incidentes, etc.
- **Trabajadores responsables** de mantener actualizado y completo el archivo de seguridad y salud de su empresa en obra.
- Designación de la persona encargada de las funciones de coordinación de actividades empresariales.
- **Recursos preventivos**, con la función de vigilar el cumplimiento del plan de seguridad y salud por parte de sus trabajadores y de los de sus subcontratistas en el caso de que se produzcan riesgos especiales, y en los demás casos especificados en la ley 31/95 incluidos por la ley 54/03 y desarrollado en el R.D. 604/06.
- **Vigilantes de seguridad y salud**, con la función de vigilar el cumplimiento del plan de seguridad y salud por parte de sus trabajadores y de los de sus subcontratistas, así como de aquéllos que, aun no siendo de sus empresas, puedan generar riesgo para sus trabajadores.

## 13 MEDIDAS DE CARÁCTER DOTACIONAL

### 13.1 SERVICIO MÉDICO

La empresa contratista dispondrá de un Servicio de vigilancia de la salud de los trabajadores según lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Todos los operarios que empiecen trabajar en la obra deberán haber pasado un reconocimiento médico general previo en un plazo inferior a un año. Los trabajadores que han de estar ocupados en trabajos que exijan cualidades fisiológicas o psicológicas determinadas deberán pasar reconocimientos médicos específicos para la comprobación y certificación de idoneidad para tales trabajos, entre los que se encuentran los de gruyistas, conductores, operadores de máquinas pesadas, trabajos en altura, etc.

### 13.2 BOTIQUÍN DE OBRA

La obra dispondrá de material de primeros auxilios en lugar debidamente señalado y de adecuado acceso y estado de conservación, cuyo contenido será revisado semanalmente, reponiéndose los elementos necesarios.

Se habilitarán botiquines en el dispensario, en casetas habilitadas para los trabajadores y en los vehículos de los encargados de cada tajo.

### 13.3 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del Real Decreto 1627/97, la obra dispondrá de las instalaciones necesarias de higiene y bienestar.

Las instalaciones deberán estar dimensionadas en función del número de trabajadores.

Se asegurará, en todo caso el suministro de agua potable al personal perteneciente a la obra.

### 14 ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA. PLAN DE EMERGENCIA.

Por ley se establece en España la obligatoriedad (Ley de Prevención de Riesgos Laborales así como las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, BOE 25 de octubre de 1997) de analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias para la Evacuación de los trabajadores, Lucha contra incendios. etc.

Situaciones de emergencia definidos como escenario posible de emergencia son todas aquellas circunstancias que requieran actuaciones extraordinarias en el ámbito de la obra.

No se recoge en el presente Estudio de seguridad y salud un documento específico de plan de emergencia, el cual deberá ser redactado por el Contratista adjudicatario. Se recogen las medidas de emergencia a adoptar en la obra con carácter general, en el caso de que fuese necesario el desarrollo de un plan de emergencias o protocolo específico de emergencias adaptado a cada fase de obra que se elaborará por el Contratista adjudicatario.

El Plan de Emergencia elaborado por el Contratista deberá revisarse siempre que se dé alguna de las siguientes circunstancias:

- Deficiencias observadas en el Manual a partir de la realización de simulacros, o bien, con motivo de emergencias reales.
- Modificaciones sustanciales en la configuración, debido al avance de la obra, en las operaciones o en las instalaciones y de la legislación vigente.

#### 14.1 MEDIOS DE COMUNICACIÓN

Toda situación de emergencia requiere capacidad para tomar decisiones de forma inmediata, lo que presupone disponer de comunicación fiable y directa entre los responsables de seguridad de los tajos, los equipos de seguridad y el jefe de seguridad.

1. En la oficina existirá teléfono que recoja en caso de emergencia en cualquier tajo la llamada y comunique, según el Procedimiento de Actuación en caso de Emergencia que desarrollará la empresa contratista, la necesidad de asistencia y las personas a quien avisar de la situación de emergencia. Se definirá un canal propio de emergencias en obra.

2. Comunicación de móviles de técnicos y encargados de obra.



## 14.2 CENTROS MÉDICOS DE URGENCIA PRÓXIMOS A LAS OBRAS

A continuación, se indican los centros hospitalarios más cercanos a al área de trabajo incluidas en este proyecto. No obstante, la empresa contratista deberá analizar los posibles recorridos a centros alternativos que puedan ser más cercanos a estas zonas.

Hospital de Barbastro

Carretera Nacional 240, s/n, 22300 Barbastro, Huesca.

974 24 90 00

### ESCENARIOS POSIBLES DE EMERGENCIAS

Colapso de estructura

Incendio

Colisión de camiones en rampas

Vuelco

Atropello

Socavón en superficie

Fallo suministro eléctrico

Ambiente tóxico

Evacuación de trabajador por accidente

Evacuación de trabajador por necesidades médicas no debidas a un accidente de trabajo

## 14.3 MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

### MEDIDAS PREVENTIVAS

Con objeto de establecer las medidas más adecuadas, además de los medios ya estudiados en los extintores portátiles y los habituales trabajos de limpieza de los materiales inflamables, se realizará, por parte del Contratista, un estudio detallado de las vías de evacuación y en caso de que así se manifestase como necesario un Plan de Emergencia y Evacuación.

En los tramos de aquellas obras que cuenten con procedimientos específicos de prevención aprobados debe garantizarse el cumplimiento de las cláusulas con todo rigor y, con independencia de la zonificación que se hubiera efectuado en la Obra, se aplicarán las medidas adicionales previstas en los procedimientos para los tramos de “alta prioridad de prevención” en aquellas zonas que estén catalogadas como “montes “para las Comunidades Autónomas en su normativa.

- Dictar normas de seguridad para explotaciones forestales y para trabajos de cualquier naturaleza que se ejecuten en las tierras, en las viviendas o en las instalaciones permanentes o no, que se sitúen en tierras forestales o en sus inmediaciones.
- Mojar y desbrozar la zona de influencia de los trabajos que generen peligro de incendio, debiendo permanecer, en dicha zona, un camión cisterna de agua durante la ejecución de los trabajos.
- Se aconseja realizar estas labores en zona de desmonte y en caso de que esto no sea posible se utilizará una pantalla de protección.
- Utilizar extintores a pie de tajo y en vehículos de personal encargado de los trabajos. En caso de que se trate de una zona de riesgo será preciso que un operario específico maneje el extintor.
- Colocar carteles de peligro de incendios y prohibido fumar en las zonas de riesgo.
- Realizar una correcta gestión de residuos poniendo especial atención en la retirada del vidrio ya que puede actuar como foco de incendio.
- Elaborar un plan de ruta de abastecimiento de agua y será obligatorio su conocimiento para el personal de Obra.

Será obligatorio realizar en cada obra una reunión con el personal para poner en conocimiento de todos los trabajadores estas medidas.

### En los almacenamientos de obra

Normalmente y por motivos de funcionalidad y organización de los tajos, se suelen almacenar en recintos separados los materiales que han de utilizarse en oficios distintos. Este principio básico es favorable a la protección contra incendios y han de separarse claramente los materiales combustibles unos de otros, y todos ellos han de evitar cualquier tipo de contacto con equipos y canalizaciones eléctricas.

### Almacenamiento de combustible

Los depósitos de combustible que se encuentren en obra para suministro de maquinaria (palas cargadoras, grúas motovolquetes, etc.) cumplirán con la normativa de Reglamentación de Instalaciones Petrolíferas (R:D. 2085/94 de 20 de octubre y R.D. 2487/94 de 23 de diciembre), y con la ITC e IP03 sobre consumos propios.

### En la maquinaria

La maquinaria, tanto fija como móvil, accionada por energía eléctrica, ha de tener las conexiones de corriente bien realizadas, y en los emplazamientos fijos se instalará toma de tierra. Todos los desechos, virutas y desperdicios que se produzcan por el trabajo, han de ser apartados con regularidad, dejando limpios diariamente los alrededores de las máquinas.

### En el trasvase de combustible

Los operarios de trasvase de combustible han de efectuarse con una buena ventilación, fuera de la influencia de chispas y fuentes de ignición. Se preverá, asimismo, las consecuencias de posibles derrames durante la operación, por lo que se debe tener a mano tierra o arena para empapar el suelo.



La prohibición de fumar o encender cualquier tipo de llama ha de formar parte de la conducta a seguir en estos trabajos.

Cuando se trasvasan líquidos combustibles o se llenan depósitos, se pararán los motores accionados por el combustible que se está trasvasando.

### **Protección de los trabajos de soldadura**

En los trabajos de soldadura y corte se deben proteger de la proyección de materias incandescentes los objetos que sean susceptibles de combustión y que no hayan de ser cambiados de su emplazamiento, cubriéndolos con mantas ignífugas o con lonas, a ser posible mojadas.

Periódicamente se deben comprobar si bajo las lonas ha podido introducirse alguna chispa o ha habido un recalentamiento excesivo.

No podrán efectuarse trabajos de corte y soldadura en lugares donde haya explosivos, vapores inflamables, o donde pese a todas las medidas posibles de precaución no pueda garantizarse la seguridad ante un eventual incendio.

### **Medios de extinción para todos los casos**

En las situaciones descritas anteriormente (almacenes, maquinaria fija o móvil, trasvase de combustible, trabajos de soldadura) y en aquellas otras en que se manipule una fuente de ignición, han de colocarse extintores cuya carga y capacidad estén en consonancia con la naturaleza del material combustible y con el volumen de éste, así como de arena y tierra donde se manejen líquidos inflamables, con la herramienta propia para extenderla.

En el caso de grandes cantidades de acopio, almacenamiento o concentración de embalajes o desechos, han de completarse los medios de protección con mangueras de riego que proporcionen agua abundante.

### **Información a los vigilantes de obra**

Los vigilantes de obra serán informados de los puntos y zonas que pueden revestir peligro de incendio en la obra, y de las medidas de protección existentes en la misma, para que puedan eventualmente hacer uso de ellas, así como la posibilidad de dar el aviso correspondiente a los servicios públicos de extinción de incendios.

## **14.4 LUCHA CONTRA INCENDIOS**

En el caso de fuego todo el personal, salvo el encargado de su extinción, deberá abandonar los puestos de trabajo cercanos; no pudiendo regresar hasta que se apague el fuego además de comprobar la inexistencia de gases nocivos para la salud de las personas.

Se comunicará al servicio de Bomberos la situación.

Como medida de prevención se dispondrá de extintores: Polvo químico y CO2

Como resumen, el Plan de emergencias y evacuación deberá contener lo siguiente:





## 14.5 ASISTENCIA A LOS ACCIDENTADOS

La obra dispondrá de la siguiente información:

- Ubicación de los centros hospitalarios más cercanos.
- Ubicación y teléfono de Bomberos, Protección Civil y ambulancias.
- Determinación de los tiempos empleados en el transporte de accidentados a los centros de asistencia.
- Dotación necesaria para el equipo de emergencia.

Las empresas subcontratistas tienen la obligación de comunicar al contratista la mutua de accidentes de trabajo que tienen contratada a dónde se puedan trasladar los accidentados en el caso de accidentes leves.

En cada turno de trabajo al menos habrá una persona con conocimientos de primeros auxilios y para el traslado de los accidentados.

Todo el personal responsable de un tajo tiene la obligación de conocer los teléfonos y direcciones de Centros Médicos y demás servicios de interés.

Se deberá informar al personal de obra de todos y cada uno de los centros médicos más próximos, así como de sus respectivas especialidades, al objeto de lograr el más rápido y efectivo tratamiento.

En carteles debidamente señalizados y mejor aún, si fuera posible, por medio de cartones individuales repartidos a cada operario, se recordarán e indicarán las instrucciones a seguir en caso de accidente. Primero, aplicar los primeros auxilios y segundo, avisar a los Servicios Médicos de empresa, propios o mancomunados, y comunicarlo a la línea de mando correspondiente de la empresa y, tercero, acudir o pedir la asistencia sanitaria más próxima.

## 15 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES EVITABLES

No existen riesgos laborales evitables que se presentan en la obra.

## 16 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES NO EVITABLES

### 16.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

#### 16.1.1 EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO (DESMONTES)

Los desmontes previstos en el proyecto son de poca entidad, siendo todos los materiales a desmontar excavables por medios mecánicos normales. Todos los materiales se consideran suficientemente estables.

- Riesgos más frecuentes:

- Desprendimiento de tierras y/o rocas, por el manejo de la maquinaria o por vibraciones cercanas (paso próximo de vehículos).
- Desprendimiento de tierras y/o rocas, por sobrecarga de los bordes de excavación, o por no emplear el talud adecuado.
- Desprendimiento de tierras y/o rocas, por soportar cargas próximas al borde de la excavación (torres eléctricas, postes de telégrafos, árboles con raíces al descubierto o desplomados).
- Atropellos, atrapamientos y colisiones por maquinaria y vehículos.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas en altura (al subir o bajar de la máquina).
- Vuelcos en las maniobras.
- Polvo ambiental.
- Desprendimiento de taludes y desplome de árboles sobre la máquina.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (partículas en los ojos, afecciones respiratorias, etc.).
- Los derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas (bajas y altas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).
- Los propios del procedimiento y diseño elegido para el movimiento de tierras.
- Problemas de circulación interna (enbarramientos) debido al mal estado de las pistas de acceso o circulación).
- Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras atrapamientos, etc.).

#### 16.1.2 EXCAVACIÓN EN ZANJAS

- Riesgos más frecuentes:
  - Vuelco de los cortes laterales de una zanja por:
    - Cargas ocultas tras el corte
    - Sobrecarga en la coronación, por acumulación de tierras
    - Prolongada apertura
    - Taludes inadecuados
  - Caídas de personal al entrar y salir
  - Caída de personas al interior de la zanja, al caminar en las proximidades.
  - Golpes por la maquinaria
  - Atrapamientos por la maquinaria
  - Caída de la maquinaria a la zanja

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>INGENIERO DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Inundación
- Interferencias por conducciones enterradas

### 16.1.3 TERRAPLENADO

- Riesgos más frecuentes:
  - Vuelcos en las maniobras
  - Atropellos, atrapamientos y colisiones por maquinaria y vehículos
  - Caídas al subir o bajar de la máquina
  - Pisadas en mala posición (sobre cadenas o ruedas)
  - Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (partículas en los ojos, afecciones respiratorias, polvo, etc).
  - Vibraciones
  - Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamiento, etc)
  - Interferencias entre vehículos

### 16.1.4 RELLENOS

- Riesgos más frecuentes:
  - Accidentes de vehículos por exceso de carga o por mala conservación de sus mandos, elementos resistentes o ruedas (vuelcos y/o atropellos)
  - Caída de material de las cajas de los vehículos sobre el personal de la obra.
  - Caídas de personal desde los vehículos en marcha
  - Atropellos del personal en maniobras de vehículos
  - Accidentes en el vertido del material, al circular los camiones en marcha atrás.
  - Peligro de atropellos por falta de visibilidad debido al polvo
  - Vibraciones sobre las personas
  - Polvo ambiental
  - Ruido puntual y ambiental
  - Golpes por los compactadores (pisones, rulos)

## 16.2 CIMENTACIONES

El proceso constructivo de las cimentaciones se corresponde con la excavación de las mismas, colocación de hormigón de limpieza, armado, encofrado y hormigonado

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 JURISDICCION TERRITORIAL DE LA RIOJA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL/PROY/24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

En la ejecución de las cimentaciones se distinguen las siguientes unidades constructivas, y con los riesgos que en cada una se destacan:

### 16.2.1 EXCAVACIONES

Se aplican las prescripciones comentadas con anterioridad en la unidad constructiva Movimiento de tierras.

### 16.2.2 ARMADO

- Riesgos más frecuentes:

- Cortes y heridas en manos, piernas y pies, por manejo de redondos de acero
- Caídas a distinto nivel
- Aplastamientos de manos o pies en operaciones de carga y descarga de paquetes de ferralla
- Tropiezos y torceduras al caminar entre las parrillas, o sobre ferralla en fase de montaje
- Caída de armaduras montadas durante su transporte
- Pisadas sobre objetos punzantes y/o cortantes
- Sobreesfuerzos
- Caídas al mismo nivel durante acceso al fondo de la excavación
- Desplome taludes por trabajar en el fondo de la excavación
- Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado

### 16.2.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

- Riesgos más frecuentes:

- Desplome de taludes por trabajar en el fondo de la excavación
- Caídas al mismo nivel durante acceso al fondo de la excavación
- Desprendimientos por el mal apilado del encofrado, (acopios, transporte a gancho)
- Golpes en las manos, (al clavos puntas, manejo encofrado, etc)
- Caídas del personal a distinto nivel
- Vuelco de los paquetes de paneles del encofrado, durante las maniobras de izado.
- Caída de tableros o piezas de madera a niveles inferiores al encofrar o desencofrar.
- Caídas de trabajadores al andar por el borde o huecos del encofrado
- Cortes al utilizar la mesa de sierra circular o en la manipulación de los paneles.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas
- Golpes en general por objetos

- Pisadas sobre objetos punzantes
- Golpes por caída de objetos
- Electrocuación por anulación de tomas de tierra de máquinas eléctricas
- Los derivados de trabajos sobre superficies mojadas
- Los derivados de la manipulación de productos químicos (desencofrante)
- Los derivados del trabajo en condiciones meteorológicas extremas, (frío calor o humedad intensa)

#### 16.2.4 HORMIGONADO

- Riesgos más frecuentes:
  - Caídas de personas y objetos al mismo nivel
  - Caídas de personas u objetos a distinto nivel
  - Golpes, cortes, atrapamientos, proyecciones y sobreesfuerzos.
  - Contacto con corriente eléctrica. Electrocuación
  - Rotura o reventón de encofrados
  - Pisadas sobre objetos punzantes
  - Los derivados de trabajos sobre suelos húmedos o mojados
  - Los derivados de la ejecución de trabajos bajo circunstancias metereológicas adversas
  - Dermatitis por cementos (contactos con el hormigón)
  - Exposición a ruido y vibraciones por manejo de agujas vibrantes
  - Salpicaduras de hormigón
  - Atrapamientos y ruido ambiental

#### 16.2.5 OPERACIONES DE SOLDADURA

En diversas fases de la obra, serán frecuentes operaciones de soldadura (barandillas, etc.) debido a las características de la misma; el tipo de soldadura a emplear será oxiacetilénica.

- Riesgos más frecuentes:
  - Caída desde altura
  - Caída al mismo nivel
  - Los derivados de la inhalación de vapores metálicos
  - Quemaduras
  - Explosión
  - Incendio
  - Heridas en los ojos por cuerpos extraños

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreso</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 04535-24A D.º 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Exposición radiaciones no ionizantes

### 16.3 EXTENDIDO DE ZAHORRA

El proceso constructivo del extendido de zahorra consta de los puntos indicados a continuación.

#### 16.3.1 TRANSPORTE

El transporte de la zahorra desde el lugar donde se toma al lugar de colocación se realizará mediante camiones.

- Riesgos más frecuentes:
  - Atropello de personas (entrada, circulación interna y salida)
  - Choque contra otros vehículos (entrada, circulación interna y salida)
  - Vuelco del camión (blandones, fallo de cortes y de taludes)
  - Vuelco por desplazamiento de carga
  - Caídas (al subir o bajar de la caja)
  - Atrapamientos (apertura o cierre de la caja, movimiento de cargas)

#### 16.3.2 EXTENDIDO Y COMPACTADO

Son de aplicación las normas y recomendaciones propias de los trabajos con máquinas extendedoras y compactadoras.

- Riesgos más frecuentes:
  - Caídas de personal tanto desde las máquinas como al mismo nivel
  - Sobreesfuerzos
  - Atropello durante el acoplamiento de los camiones de transporte con la extendedora.
  - Vuelco de maquinaria y/o atropellos o golpes con otros vehículos

### 16.4 EXTENDIDO DE FIRMES Y PAVIMENTO

El proceso constructivo del extendido de firmes consta de los puntos indicados a continuación

#### 16.4.1 TRANSPORTE

El transporte de la mezcla bituminosa (aglomerado) desde el lugar donde se toma al lugar de colocación se realizará mediante camiones.

- Riesgos más frecuentes:

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreso</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Atropello de personas (entrada, circulación interna y salida)
- Choque contra otros vehículos (entrada, circulación interna y salida)
- Vuelco del camión (blandones, fallo de cortes y de taludes)
- Vuelco por desplazamiento de carga
- Caídas (al subir o bajar de la caja)
- Atrapamientos (apertura o cierre de la caja, movimiento de cargas)

#### 16.4.2 EXTENDIDO Y COMPACTADO

Son de aplicación las normas y recomendaciones propias de los trabajos con máquinas extendedoras de mezclas bituminosas, compactadoras de neumáticos y barredoras mecánicas.

- Riesgos más frecuentes:
  - Caídas de personal tanto desde las máquinas como al mismo nivel
  - Sobreesfuerzos
  - Los derivados de los trabajos realizados a altas temperaturas (suelo calientes + radiación solar + vapor).
  - Los derivados de la inhalación de vapores de betún asfáltico, (nieblas de humos asfálticos).
  - Quemaduras.
  - Proyección de objetos
  - Atropello durante las maniobras de acoplamiento de los camiones de transporte de aglomerado asfáltico con la extendedora.
  - Atropello durante las maniobras de barrido.
  - Atropellos por circulación de vehículos en carril lateral.
  - Incendios
  - Atrapamientos por útiles o transmisiones
  - Ambiente pulverulento
  - Deslizamientos y/o vuelcos de máquinas sobre planos inclinados del terreno
  - Máquina sin control, por abandono del conductor sin desconectar ni poner frenos

#### 16.5 OBRAS DE FÁBRICA

El proceso constructivo de la colocación de obras de fabrica consta de los puntos indicados a continuación

##### 16.5.1 TRANSPORTE DE PREFABRICADO

Los riesgos más frecuentes en los aspectos relativos al transporte ya han sido expuestos con anterioridad, por lo que no se abunda más sobre ellos.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

## 16.5.2 COLOCACIÓN

- Riesgos más frecuentes:
  - Golpes en manos, pies y cabeza.
  - Erosiones y contusiones en la manipulación.
  - Cortes por manejo de máquinas y herramientas.
  - Caídas de personal a distinto nivel
  - Caídas de personal al mismo nivel.
  - Atrapamientos entre objetos.
  - Elevación de piezas prefabricadas

## 16.5.3 HORMIGONADO

Al igual que en el punto anterior, los riesgos más frecuentes han sido ya comentados con anterioridad.

## 16.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Se incluyen en esta apartado la ejecución de empalmes y botellas en la Subestación:

- Riesgos más frecuentes:
  - Contactos accidentales con partes en tensión
  - Los derivados de la circulación de herramientas manuales
  - Lesiones por sobreesfuerzos realizados
  - Contusiones por choques con partes salientes
  - En las pruebas de conexionado o puesta en servicio de las instalaciones:
    - electrificación o quemaduras
    - circulación de los grupos de circulación durante la entrada en servicio
    - incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica

### 16.6.1 MANIOBRAS DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES

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 pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ALFONSO XARRO, 10 50001 ZARAGOZA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL/PROY/24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

- Contactos eléctricos.
- Atrapamientos y/o aplastamientos de manos o pies.
- 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.

## 16.6.2 TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLES E INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o bobinas por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de tendido y conexionado.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamientos y/o aplastamientos de manos o pies.
- Vuelco o caída del medio de elevación.
- Quemaduras físicas

## 16.6.3 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

### 16.6.3.1 Máquinas fijas y herramientas eléctricas

Los riesgos más significativos son:

- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.
- Atrapamiento por partes móviles
- Quemaduras y cortes.

### 16.6.3.2 Equipos de soldadura oxiacetilénica - oxicorte y por arco eléctrico

En el trabajo con estos equipos, son previsibles los siguientes riesgos:



- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamiento de manos y/o pies por objetos pesados.
- Derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- Derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras
- Explosión (retroceso de la llama).
- Incendio.
- Proyección de partículas.
- Contacto con energía eléctrica.
- Pisadas sobre objetos punzantes.

#### 16.6.3.3 Medios de elevación

Consideramos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.
- Contactos eléctricos.

#### 16.6.4 ANDAMIOS, PLATAFORMAS Y ESCALERAS

Son previsibles los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas del andamio por falta de estabilidad o exceso de acopio de materiales en la plataforma de trabajo.
- Caídas de materiales desde el andamio o la escalera.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Derivados de usos inadecuados o de los montajes peligrosos.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades, no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

#### 16.6.5 MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA

##### Medios auxiliares



- Riesgos más frecuentes:
  - Caídas de personas al mismo nivel o distinto nivel
  - Caídas por fallo estructural del medio auxiliar
  - Caída de objetos desde altura sobre las personas
  - Sobreesfuerzos durante el montaje o desmontaje
  - Atrapamiento entre objetos
  - Vuelco del medio auxiliar por viento o falta de arriostramiento
  - Rotura por fatiga o sobrecarga del material
  - Caída por mal anclaje
  - Maquinaria de obra
- Riesgos más frecuentes:
  - Contactos con la energía eléctrica
  - Golpes por objetos o elementos de las máquinas
  - Atrapamiento entre objetos o por elementos de las máquinas
  - Circulación de atmósferas tóxicas

#### 16.6.6 MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y PREFABRICADOS

##### Riesgos más frecuentes:

- 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.

#### 16.7 RIESGOS PRODUCIDOS POR AGENTES ATMOSFÉRICOS

- Riesgos más frecuentes:
  - Rayos
  - Influencia de cargas electromagnéticas debidas a emisoras o líneas de alta tensión
  - Corrientes erráticas y circulación estática
  - viento



## 16.8 RIESGOS DE INCENDIOS

- En almacenes, vehículos y maquinaria

## 16.9 RIESGOS EN TRABAJOS SOBRE GASODUCTOS

- No aplica

## 16.10 RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Habrán riesgos derivados de la circulación de vehículos por el entorno de la obra.

## 17 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

### 17.1 NORMAS O MEDIDAS DE PREVENCIÓN

#### 17.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

##### 1. Desbroce y explanación de tierras

- Se inspeccionará detenidamente la zona de trabajo, antes del inicio del desbroce y excavación con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.
- El frente de excavación no sobrepasará en más de 1 m la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.
- La maleza debe eliminarse mediante siega. Se prohíbe recurrir al fuego.
- Eliminar los árboles, arbustos y matorrales cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte del terreno.
- Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria.
- Todas las maniobras de los vehículos, serán guiadas por una persona, y su tránsito dentro de la zona de trabajo, se procurará que sea por sentidos constantes y previamente estudiados, impidiendo toda circulación junto a los bordes de la excavación.
- Es imprescindible cuidar los caminos de circulación interna, cubriendo y compactando mediante escorias, zahorras, etc., todos los barrizales afectados por circulación interna de vehículos.
- Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del Permiso de Conducir y estarán en posesión del certificado de capacitación.
- Se prohíbe el acopio de tierras o de materiales a menos de 2 m del borde de excavación, para evitar sobrecargas y vuelcos.
- Se eliminarán todos los bordes del frente de excavación que puedan resultar peligrosos.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- El frente será inspeccionado por el encargado, al inicio o final, para señalar los puntos que deben tocarse antes del inicio o final de nuevas tareas.
- El saneo de tierras se realizará sujeto con Arnés de seguridad a un punto fijo seguro, y solo cuando no se pueda asegurar la seguridad del trabajador con protecciones colectivas adecuadas.
- Las coronaciones de taludes permanentes, a las que deban acceder personas, se señalarán para mantener a los trabajadores alejados de la zona de peligro con una barandilla de 90 cm de altura, listón y rodapié, a un metro de distancia.
- Si los trabajadores deben acercarse a menos de 1 metro del borde de la excavación se colocarán protecciones colectivas adecuadas y si no es posible se utilizará arnés de seguridad anclado a un punto de resistencia suficiente

## 2. Excavación de zanjas

- El acopio de material proveniente de la excavación de las zanjas se realizará de forma que no impida la circulación por los viales
- La zona de zanja abierta estará protegida mediante redes de nylon, malla 5 x 5 y/o barandillas autoportantes en cadena tipo “ayuntamiento”, ubicadas a 1 m del borde superior del corte.
- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 cm de anchura, (mínimo 3 tablones de 7 cm de grosor), bordeadas con barandillas sólidas de 90 cm, de altura, formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié de 15 cm.
- Se dispondrán sobre las zanjas en las zonas de paso de vehículos, palastros continuos resistentes que imposibiliten la caída a la zanja.
- El lado de circulación de camiones o de maquinaria quedará balizado a una distancia de la zanja no inferior a 2 m, mediante el uso de cuerda de banderolas, o mediante bandas de tablón tendidas en línea en el suelo.
- El personal deberá bajar o subir siempre por escaleras de mano sólidas y seguras, que sobrepasen en 1 m en borde de la zanja, y estarán ancladas firmemente al borde superior de coronación.
- No se permite que en las inmediaciones de las zanjas haya acopios de materiales a una distancia inferior a 2 m del borde, en prevención de los vuelcos o deslizamientos por sobrecarga.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos, se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente al Jefe de Obra. Las tareas se reanudarán tras ser estudiado el problema surgido por la Dirección Facultativa, siguiendo sus instrucciones expresas.
- No se realizarán trabajos en los bordes de las zanjas, con taludes no estables.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que caigan en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- Todas las zanjas abiertas próximas al paso de personas se protegerán por medio de cinta balizadora, o bien, se cerrará eficazmente el acceso a la zona donde se ubican, para prevenir las posibles caídas en su interior, especialmente durante los descansos.

- En presencia de lluvia o de nivel freático alto, se vigilará el comportamiento de los taludes en prevención de derrumbamientos sobre los operarios. Se ejecutarán lo antes posible los achiques necesarios.
- En presencia de riesgo de vuelco o deslizamiento de un talud límite de una zanja se dará el orden de desalojo inmediato y se acordonará la zona en prevención de accidentes.

### 3. Terraplenado

- El personal cualificado, redactará un parte diario sobre las revisiones que se realizan a la maquinaria que presentará al Jefe de Obra.
- Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.
- Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con señales de peligro, para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.
- Se instalarán letreros avisadores del peligro que supone dormir a la sombra que proyectan las máquinas para movimiento de tierras.
- Si se produce un contacto entre líneas eléctricas y la maquinaria, con tren de rodadura de neumáticos, el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. Antes de realizar ninguna acción se inspeccionará el tren de neumáticos con el fin de detectar la posibilidad de puente eléctrico con el terreno; de ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, el unísono, la máquina y el terreno.
- Las máquinas en contacto accidental con líneas eléctricas, serán acordonadas a una distancia de 5 m, avisándose a la compañía propietaria de la línea para que efectúe los cortes de suministro y puestas a tierra necesarias para poder cambiar sin riesgos, la posición de la máquina.
- Antes de abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento la cuchilla, cazo, etc., puesto el freno de mano y parado el motor, extrayendo la llave de contacto, para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.
- Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.
- Se prohíben las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.
- Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes), a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.
- Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
- La precedente medida es de aplicación especialmente en el movimiento de grandes volúmenes de tierra, para evitar las colisiones e interferencias.

- Se prohíbe la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.
- Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación (como norma general).
- Se delimitará la cuneta de los caminos que transcurran próximos a los cortes de la excavación a un mínimo de 2 m de distancia de ésta (como norma general), para evitar la caída de la maquinaria por sobrecarga del borde de los taludes o cortes.
- La presión de los neumáticos de los tractores será revisada, y corregida en su caso diariamente.

#### 4. Rellenos

- La maquinaria y vehículos alquilados o subcontratados serán revisados antes de comenzar a trabajar en la obra, en todos los elementos de seguridad, exigiéndose al día el libro de mantenimiento y el certificado que acredite su revisión por un taller cualificado.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente.
- Se prohíbe la marcha hacia atrás de los camiones con la caja levantada o durante la maniobra de descenso de la caja, tras el vertido de tierras, en especial, en presencia de tendidos eléctricos aéreos.
- Se prohíbe sobrepasar el tope de carga máxima especificado para cada vehículo. Se especificarán claramente la “Tara” y la “Carga máxima”.
- Se prohíbe que los vehículos transporten personal fuera de la cabina de conducción y en número superior a los asientos existentes.
- Se regarán con frecuencia los tajos y cajas de los camiones para evitar polvaredas.
- Se señalizarán los accesos y recorridos de los vehículos.
- Las maniobras de marcha atrás de los vehículos al borde de pedraplenes, se dirigirán por personal especializado, en evitación de desplomes y caídas.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública mediante señalización vial normalizada de peligro indefinido y stop. Igualmente se señalizarán los recorridos de los vehículos en el interior de la obra.
- Los vehículos subcontratados tendrán vigente la Póliza de Seguros con Responsabilidad Civil ilimitada, el Carnet de Empresa y los Seguros Sociales cubiertos, antes de comenzar los trabajos en la obra.
- Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de vuelco, atropello y colisión.
- La zona en fase de compactación quedará cerrada al acceso de las personas o vehículos ajenos a la compactación, en prevención de accidentes.
- Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido , sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio inferior a los 5 m en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de “peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y “STOP”.
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada, quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.
- Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con señales de peligro, para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.
- Se instalarán letreros avisadores del peligro que supone dormir a la sombra que proyectan las máquinas para movimiento de tierras.
- Antes de abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento la cuchilla, cazo, etc., puesto el freno de mano y parado el motor, extrayendo la llave de contacto, para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.
- Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.
- Se prohíben las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.
- Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes), a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.
- Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
- La precedente medida es de aplicación especialmente en el movimiento de grandes volúmenes de tierra, para evitar las colisiones e interferencias.
- Se prohíbe la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.
- Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación (como norma general).
- Se delimitará la cuneta de los caminos que transcurran próximos a los cortes de la excavación a un mínimo de 2 m de distancia de ésta (como norma general), para evitar la caída de la maquinaria por sobrecarga del borde de los taludes o cortes.
- La presión de los neumáticos de los tractores será revisada, y corregida en su caso diariamente.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ San Juan, 10 - 50001 - ZARAGOZA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL/PROY/24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

## 17.1.2 CIMENTACIONES

### 1. Movimiento de tierras

- Se adoptarán las mismas medidas preventivas descritas en el punto anterior 07.1.1. Movimiento de tierras.
- Una vez finalizada la excavación de la cimentación se creará una rampa de acceso adecuada al fondo de la excavación y que se verterá en ella hormigón para asegurar un tránsito seguro de los trabajadores. Además, se instalará barandilla pasamanos en uno de los lados de la rampa de acceso

### 2. Ferralla

- Se instalará en la zona de trabajo: baño químico (que se mantendrán en adecuadas condiciones de limpieza) y una zona protegida de las condiciones meteorológicas para el descanso de los trabajadores
- Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras.
- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera, capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores a 1,50 m.
- La ferralla montada (pilas, parrillas, etc.) se almacenará en los lugares designados a tal efecto, separado del lugar de montaje.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco de trabajo.
- Durante la elevación de las barras, se evitará que los paquetes de hierro pasen por encima del personal.
- Se prohíbe mover los paquetes de armadura usando los alambres de unión como puntos de izado, los paquetes se izarán en todo momento usando cadenas. Las cadenas se colocarán abrazando todo el paquete
- En los camiones de suministro, los paquetes de armadura llegarán a obra apoyados en durmientes de madera y no directamente apoyados en la bañera del camión.
- El izado de paquetes de armaduras, en barras sueltas o montadas, se hará suspendiendo la carga en dos puntos separados, para que la carga permanezca estable, evitando la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas. El ángulo superior formado por los dos extremos del aparejo a la altura de la argolla de cuelgue será el adecuado en función de la carga máxima de los útiles de izado (recomendado igual o inferior a 60°).
- Las barras de ferralla se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos, se acopiarán sobre durmientes por capas ordenadas de tal forma que sean evitados los enganches fortuitos entre paquetes.
- Los desperdicios y recortes se amontonarán y eliminarán de la obra lo antes posible.
- Se pondrán sobre las parrillas planchas de madera, a fin de que el personal no pueda introducir el pie al andar por encima. De idéntica manera se marcarán pasos antes del hormigonado, para facilitar en lo posible esta tarea.
- El taller de ferralla se ubicará de tal forma que, teniendo a él acceso la grúa, las cargas suspendidas no pasen por encima de los ferrallistas.

- La ferralla armada se colgará para transporte vertical de omegas con lazo de entrega al gancho de la grúa y garrotas antideslizamiento en los extremos.
- La ferralla armada presentada, se recibirá de inmediato para evitar vuelcos una vez desprendida del gancho de cuelgue.
- La ferralla montada se transportará al punto de ubicación suspendida del gancho de la grúa mediante eslingas (o balancín) que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras en posición vertical. Sólo se permitirá el transporte vertical para la ubicación exacta “in situ”.
- Se evitará en lo posible caminar por los fondillos de los encofrados de vigas.
- Se instalarán “caminos de tres tablones de anchura” (60 cm.) que permitan la circulación sobre forjados en fase de armado de negativos o tendido de mallazos de reparto.
- Las maniobras de ubicación “in situ” de ferralla montada, se guiarán mediante un equipo de tres hombres: dos, guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero, que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.
- Se prohíbe trepar por las armaduras. Para ascenso o descenso se utilizarán escaleras de mano reglamentarias.
- Las borriquetas de armado de ferralla estarán rematadas en ángulo hacia arriba, para evitar que al rodar sobre ella caigan al suelo los redondos en barras.
- Se acotará la superficie de posible barrido de las barras conformadas a base de dobladora mecánica, para evitar golpes al resto de los trabajadores.
- Las barras de gran longitud conformadas mediante dobladora mecánica, serán acompañadas durante el trayecto para evitar la proyección de pequeños objetos por roce contra el suelo.
- Se protegerán con tapones de plástico o similar todas las puntas de la armadura montada que puedan suponer un riesgo de corte o punzonamiento para los trabajadores.

### 3. Encofrado

- El personal encofrador acreditará, a su contratación, su experiencia.
- Se prohíbe la permanencia de operarios en la zona de batido de cargas durante la operación de elevación de los elementos que constituyen el encofrado.
- El acopio de la madera, tanto nueva como usada, debe ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando los sitios de paso.
- Se instalarán cubridores sobre las esperas de ferralla (sobre las puntas de los redondos, para evitar su hincada en las personas).
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido, para su posterior retirada.
- Se instalarán las señales de:
  - a) Uso obligatorio del casco

- b) Uso obligatorio de botas de seguridad
  - c) Uso obligatorio de guantes
  - d) Peligro, contacto con la corriente eléctrica
  - e) Peligro de caída de objetos
- Se instalará un cordón de balizamiento ante los huecos peligrosos.
  - Los recipientes para productos de desencofrado, se clasificarán rápidamente para su utilización o eliminación.
  - Una vez concluidas las labores de encofrado o desencofrado, se barrerán los escombros.
  - Se prohíbe hacer fuego directamente sobre los encofrados. Si se hacen fogatas se efectuarán en el interior de recipientes metálicos aislados de los encofrados (sobre cubos o similares, por ejemplo).
  - Se tendrá a disposición de los trabajadores las hojas de seguridad y salud de los productos químicos que se utilicen. Los trabajadores seguirán las indicaciones de dichas hojas de seguridad para el manejo y almacenamiento de los productos químicos (deseconfrante, etc.).
  - El empresario garantizará a la Dirección Facultativa que el trabajador es apto o no, para el trabajo de encofrador, o para el trabajo en altura.
  - Antes del vertido de hormigón, se comprobará en compañía del técnico cualificado, la buena estabilidad del conjunto.

#### 4. Desencofrado

- Se prestará especial atención en evitar la caída de los materiales del encofrado, al vacío.
- Se prohibirá y/o limitará la permanencia y circulación de personal en los niveles inferiores, donde exista riesgo de caída de objetos.
- El desencofrado se efectuará siempre por zonas perfectamente establecidas y delimitadas.
- No se procederá al desencofrado de la zona siguiente, sin antes haber recogido y ordenado los materiales de la zona anterior.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado ya desencofrado, de forma que se puedan desprender maderas sobre el operario.
- Para el desencofrado se usarán las herramientas adecuadas, barras de uñas, y no se improvisarán herramientas a base de puntales u otros.
- Será necesario un perfecto orden y limpieza, de los materiales recuperados.
- Se extraerán los clavos y puntas existentes de la madera usada, o se remacharán si ésta no se va a recuperar. La madera limpia será clasificada y apilada inmediatamente. Los clavos y puntas arrancados se barrerán dejando la zona limpia.
- Todos los materiales recuperados del desencofrado (puntales, madera, etc.) serán correctamente apilados, preferiblemente usando recipientes tipo jaula, no sobrecargando con los paquetes el forjado.



## 5. Hormigonado

Para cada hormigonado de las cimentaciones WTG, la contratista realizará un protocolo en el que se describa:

- Trabajadores involucrados en las tareas, incluyendo reemplazo de trabajadores (o turnos) para asegurar suficiente tiempo de descanso y cumplimiento del tiempo de trabajo cuando sea necesario
- Dónde se ubicarán las bombas de hormigón
- Ruta de camiones hormigonera y zonas de maniobras.
- Gestión de interferencias de tráfico.
- Instalaciones temporales de bienestar y suministro de agua (para beber y para limpieza)
- Cuando sea necesario, provisiones para trabajos nocturnos.
- Puntos de limpieza de los camiones y la bomba de hormigón

Se proponen diversos sistemas de hormigonado con el fin de que el Contratista escoja el más apropiado a su juicio.

El hormigonado se divide en los siguientes apartados:

- Medidas preventivas durante el vertido de hormigón.
  - Vertido por cubo o cangilón
  - Bombeo del hormigón
- Medidas preventivas para el vertido durante el hormigonado en cimientos.

Vertido mediante cubo o cangilón

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se señalizará mediante una traza horizontal, ejecutada con pintura de color amarillo, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.
- Se señalizará mediante trazas en el suelo o “cuerda de banderolas” las zonas batidas por el cubo.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados ni las entibaciones.
- Del cubo penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

Vertido mediante bombeo

- El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón, estará especializado en este trabajo.

- La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- La manguera terminal del vertido, será gobernada por dos operarios, para evitar las caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie, se establecerá un camino de tabloncillo seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernen el vertido con la manguera.
- El hormigonado de pilares y elementos verticales, se ejecutará gobernando la manguera desde castilletes de hormigonado.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado, será dirigido por un operario especialista, en evitación de accidentes por “tapones” y “sobrepresiones” internas. Es imprescindible evitar “atoramientos” o “tapones” internos de hormigón; procurar evitar los codos de radio reducido. Después de concluido el bombeo, se lavará y limpiará el interior de las tuberías de impulsión de hormigón.
- Es imprescindible evitar tapones internos de hormigón. Se procurará evitar los codos de radio reducido. Después de concluido el bombeo, se lavará y limpiará el interior de las tuberías de impulsión de hormigón.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado.
- Antes de iniciar el bombeo de hormigón, se deberá preparar el conducto (engrasar las tuberías) enviando masas de mortero de dosificación, en evitación de “atoramiento” o “tapones”.
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la “redcilla” de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina. Se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.

#### Hormigonado de cimientos

- Se debe tener presente que la prevención que a continuación se describe, debe ir en coordinación con la prevista durante el movimiento de tierras efectuado en el momento de su puesta en obra.
- Para el hormigonado del pedestal de la cimentación se protegerá su perímetro con barandillas rígidas y se asegurará un sistema de acceso al pedestal adecuado
- Se deben prever tajos de mantenimiento de las protecciones del movimiento de tierras durante esta fase.
- Se deben prever tajos de protección en el desmontaje de las protecciones utilizadas durante el movimiento de tierras y la puesta en obra de estas unidades de hormigonado.
- Antes del inicio del vertido del hormigón, se debe revisar el buen estado de seguridad de las entibaciones.
- Antes del inicio del hormigonado se debe revisar el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.

- Se mantendrá una limpieza esmerada durante esta fase. Se eliminarán antes del vertido del hormigón las puntas, restos de madera, redondos y alambres.
- Se instalarán pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas a hormigonar, formadas por un mínimo de tres tablonos trabados (60 cm de anchura).
- Se establecerán pasarelas móviles, formadas por un mínimo de tres tablonos sobre las zanjas a hormigonar, para facilitar el paso y los movimientos necesarios del personal de ayuda al vertido.
- Se establecerán a una distancia mínima de 2 m. (como norma general) fuertes topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse al borde de zanjas o zapatas para verter hormigón (dúmpfer, camión hormigonera)
- Siempre que sea posible, el vibrado se efectuará estacionándose el operario en el exterior de la zanja.
- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles, formadas por un mínimo de tres tablonos que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

#### Ejecución del grout de la cimentación

- Los trabajadores manipulando los sacos de grout utilizarán protección ocular y protección respiratoria adecuada. Utilizarán buzos tipo tyvek para evitar el contacto del polvo
- Estarán a disposición de los trabajadores las hojas de datos de seguridad del grout y resto de productos químicos a utilizar. Los trabajadores seguirán las instrucciones de dichas hojas de seguridad para la manipulación y almacenamiento de los productos químicos.
- El acopio y manipulación de los sacos de grout se realizará de forma ergonómica (manipulación a la altura de la cintura, etc.)
- La bomba mezcladora tendrá todas sus partes móviles protegidas

#### 17.1.3 EXTENDIDO DE ZAHORRA

##### Transporte

- El acceso y circulación interna de camiones en la obra se efectuará de modo que no se produzcan interferencias.
- Las operaciones de carga y de descarga de los camiones, se efectuarán en los lugares señalados en obra para tal efecto.
- Todos los camiones dedicados al transporte de materiales para esta obra, estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas, en prevención de accidentes por fallo mecánico.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal menester, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad. El grave accidente de rotura de calcáneos suele producirse por saltar desde la caja, o carga de los camiones, al suelo.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

#### 17.1.4 APERTURA DE ZANJA. COLOCACIÓN DE CABLE ELÉCTRICO

- Uso de equipos de tendido
- manejo de bobinas.
- Los equipos de tendido colocados sobre camión deben estar bien asegurados para evitar su vuelco,
- Está prohibido tender el cable con la bobina izada desde una grúa u otra maquinaria.
- Entibación de zanjas de profundidad superior a 1,30 metros cuando sea necesario.

Tan sólo resaltar que, en el tendido de cable eléctrico de media tensión, no cabe tomar ninguna medida preventiva en relación al riesgo eléctrico, ya que no existirá tensión en el momento de su colocación.

#### 17.1.5 OBRAS DE FÁBRICA

Al igual que en el punto anterior, las medidas de prevención de distintos aspectos constructivos de esta unidad de obra (transporte, encofrado y hormigonado) que han sido comentados con anterioridad, por lo cual no se considerarán aquí.

Se recomiendan una serie de aspectos preventivos en el caso del montaje de tuberías, como son:

- Las tuberías se suspenderán en ambos extremos con eslingas, uñas de montajes o con balancines que cumplan con la siguiente prevención:
  - Eslingas: Formadas por dos hondillas rematadas en cada extremo por lazos formados mediante casquillo electrosoldado y guarnecidos con forrillos guarda cabos.  
Los extremos de las hondillas se unirán mediante el lazo a una argolla de cuelgue. Los otros dos extremos estarán dotados de ganchos de cuelgue.  
Los tubos se amarrarán a lazo correrizo del extremo de las hondillas pasado por su propio gancho, ubicándolos equidistantes a 1/3 de la longitud total del tubo.  
El ángulo que formen las dos hondillas a la altura de la argolla de cuelgue será igual o inferior a 90°.
  - Uñas de montaje: del tipo contrapesado por la propia disposición en carga.
  - Balancines: formados por una viga de cuelgue en perfil laminado dotado en sus extremos de orificios en el alma, dos a cada extremo para la eslinga de suspensión de características idénticas a las descritas en el punto anterior; y otros dos para cada hondilla de cuelgue.  
Los tubos a balancín, se suspenderán mediante lazo corredizo del extremo de las hondillas de cuelgue pasado por su propio gancho, ubicándolos equidistantes a 1/3 de la longitud del tubo.
- Las tuberías en suspensión se guiarán mediante sogas instaladas en los extremos. Nunca directamente con las manos evitar golpes, atrapamientos o empujones por movimientos pendulares.

- Las tuberías se introducirán en las zanjas guiadas desde el exterior. Una vez que entren en contacto con la solera, los trabajadores se aproximarán para guiar la conexión.
- Los acopios de tuberías se harán en el terreno sobre durmientes de reparto de cargas. Apilados y contenidos entre pies derechos hincados en el terreno lo suficiente como para obtener una buena resistencia. No se mezclarán los diámetros en los acopios.
- La presentación de tramos de tuberías en la coronación de las zanjas se efectuará a no menos de 2 m. de borde superior. En todo momento, permanecerán calzadas para evitar que puedan rodar.
- Concluida la conexión de los tramos se procederá al cierre de la zanja por motivos de seguridad, enrasando tierras. Se dejarán las cotas necesarias para comprobar la estanqueidad de las conexiones que en todo momento, permanecerán rodeadas por barandillas tipo ayuntamiento.

#### 17.1.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar señalado.
- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando “portalámparas estancos con mango aislante” y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo de “tijera”, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe en general, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la “compañía suministradora”, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

#### 17.1.7 MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA

##### Escaleras de mano

- Queda prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada
- Preferentemente serán metálicas, y sobrepasarán siempre en 1 m la altura a salvar una vez puestas en correcta posición.
- Cuando sean de madera, los peldaños serán ensamblados, y los largueros serán de una sola pieza, y en caso de pintarse se hará con barnices transparentes.
- En cualquier caso dispondrán de zapatas antideslizantes en su extremo inferior y estarán fijadas con garras o ataduras en su extremo superior para evitar deslizamientos.
- Está prohibido el empalme de dos escaleras a no ser que se utilicen dispositivos especiales para ello.
- Las escaleras de mano no podrán salvar más de 5 m., a menos que estén reforzadas en su centro, quedando prohibido el uso de escaleras de mano para alturas superiores a siete metros.
- Para cualquier trabajo en escaleras a más de 3 m. sobre el nivel del suelo es obligatorio el uso de arnés de seguridad, sujeto a un punto sólidamente fijado, las escaleras de mano sobrepasarán 1 m., el punto de apoyo superior una vez instalados.
- Su inclinación será tal que la separación del punto de apoyo inferior será la cuarta parte de la altura a salvar.
- El ascenso y descenso por escaleras de mano se hará de frente a las mismas.
- No se utilizarán transportando a mano y al mismo tiempo pesos superiores a 25 Kg.
- Las escaleras de tijeras o dobles, de peldaños, estarán provistas de cuerdas o cadenas que impidan su abertura al ser utilizada y topes en su extremo inferior.
- La utilización de una escalera de mano como puesto de trabajo en altura deberá limitarse a las circunstancias en que la utilización de otros equipos de trabajo más seguros no esté justificada por el bajo nivel de riesgo y por las características de los emplazamientos que no se puedan modificar

#### Maquinaria auxiliar en general

- Las máquinas - herramientas que originen trepidaciones tales como martillos neumáticos, apisonadoras, remachadoras, compactadores o vibradoras, o similares, deberán estar provistas de horquillas y otros dispositivos amortiguadores, y al trabajador que las utilice se le proveerá de equipo de protección personal antivibratorio (cinturón de seguridad, guantes, almohadillas, botas, etc).
- Los motores eléctricos estarán provistos de cubiertas permanentes u otros resguardos apropiados, dispuestos de tal manera que prevengan el contacto de las personas u objetos.
- En las máquinas que lleven correas, queda prohibido maniobrarlas a mano durante la marcha. Estas maniobras se harán mediante montacorreas u otros dispositivos análogos que alejen todo peligro del accidente.
- Los engranajes al descubierto, con movimiento mecánico o accionado a mano, estarán protegidos con cubiertas completas, que sin necesidad de levantarlas permiten engrasarlos, adoptándose análogos medios de protección para las transmisiones por tornillos sin fin, cremalleras y cadenas.

- Toda máquina averiada o cuyo funcionamiento sea irregular, será señalizada, y se prohibirá su manejo a trabajadores no encargados de su reparación. Para evitar su involuntaria puesta en marcha se bloquearán los arrancadores de los motores eléctricos o se retirarán los fusibles de la máquina averiada y si ello no es posible, se colocará un letrero con la prohibición de maniobrarla, que será retirado solamente por la persona que lo colocó.
- Si se hubieran de instalar motores eléctricos en lugares con materias fácilmente combustibles, en locales cuyo ambiente contenga gases, partículas o polvos inflamables o explosivos, poseerán un blindaje antideflagrante.
- En la utilización de la maquinaria de elevación, las elevaciones o descensos de las cargas se harán lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca y se hará siempre, en sentido vertical para evitar el balanceo.
- No se dejarán los aparatos de izar con cargas suspendidas y se pondrá el máximo interés en que las cargas vayan correctamente colocadas, (con doble anclaje y niveladas de ser elementos alargados).
- La carga debe estar en su trayecto, constantemente vigilada por el maquinista, y en casos en que irremediablemente no fuera así, se colocará uno o varios trabajadores que efectuarán las señales adecuadas, para la correcta carga, desplazamiento, parada y descarga.
- Se prohíbe la permanencia de cualquier trabajador en la vertical de las cargas izadas o bajo el trayecto de recorrido de las mismas.
- Los aparatos de izar y transportar en general, estarán equipados con dispositivos para frenado efectivo de un peso superior en una vez y medirá la carga límite autorizada; y los accionados eléctricamente, estarán provistos de dispositivos limitadores que automáticamente corten la energía eléctrica al sobrepasar la altura o desplazamiento máximo permisible.
- Los cables de izado y sustentación serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se hayan de emplear; en caso de sustitución por deterioro o rotura se hará mediante mano de obra especializada y siguiendo las instrucciones para el caso dadas por el fabricante.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas, estarán provistos de guardacabos metálicos resistentes.
- Se inspeccionará semanalmente en número de los hilos rotos, desechándose aquellos cables que lo estén en más de 10% de los mismos.
- Los ganchos, serán de acero o hierro forjado, estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse y las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.
- Los aparatos y vehículos llevarán un rótulo visible con indicaciones de carga máxima que puedan admitir y que por ningún concepto será sobrepasada.
- Toda la maquinaria eléctrica, deberá disponer de “toma de tierra”, y protecciones diferenciales correctos.

Los andamios cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:

- Se apoyarán sobre superficies planas y resistentes.

- Si la base del andamio es de ruedas, estas deben de estar bloqueadas antes de acceder al mismo, y no se desplazan con personas sobre las mismas.
- Bajo ningún concepto se manipularán los elementos de la estructura de seguridad del andamio.
- Se mantendrá un perfecto orden y limpieza de las plataformas de trabajo.
- Se arriostrarán a partir de cierta altura.
- Las plataformas de trabajo ubicadas a 2 o más metros de altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio o rodapié.
- Tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura.
- Se prohíbe correr o saltar sobre los andamios y saltar de la plataforma andamiada al interior del edificio o viceversa. El paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.
- Se limitará el acceso a cualquier andamiada, exclusivamente al personal que haya de trabajar en él.
- No sobrecargar los andamios.
- Los andamios deberán ser montados y desmontados únicamente por personal formado y autorizado
- Los andamios se montarán siguiendo las instrucciones del fabricante o el plan de montaje según corresponda
- Antes del uso del andamio tras su montaje se deberá realizar una inspección visual del mismo para asegurar que está correctamente montado y su uso es seguro
- Se colocará en los andamios una etiqueta indicando:
  - El andamio está habilitado para el uso
  - Está prohibido el uso del andamio
  - Lista de inspecciones realizadas y firma del inspector

#### Maquinaria de movimiento de tierras

#### Estarán equipadas con:

- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante o hacia atrás.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Pórticos de seguridad.
- Retrovisores de cada lado.
- Extintor.
- Cinturón de seguridad

Y en su utilización se seguirán las siguientes reglas:

- Es obligatorio el uso de cinturón de seguridad
- Cuando una máquina de movimiento de tierras esté trabajando, no se permitirá el acceso al terreno comprendido en su radio de trabajo; si permanece estática, se señalará su zona de peligrosidad actuándose en el mismo sentido.
- Ante la presencia de conductores eléctricos bajo tensión se impedirá el acceso de la máquina a puntos donde pudiese entrar en contacto.
- No se abandonará la máquina sin antes haber dejado reposada en el suelo la cuchara o la pala, parado el motor, quitada la llave de contacto y puesto el freno.
- No se permitirá el transporte de personas sobre estas máquinas.
- No se procederá a reparaciones sobre la máquina con el motor en marcha.
- Los caminos de circulación interna se señalarán con claridad para evitar colisiones o roces, poseerán la pendiente máxima autorizada por el fabricante para la máquina que menor pendiente admita.
- No se realizarán ni mediciones ni replanteos en las zonas donde estén trabajando máquinas de movimiento de tierras hasta que estén paradas y en lugar seguro de no ofrecer riesgo de vuelcos o desprendimiento de tierra.

#### Pala cargadora

- Utilizar la pala adecuada al trabajo a realizar. Utilizar palas sobre orugas en terrenos blandos sobre materiales duros.
- Utilizar palas sobre neumáticos en terrenos duros y abrasivos para materiales sueltos.
- Utilizar el equipo adecuado; para cargar roca, colocar la cuchara de roca. Los materiales muy densos precisan cucharones muy densos. En todo caso recuérdese que las palas son para carga, no para excavar.
- Cada pala está diseñada para una carga determinada, sobrepasando su cota, se provoca el riesgo.
- Es imprescindible el tensado de las cadenas o la comprobación de la presión de los neumáticos. En muchos casos la colocación de cadenas en los neumáticos aumenta la producción y disminuye el riesgo.
- Cuando se trabaje en la proximidad de desniveles o zonas peligrosas, es imprescindible colocar balizas de forma visible en los límites de la zona de evolución. En grandes movimientos de tierras y vertederos es necesario, la presencia de un señalista.
- En todas las operaciones el maquinista estará cualificado.

#### Retroexcavadora

- Utilizar la retroexcavadora adecuada al terreno a utilizar. Utilizar orugas en terrenos blandos para materiales duros y trayectos cortos o mejor sin desplazamiento. Utilizar retroexcavadora sobre neumáticos en terrenos duros y abrasivos para materiales sueltos y trayectos largos y/o de continuo desplazamiento.
- Estas máquinas en general no suelen sobrepasar pendientes superiores al 20% en terrenos húmedos y 30% en terrenos secos pero deslizantes.

- Durante un trabajo con equipo retro, es necesario hacer retroceder la máquina, cuando la cuchara comienza a excavar por debajo del chasis. Nunca se excavará por debajo de la máquina pues puede volcar en la excavación.
- Al cargar de material los camiones, la cuchara nunca debe pasar por encima de la cabina del camión.
- En los trabajos con estas máquinas, en general, para la construcción de zanjas, es preciso atención especial a la entibación de seguridad, impidiendo los derrumbamientos de tierras que puedan arrastrar a la máquina y alcanzar al personal que trabaja en el fondo de las zanjas.
- Es imprescindible el tensado de las cadenas o la comprobación de la presión de los neumáticos. En muchos casos la colocación de las cadenas en los neumáticos aumenta la producción y disminuye el riesgo.
- Cuando se trabaje en la proximidad de desniveles o zonas peligrosas, es imprescindible colocar balizas de forma visible en los límites de la zona de evolución. En grandes movimientos de tierras y vertederos es necesario, la presencia de un señalista.

#### Motovolquete autopropulsado (Dúmpfer)

- Se señalizará y establecerá un fuerte tope de fin de recorrido ante el borde de taludes o cortes en los que el dúmpfer deba verter su carga.
- Se señalizarán los caminos y direcciones que deban ser recorridos por dúmpferes.
- Es obligatorio no exceder la velocidad de 20 Km/h tanto en el interior como en el exterior de la obra.
- Si el dúmpfer debe de transitar por vía urbana deberá ser conducido por persona provista del preceptivo permiso de conducir de clase B. (Esta medida es aconsejable incluso para tránsito interno).
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima inscrita en el cubilote.
- Se prohíbe el “colmo” de las cargas que impida la correcta visión del conductor.
- Queda prohibido el transporte de personas sobre el dúmpfer (para esta norma, se establece que la excepción debida aquellos dúmpferes dotados de transportín para estos menesteres).
- El remonte de pendientes bajo carga se efectuará siempre en marcha al frente, y los descensos en marcha de retroceso, en prevención del riesgo de vuelco.
- La movilidad de estos vehículos es grande por lo que se recomienda usarlos a velocidades medias o bajas. Las demostraciones de destreza están expresamente prohibidas pues se consideran “maniobras inseguras peligrosas”.

#### Camión de transporte de materiales

- Todos los vehículos dedicados a transportes de materiales, deberán estar en perfectas condiciones de uso.
- Son extensivas las condiciones generales expresadas o aplicables a lo descrito en las generalidades de maquinaria.
- Las cargas se repartirán sobre la caja, con suavidad evitando descargas bruscas, que desnivelen la horizontalidad de la carga.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- El “colmo” del material a transportar se evitará supere una pendiente ideal en todo el contorno del 5%.
- Se procurará regar las cargas con materiales sueltos. (En especial las que se han de transportar a vertedero), en evitación de polvaredas innecesarias.
- En caso de estacionar el vehículo en pendientes, se utilizará los calzos antideslizantes.
- Se recomienda cubrir las cargas con una lona, situada bajo flejes de sujeción de la carga, en evitación de vertidos.

### Camión hormigonera

En este caso son aplicables las medidas preventivas expresadas genéricamente para la maquinaria, no obstante a lo dicho, se tendrán presentes las siguientes recomendaciones:

- Se procurará que las rampas de accesos a los tajos, sean uniformes y que no superen la pendiente del 20%.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba en evitación de vertidos innecesarios durante el transporte de hormigón.
- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas en la proximidad de los tajos.
- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de las zanjas evitarán en lo posible permanecer a una distancia inferior a los 60 cm. del borde de la zanja.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión hormigonera a una distancia inferior a los 2 m. del borde de las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión hormigonera, dotándose además al lugar de un tope firme y fuerte para la rueda trasera del camión, en evitación de caídas y deslizamientos.
- Se procurará que las rampas de accesos a los tajos, sean uniformes y que no superen la pendiente del 20%.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba en evitación de vertidos innecesarios durante el transporte de hormigón.
- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas en la proximidad de los tajos.
- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de las zanjas evitarán en lo posible permanecer a una distancia inferior a los 60 cm. del borde de la zanja.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión hormigonera a una distancia inferior a los 2 m. del borde de las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión hormigonera, dotándose además al lugar de un tope firme y fuerte para la rueda trasera del camión, en evitación de caídas y deslizamientos.

### Bomba para hormigón autopropulsada

- La bomba de hormigonado, sólo podrá utilizarse para bombeo de hormigón según el “cono” recomendado por el fabricante en función de la distancia de transporte.
- El brazo de elevación de la manguera, únicamente podrá ser utilizado para la misión a la que ha sido dedicado por su diseño.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impresión</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º F.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º F.º 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Antes de iniciar el bombeo del hormigón, se comprobará que las ruedas de la bomba están bloqueadas mediante calzos y los gatos estabilizadores en posición con el enclavamiento mecánico o hidráulico instalado.
- La zona de bombeo quedará totalmente aislada de los viandantes.
- Se comprobará diariamente, antes del inicio del suministro, el estado de desgaste interno de la tubería de transporte mediante medidor de espesores.
- Para comprobar el espesor de una tubería es necesario que no esté bajo presión. Invierta el bombeo y podrá comprobar sin riesgos.
- Una vez concluido el hormigonado se lavará y limpiará el interior de los tubos de toda la instalación, en prevención de accidentes por la aparición de “tapones” de hormigón.
- Se exigirá que el lugar de ubicación de la bomba cumpla por lo menos:
  - Que sea horizontal.
  - Que no diste menos de 3 m. del borde de un talud, zanja o corte del terreno.
- Antes de iniciar el suministro se asegurará que todos los acoplamientos de palanca tienen en posición de inmovilización los pasadores.
- Antes de verter el hormigón en la tolva se asegurará que está instalada la parrilla.
- No se tocará nunca directamente con las manos la tolva o el tubo oscilante si la máquina está en marcha.
- Si se debe efectuar trabajos en la tolva o en el tubo oscilante, primero pare el motor de accionamiento, purgue la presión del acumulador a través del grifo, luego efectúe la tarea que se requiera.
- Si el motor de la bomba es eléctrico:
  - Antes de abrir el cuadro general de mando asegúrese de su total desconexión.
  - No intente modificar o puentear los mecanismos de protección eléctrica; si lo hace, sufrirá probablemente algún accidente al reanudar el servicio.

Grúa Móvil autopropulsada

Vuelco en general

Condiciones de instalación

Se admite que una grúa es segura contra el riesgo de vuelco cuando, trabajando en la arista de vuelco más desfavorable (línea que forman dos apoyos o estabilizadores consecutivos) no vuelca:

- Si trabaja lateralmente, siempre que el centro de gravedad de la máquina más la carga se sitúe entre dicha arista más desfavorable y el eje longitudinal de la máquina.
- Si trabaja por delante o por detrás de la corona, siempre que el centro de gravedad de la máquina más la carga se sitúe entre la arista más desfavorable y el eje transversal.

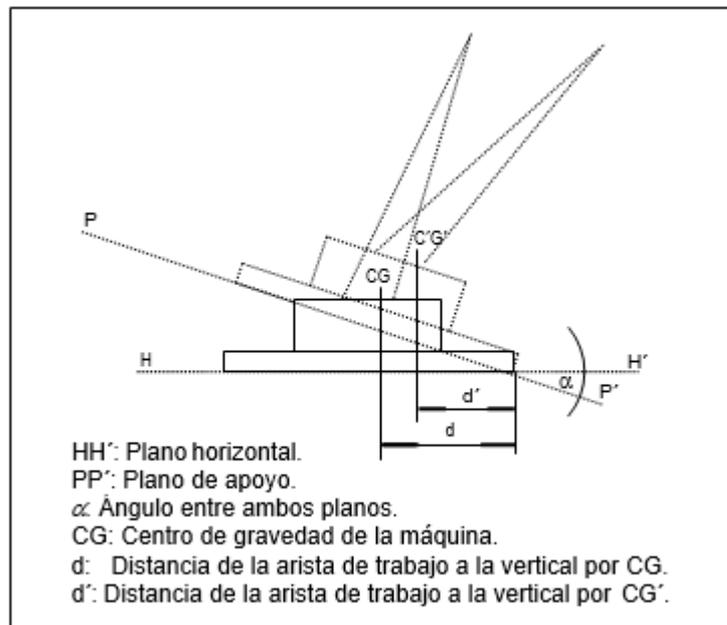
Los ejes transversal y longitudinal virtuales están situados en relación al centro de la corona de giro.

Si la máquina estuviera desnivelada, el centro de gravedad de esta más la carga sufriría modificación, desplazándose hacia la arista exterior una distancia proporcional al valor del ángulo de desnivel, en este supuesto, el centro de gravedad estaría entonces falseado con respecto al calculado por el fabricante modificando así los valores de las tablas de carga y potenciando el momento de vuelco

El momento de vuelco viene definido por el producto siguiente:

$$\text{Momento de vuelco} = CG \times d$$

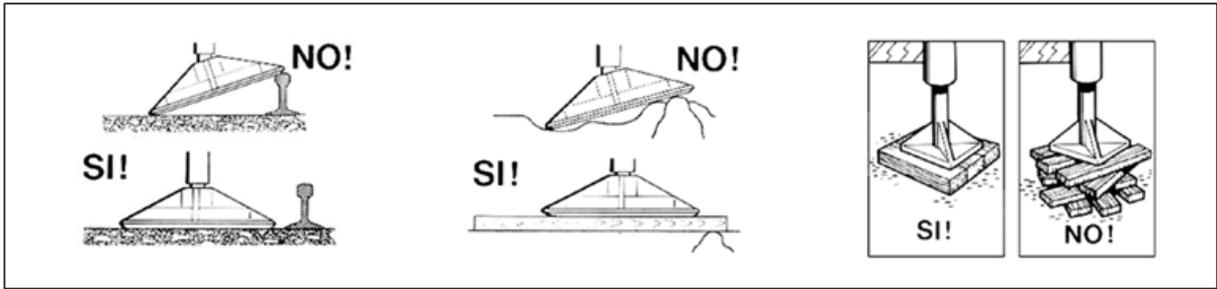
Para el caso de estar situada la grúa en un plano inclinado, como  $d' < d$  y  $CG = CG'$  se cumple que  $CG \times d > CG' \times d'$ , de donde se deduce que con la grúa estacionada sobre un plano horizontal, el momento de vuelco tiene un valor superior siendo más difícil el vuelco.



## Terreno

Se debe comprobar que el terreno tiene consistencia suficiente para que los apoyos (orugas, ruedas o estabilizadores) no se hundan en el mismo durante la ejecución de las maniobras o en los accesos.

El emplazamiento de la máquina se debe efectuar evitando las irregularidades del terreno y explanando su superficie si fuera preciso, al objeto de conseguir que la grúa quede perfectamente nivelada. Nivelación que deberá ser verificada antes de iniciarse los trabajos que serán detenidos de forma inmediata si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo. La adecuación del terreno, es un aspecto esencial en el trabajo de la grúa móvil, pues la estabilidad de la misma depende fundamentalmente de un correcto y adecuado emplazamiento o circulación del equipo.



Se recomienda consultar el Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba la el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción Técnica Complementaria (ITC) "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a "grúas móviles autopulsadas".

Si la transmisión de la carga se realiza a través de estabilizadores y el terreno es de constitución arcillosa o no ofrece garantías, es preferible ampliar el reparto de carga sobre el mismo aumentando la superficie de apoyo mediante bases constituidas por una o más capas de traviesas de ferrocarril o tablones, de al menos 80 mm de espesor y 1.000 mm de longitud que se interpondrán entre terreno y estabilizadores cruzando ordenadamente, en el segundo supuesto, los tablones de cada capa sobre la anterior.

#### Apoyos

- Sobre los neumáticos

Cuando la grúa trabaje directamente sobre sus neumáticos, se debería bloquear la suspensión, calzar las ruedas y accionar y bloquear el freno de mano. Al mantener la suspensión rígida, se conserva la horizontalidad de la base de la grúa independientemente de la posición que adopte la flecha.

En estos casos, los fabricantes recomienda aumentar la presión de inflado de los neumáticos antes de pasar de una situación a otra.

- Sobre los estabilizadores

Cuando la grúa móvil trabaja sobre estabilizadores, que es lo recomendable aun cuando el peso de la carga a elevar permita hacerlo sobre los neumáticos, los brazos soportes de aquellos deberán encontrarse extendidos en su máxima longitud y, manteniéndose la correcta horizontalidad de la máquina. Se dará la elevación necesaria a los gatos para que los neumáticos queden totalmente separados del suelo (ver figura 5). No obstante lo indicado, hay que mencionar que uno de los avances tecnológicos que incorpora la última generación de grúas móviles es un sistema asimétrico de estabilización, que permite trabajar con los gatos extendidos parcialmente o incluso con extensiones diferentes entre unos y otros. Por tanto, hay que tener en cuenta que existe la posibilidad de trabajar sin los brazos soportes de los estabilizadores extendidos totalmente, siempre que los sistemas de seguridad de la grúa lo permitan.

#### En la maniobra

La ejecución segura de una maniobra exige el conocimiento del peso de la carga por lo que, de no ser previamente conocido, deberá obtenerse una aproximación por exceso, cubicándola y



aplicándole un peso específico entre 7,85 y 8 Kg/dm<sup>3</sup> para aceros. Al peso de la carga se le sumará el de los elementos auxiliares (estrobos, grilletes, etc.).

Conocido el peso de la carga, el gruista debe verificar en las tablas de trabajo, propias de cada grúa, que los ángulos de elevación y alcance de la flecha seleccionados son correctos, de no ser así deberá modificar alguno de dichos parámetros.

En operaciones tales como rescate de vehículos accidentados, desmantelamiento de estructuras, etc., la maniobra debe realizarse prestando atención especial, pues si la carga está aprisionada y la tracción no se ejerce verticalmente, el propio ángulo de tiro puede ser causa de que sobre la arista de trabajo se produzca un momento de carga superior al máximo admisible.

Por otra parte deben evitarse oscilaciones pendulares que, cuando la masa de la carga es grande, pueden adquirir amplitudes que pondrían en peligro la estabilidad de la máquina, por lo que en la ejecución de toda maniobra se adoptará como norma general que el movimiento de la carga a lo largo de aquella se realice de forma armoniosa, es decir sin movimientos bruscos pues la suavidad de movimientos o pasos que se siguen en su realización inciden más directamente en la estabilidad que la rapidez o lentitud con que se ejecuten.

En cualquier caso, cuando el viento es excesivo el gruista interrumpirá temporalmente su trabajo y asegurará la flecha en posición de marcha del vehículo portante.

#### Trabajos en proximidad de taludes. Normas de actuación

Para la realización de trabajos en proximidad de taludes con una grúa móvil autopropulsada, además de las señaladas en el apartado anterior para el emplazamiento normal de la máquina, se requieren las siguientes normas de actuación:

- El director de maniobra debe realizar una comprobación exhaustiva del terreno donde se va a emplazar la grúa antes de la maniobra, con el fin de verificar que se adecua a las características de la grúa que vaya a realizar la maniobra.
- Estabilizar el talud antes de proceder al emplazamiento de la grúa.
- La grúa debe estar posicionada completamente plana con respecto al punto más alto del terreno, o completamente estabilizada en el plano horizontal de la grúa. Si fuera imposible que la superficie de apoyo fuera plana y la superficie de apoyo de la grúa está inclinada, la suspensión de cargas de forma lateral se hará desde el lado contrario a la inclinación de la superficie.
- Como norma general, ante un corte del terreno, la grúa móvil autopropulsada no se estacionará en su parte superior si no es a una distancia igual o mayor a la altura del corte, si fuera posible.

No obstante, para situarse junto a un talud, se han de respetar las siguientes distancias:

- Terreno suelto: La distancia entre el gato de apoyo y el pie del talud debe ser  $A = 2 \times B$ .
- Terreno duro:  $A = B$  siendo:

A: distancia entre el gato y el pie del talud.

B: altura vertical entre el pie del talud y su coronamiento.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Antes de comenzar la maniobra de carga o elevación se deben instalar los gatos estabilizadores.

Caída de la carga y golpes contra objetos

Estrobo y utilización de elementos auxiliares

El estrobo se debe realizar de manera que el reparto de carga sea homogéneo para que la pieza suspendida quede en equilibrio estable, evitándose el contacto de estrobo con aristas vivas mediante la utilización de cantoneras. El ángulo que forman los estrobo entre sí no superará, en ningún caso, 120°, procurando que sea inferior a 90°. Siempre deberá comprobarse, en las correspondientes tablas, que la carga útil para el ángulo formado, es superior a la real.

Cada uno de los elementos auxiliares que se utilicen en las maniobras (eslingas, ganchos, grilletes, ranas, etc.) tendrán capacidad de carga suficiente para soportar, sin deformarse, las solicitaciones a las que estarán sometidos. Se desecharán aquellos cables cuyos hilos rotos, contados a lo largo de un tramo de cable de longitud inferior a ocho veces su diámetro superen el 10% del total de los mismos.

Zona de maniobra

Se entenderá por zona de maniobra todo el espacio que cubra la pluma en su giro o trayectoria, desde el punto de amarre de la carga hasta el de colocación. Esta zona deberá estar libre de obstáculos y previamente habrá sido señalizada y acotada para evitar el paso del personal, en tanto dure la maniobra.

Si el paso de cargas suspendidas sobre las personas no pudiera evitarse, se emitirán señales previamente establecidas, generalmente sonoras, con el fin de que puedan ponerse a salvo de posibles desprendimientos de aquéllas.

Cuando la maniobra se realiza en un lugar de acceso público, tal como una carretera, el vehículo-grúa dispondrá de luces intermitentes o giratorias de color amarillo- auto, situadas en su plano superior, que deberán permanecer encendidas únicamente durante el tiempo necesario para su ejecución y con el fin de hacerse visible a distancia, especialmente durante la noche.

Atrapamientos

No debe situarse personal en zonas próximas a los elementos auxiliares en movimiento.

El equipo se debe instalar de forma que permita la visibilidad correcta de las operaciones de carga y descarga por parte del operador y/o estar ayudado por un único señalista.

No se debe acompañar la carga mientras está en movimiento.

Los operarios deben permanecer o situarse fuera del radio de acción de la carga.



## Contactos eléctricos

### Actuaciones previas

Con carácter previo se debe comprobar:

- Si existen líneas eléctricas aéreas en las proximidades de la zona de trabajo prevista.
- Las distancias mínimas entre la línea y el extremo de la pluma en su máxima posición de trabajo, pues no es necesario contacto para que se produzca una descarga.
- Disponer de accesorios de elevación aislantes (por ej. eslingas de poliéster, etc.) y aislar los enganches.
- Poner la grúa móvil a tierra a través de un cable unido con una pica de cobre clavada en tierra a una distancia mínima de 3 metros de la grúa.

### Procedimiento de trabajos en trabajos en proximidad de líneas eléctricas

El trabajo en las proximidades de líneas eléctricas es muy peligroso debido a que la pluma puede entrar accidentalmente, en la zona de influencia de la línea y provocar un accidente.

La primera medida a tomar es solicitar la desconexión de la línea cuando la distancia durante los trabajos sea o pueda ser menor de 5 m.

Si la desconexión no es posible hay que adoptar las siguientes medidas:

- Señalizar y delimitar la zona de influencia de la línea. Para ello se pueden utilizar las delimitaciones fijadas en la norma UNE 58151-1:2001.
- Mantener una distancia de seguridad según lo establecido en el Real Decreto 614/2001 y la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención del Riesgo Eléctrico..
- Si no ser factible mantener la distancia de seguridad se debe proteger la línea mediante una pantalla de protección..

siendo:

D: Distancia entre traviesas igual a 0,5 m

d: Distancia de pantalla a la línea eléctrica de 5 m si la tensión es superior o igual a 50 Kv y de 3 m si es menor.

En caso de contacto accidental de la flecha o de cables con una línea eléctrica en tensión, el gruísta debe mantener la calma y permanecer en la cabina hasta que la línea sea puesta fuera de servicio, ya que en su interior no corre peligro de electrocución. Si es posible debe avisar a todas las personas implicadas en las operaciones, para que no se acerquen a las proximidades de la grúa autopropulsada y si es posible intentar llevar la grúa a una zona fuera de peligro.

No obstante si se viese absolutamente obligado a abandonarla, deberá hacerlo saltando con los pies juntos, lo más alejado posible de la máquina para evitar contacto simultaneo entre ésta y tierra.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937/1997</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

#### Medidas de prevención frente a otros riesgos descritos

- Atrapamientos
  - Los mecanismos y engranajes deben estar protegidos mediante carcasas de suficiente resistencia.
  - Las personas implicadas en las maniobras no deben situarse cerca de la zona de trabajo de la grúa, excepto para realizar trabajos de enganche o des- enganche estando la grúa sin movimiento.
  - Al bajar el elevador, el operario debe situar los pies entre los brazos soporte del elevador o las plata- formas y el suelo.
- Caídas a distinto nivel
  - El estrobo o recepción de la carga debe realizar- se sobre superficies planas y resistentes.
  - Los elevadores equipados con pasarelas frontales y laterales deben disponer de elementos de protección colectiva tales como barandillas completas.
  - No situar la grúa en terrenos irregulares, poco resistentes y/o resbaladizos así como en proximidad de taludes inestables.
  - No saltar de la cabina al suelo. Se deben utilizar los sistemas de acceso seguro a la misma.
  - No subirse a cargas u objetos inadecuados para mejorar la visibilidad de la operación que realiza la grúa, su buscará un ubicación correcta y segura.
- Caídas al mismo nivel
  - Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos.
  - Colocar planchas cuando existan charcos o barro.
  - Iluminar adecuadamente el entorno de la grúa.
- Contacto con objetos cortantes o punzantes durante la preparación o manejo de cargas
  - Inspeccionar la carga antes de su estrobo, veri- ficando que está empaquetada correctamente, sin salientes, irregularidades, astillas, rebabas, etc.
  - Usar guantes de protección mecánica y anti corte.
- Caída de objetos producida por desplome de las car- gas mal estrobadadas o apiladas
  - Comprobar antes de iniciar los trabajos el estado del circuito hidráulico, frenos, cables, etc.
  - Izar cargas una vez estrobadadas correctamente, comprobando que no hay objetos sueltos o están sumergidas en barro.
  - El gruísta debe tener en todo momento una buena visibilidad de todo el recorrido de la pluma y su carga. En caso necesario debe estar ayudado por otra persona (señalista), que esté en comunicación permanente con el gruísta.
  - La vertical de la zona de paso de las cargas debe estar libre de personas o vehículos.
- Choques de la carga contra personas y/o materiales

- La zona de paso de la grúa debe estar libre de personas u objetos y si se puede invadir una zona con personas u objetos, se debe avisar previamente a las personas implicadas para que abandonen la misma.
- El gruista debe situarse en una posición que le permita ver toda la maniobra de carga.
- Sobreesfuerzos en la preparación de cargas de forma manual
  - No se debe utilizar la fuerza manual para equilibrar cargas, controlarlas o evitar cualquier oscilación.
  - Evitar que las cargas oscilen y en caso de que ocurra, parar la maniobra hasta que cese la oscilación.
  - No manipular manualmente material auxiliar de peso superior a los 25 kg.
- Quemaduras por contacto con superficies calientes (escape de gases), eslingas, etc.
  - Los operarios relacionados con las operaciones de carga deben llevar guantes de protección antiabrasivos.
- Trauma sonoro en el interior de la cabina de mando, zona de trabajo, etc.
  - El gruista debe llevar protectores auditivos adecuados al tipo de ruido (espectro frecuencial) existente de acuerdo con el Real Decreto 286/2006 y la norma UNE-EN 458, siempre que la evaluación de riesgos determine la existencia de riesgo por trauma sonoro. En este caso se debe garantizar las comunicaciones entre personas implicadas en la operación de carga como pueden ser la utilización de señales gestuales.
- Intoxicación por humos de escape
  - Debe existir un programa de mantenimiento preventivo de la grúa que contemple la revisión de todos los conductos relacionados con la evacuación de los humos de escape del motor.
  - El gruista debe situarse en un lugar que le permita ver las operaciones de carga estando alejado de las salidas de gases de escape.

## NORMAS DE UTILIZACIÓN CON VIENTO

El trabajo de grúa móvil en zonas expuestas al viento, tiene unas particularidades especiales que afectan directamente a su seguridad y que se desarrollan a continuación.

Cuando se levantan cargas con grandes superficies expuestas al viento, es posible que se puedan superar los valores estándar especificados en la norma UNE-EN 13000 y que son la base para el cálculo de la grúa.

Tales valores son el coeficiente aerodinámico de la pieza a elevar ( $c_w$ ) y la superficie máxima de proyección al viento de dicha pieza ( $A_p$ ). Ambos valores juntos, dan información sobre la verdadera superficie expuesta al viento. Así, en el caso de cargas de gran superficie expuesta al viento, la velocidad del viento máxima permitida indicada en las tablas de carga de las grúas, debe recalcularse resultando bastante más baja.

Al incidir viento sobre una carga, esta se desvía en la dirección del viento, lo que supone que la fuerza de la carga ya no actúa verticalmente hacia abajo en la pluma de la grúa. El viento lateral

es el más perjudicial para la grúa, ya que evita que esa fuerza sea simétrica respecto a la pluma, desplazando las fuerzas hacia un lateral de la grúa.

Durante la planificación de las operaciones, se debe, en los casos en que se tenga una superficie expuesta al viento y/o valores de coeficiente aerodinámicos altos, reducir la velocidad del viento máxima admisible indicada en las tablas de carga, para ello, es necesario obtener información de la pieza, que se detalla a continuación:

- Peso de la carga (mh)
- Superficie máxima de proyección del viento (Ap)
- Coeficiente aerodinámico (cw)
- Velocidad máxima admisible por tabla de la grúa (Vmax\_TAB)

Con estos datos se puede calcular la superficie expuesta al viento teniendo en consideración la resistencia de la carga:

$$Aw = Ap \cdot cw$$

Se dispone por lo tanto, de todos los valores para calcular la velocidad de viento admisible para un proyecto concreto, pudiéndose calcular de dos maneras diferentes:

1. Mediante programas informáticos específicos de las grúas: Planificador LICCON.
2. Mediante la utilización de la siguiente fórmula matemática:

$$V_{max} = V_{max\_TAB} \cdot \sqrt{\frac{1,2 \text{ m}^2 / t \cdot m_n}{A}}$$

## Soldadura

### Soldadura eléctrica

- La alimentación eléctrica al grupo se realizará mediante conexión a través del cuadro eléctrico general y sus protecciones diferenciales en combinación con la red general de toma de tierras.
- Antes de empezar el trabajo de soldadura, es necesario examinar el lugar, y prevenir la caída de chispas sobre materias combustibles que puedan dar lugar a un incendio, sobre las personas o sobre el resto de la obra con el fin de evitarlo de forma eficaz. Se deberá disponer de un extintor en la zona de trabajo.
- Los trabajos de soldadura de elementos estructurales de forma “aérea” quedarán interrumpidos en días de fuerte niebla, fuerte viento y lluvia.
- Queda expresamente prohibido:
  - Dejar la pinza y su electrodo directamente en el suelo. Se apoyará sobre un soporte aislante cuando se deba interrumpir el trabajo.
  - Tender de forma desordenada el cableado por la obra.
  - No instalar ni mantener instalada la protección de las clemas del grupo de soldadura.
  - Anular y/o no instalar la toma de tierra de la carcasa del grupo de soldadura.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreso</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- No desconectar totalmente el grupo de soldadura cada vez que se realice una pausa de consideración durante la realización de los trabajos (para el almuerzo o comida por ejemplo).
- El empalme de mangueras directamente (con protección de cinta aislante) sin utilizar conectadores estancos de intemperie, o fundas termosoldadas.
- La utilización de mangueras deterioradas, con cortes y empalmes debidos a envejecimiento por uso o descuido.

#### *Soldadura oxiacetilénica y oxicorte*

- El traslado de botellas se hará siempre con su correspondiente caperuza colocada, para evitar posibles deterioros del grifo, sobre el carro portabotellas.
- En la zona de trabajo se dispondrá de extintor adecuado y se habrán retirado los materiales inflamables.
- Se prohíbe tener las botellas expuestas al sol tanto en el acopio como durante su utilización.
- Las botellas de acetileno deben utilizarse estando en posición vertical. Las de oxígeno pueden estar tumbadas pero procurando que la boca quede algo levantada, pero en evitación de accidentes por confusión de los gases las botellas siempre se utilizarán en posición vertical.
- Los mecheros irán provistos de válvulas antirretroceso de llama.
- Debe vigilarse la posible existencia de fugas en mangueras, grifos, o sopletes, pero sin emplear nunca para ello una llama, sino mechero de chispa, o sumergirlas en el interior de un recipiente con agua.
- Durante la ejecución de un corte hay que tener cuidado de que al desprenderse el trozo cortado no exista posibilidad de que caiga en lugar inadecuado, es decir, sobre personas y/o materiales.
- Al terminar el trabajo, deben cerrarse perfectamente las botellas mediante la llave que a tal efecto poseen, no utilizar herramientas como alicates o tenazas que a parte de no ser totalmente efectivas estropean el vástago de cierre.
- Las mangueras se recogerán en carretes circulares.
- Queda expresamente prohibido:
  - Dejar directamente en el suelo los mecheros.
  - Tender de forma desordenada las mangueras de gases. Se recomienda unir entre sí las gomas mediante cinta adhesiva.
  - Utilizar mangueras de igual color para distintos gases.
  - Apilar, tendidas en el suelo las botellas vacías ya utilizadas (incluso de forma ordenada). Las botellas siempre se almacenarán en posición “de pie”, y atadas para evitar vuelcos y a la sombra.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreso</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

## Compresor

- Cuando los operarios tengan que hacer alguna operación con el compresor en marcha (limpieza, apertura de carcasa, etc.), se ejecutará con los cascos auriculares puestos.
- Se trazará un círculo en torno al compresor, de un radio de 4 metros, área en la que será obligatorio el uso de auriculares. Antes de su puesta en marcha se calzarán las ruedas del compresor, en evitación de desplazamientos indeseables.
- El arrastre del compresor se realizará a una distancia superior a los 3 metros del borde de las zanjas, en evitación de vuelcos por desplome de las “cabezas” de zanjas.
- Se desecharán todas las mangueras que aparezcan desgastadas o agrietadas. El empalme de mangueras se efectuará por medio de racores.
- Queda prohibido efectuar trabajos en las proximidades del tubo de escape.
- Queda prohibido realizar maniobras de engrase y/o mantenimiento con el compresor en marcha.

## Vibradores de hormigón

- Se evitará vibrar directamente sobre las armaduras.
- El vibrado se efectuará desde tabloneros dispuestos sobre la capa de compresión de armaduras.
- Se prohíbe dejar abandonado el vibrador.
- Se vigilará que no sean anulados los elementos de protección contra el riesgo eléctrico. Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante conductores estancos de intemperie.

## Motoniveladora

- Esta máquina, como en general todas las provistas de cucharilla, es muy difícil de manejar, requiriendo que sean siempre empleadas por personal especializado y habituado a su uso.
- Las motoniveladoras están diseñadas para mover materiales ligeros y efectuar refinados. No deben nunca utilizarse como bulldozer, causa de gran parte de accidentes así como el deterioro de la máquina.
- El refino de taludes debe realizarse cada 2:3 m. de altura. La máquina trabaja mejor, con mayor rapidez, evitando posibles desprendimientos y origen de accidentes.
- Estas máquinas no deberán sobrepasar en ningún caso pendientes laterales superiores al 40%.
- Se utilizarán los peldaños y asideros para el ascenso o descenso a la cabina de mando.
- Se prohíbe realizar trabajos de medición o replanteo con la motoniveladora en movimiento.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>INGENIERO DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

## Maquinaria compactación

Estas máquinas, por su manejo sencillo y cuyo trabajo consiste en ir y venir repetidas veces por el mismo camino. Son unas de las que mayores índices de accidentabilidad tienen, fundamentalmente, por las siguientes causas:

- Trabajos monótonos que hace frecuente el despiste del maquinista, provocando atropellos, vuelcos y colisiones. Es necesario rotaciones de personal y controlar períodos de permanencia en su manejo.
- Inexperiencia del maquinista, pues en general, se deja estas máquinas en manos de cualquier operario con carnet de conducir o sin él, dándole unas pequeñas nociones del cambio de marcha y poco más. El conductor estará en posesión del carnet de conducir y de capacitación para manejo de maquinaria pesada.
- Los compactadores tienen el centro de gravedad relativamente alto, lo que les hace muy inestables al tratar de salvar pequeños desniveles, produciéndose el vuelco.
- Se prohibirá realizar operaciones de mantenimiento con la máquina en marcha.
- Se asegurará el buen estado del asiento del conductor con el fin de absorber las vibraciones de la máquina y que no pasen al operario.
- Se dotará a la máquina de señales acústicas intermitentes de marcha hacia atrás.

## Manejo de materiales con medios mecánicos

En todas las grandes obras, gran parte del movimiento de materiales se realiza por medios mecánicos.

La caída de la carga obedece siempre a fallos técnicos o a fallos humanos.

Los fallos técnicos los podemos encontrar de una manera especial en la rotura de:

- Ganchos
- Cables
- Eslingas

Los fallos humanos los encontramos en la mala elección o en la utilización incorrecta de estos elementos auxiliares.

### Ganchos:

Los accidentes debidos a fallos de ganchos pueden ocurrir por cuatro causas fundamentales:

- Exceso de carga: nunca sobrepasar la carga máxima de utilización
- Deformación del gancho: no usar ganchos viejos, no enderezar los ganchos.
- Fallos de material en el gancho.
- Desenganche de la carga por falta de pestillo.



### Cables:

Existen muchos tipos de cables, según la disposición de alambres y cordones de la forma de enrollamiento, etc.

Cada tipo de cable está pensado para una utilización concreta, usarlo de otra forma puede dar lugar a accidentes, por tanto debemos:

- Elegir el cable más adecuado.
- Revisarlo frecuentemente.
- Realizar un mantenimiento correcto.

Un cable está bien elegido si tiene la composición adecuada y la capacidad de carga necesaria para la operación a realizar, además de carecer de defectos apreciables.

No obstante, se puede dar una regla muy importante:

Un cable de alma metálica no debe emplearse para confeccionar eslingas, porque puede partirse con facilidad aun con cargas muy inferiores a lo habituales.

Por eso es absolutamente necesario revisar los cables con mucha frecuencia, atendiendo especialmente a:

- Alambres rotos.
- Alambres desgastados.
- Oxidaciones.
- Deformaciones.

En cuanto a mantenimiento de los cables, damos a continuación las siguientes reglas:

- Desarrollo de cables: si el cable viene en rollos, lo correcto es hacer rodar el rollo. Si viene en carrete, se colocará éste de forma que pueda girar sobre su eje.
- Cortado de cables: El método más práctico para cortar un cable es por medio de soplete; también puede utilizarse una cizalla.
- Engrase de cables: La grasa reduce el desgaste y protege al cable de la corrosión.
- Almacenamiento de cables: Deberá ser en lugares secos y bien ventilados, los cables no deben apoyar en el suelo.

### Eslingas:

Eslingas y estribos son elementos fundamentales en el movimiento de cargas, su uso es tan frecuente en las obras que a menudo producen accidentes debido a la rotura de estos elementos o al desenganche de la carga.

En general, estos accidentes pueden estar ocasionados por:



a) Mala ejecución de la eslinga: las gazas de las eslingas pueden estar realizadas de tres maneras:

- Gazas cerradas con costuras. La costura consiste en un entrelazado de los cordones del cable. Tienen buena resistencia.
- Gazas cerradas con perrillos. Son las más empleadas por lo sencillo de su ejecución. El número de perrillos y la separación entre ellos depende del diámetro del cable que se vaya a utilizar.

	Núm. perrillos	Distancia
Hasta 12 mm	3	6 Diámetros
12 mm a 20 mm	4	6 Diámetros
20 mm a 25 mm	5	6 Diámetros
25 mm a 35 mm	6	6 Diámetros

- Gazas con casquillos prensados. Se caracteriza porque se realiza el cierre absoluto de los dos ramales mediante un casquillo metálico
- b) Elección de eslingas: para elegir correctamente una eslinga, se tendrá en cuenta que el cable que la constituye tenga:
- Capacidad de carga suficiente. La carga máxima depende fundamentalmente del ángulo formado por los ramales. Cuanto mayor sea el ángulo más pequeña es la capacidad de carga de la eslinga. Nunca debe hacerse trabajar una eslinga con un ángulo superior a 90 grados (Ángulo recto).
  - Composición del cable de la eslinga. Deben emplearse siempre cables muy flexibles, por eso se desestiman los de alma metálica. Otra norma muy importante es la de no utilizar jamás redondos de ferralla (cabillas o latiguillos) para sustituir a la eslinga.
- c) Utilización de eslingas: para utilizar correctamente eslingas y estrobos, debemos tener en cuenta los puntos siguientes:
- Cuidar del asentamiento de las eslingas, es fundamental que la eslinga quede bien asentada en la parte baja del gancho.
  - Evitar los cruces de eslingas. La mejor manera de evitar éstos es reunir los distintos ramales en un anillo central.
  - Elegir los terminales adecuados. En una eslinga se pueden colocar diversos accesorios: anillas, grilletes, ganchos, etc., cada uno tiene una aplicación concreta.
  - Asegurar la resistencia de los puntos de enganche.



## 17.1.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

### INSTALACIONES ELÉCTRICAS

#### 1. Provisional de obra

Se determinarán las secciones de los cables, los cuadros necesarios, su situación, así como las protecciones necesarias para las personas y las máquinas. Todo ello según lo contenido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### *Cables y empalmes:*

- Los calibres de los cables serán los adecuados para la carga que han de soportar en función del cálculo realizado.
- Los cables a emplear en la obra poseerán un aislamiento de 1.000 V.; la funda de los cables tendrá un aislamiento de 1.000 V.
- La distribución a partir del cuadro general se hará con cable manguera antihumedad perfectamente protegido; siempre que sea posible irá enterrado, señalizándose con tabloncillos su trayecto en los lugares de paso.
- Los empalmes provisionales y alargaderas, se harán con empalmes especiales antihumedad, del tipo estanco.
- Los empalmes definitivos se harán mediante cajas de empalmes, admitiéndose en ellos una elevación de temperatura igual a la admitida para los conductores. Las cajas de empalmes serán de modelos normalizados para intemperie.
- Siempre que sea posible, los cables irán colgados, los puntos de sujeción estarán perfectamente aislados, no serán simples clavos. Las mangueras tendidas por el suelo, al margen de deteriorarse y perder protección, son obstáculos para el tránsito normal de trabajadores.

#### *Interruptores:*

- Los interruptores estarán protegidos, en cajas del tipo blindado, con cortacircuitos fusibles y ajustándose a las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se instalarán dentro de cajas normalizadas con puerta y cierre, con una señal de “Peligro Electricidad” sobre la puerta.

#### *Cuadros eléctricos:*

- Cada cuadro eléctrico irá provisto de su toma de tierra correspondiente, a través del cuadro eléctrico general y señal normalizada de “Peligro Electricidad” sobre la puerta, que estará provista de cierre.
- Irán montados sobre tableros de material aislante, dentro de una caja que los aisle, montados sobre soportes o colgados de la pared, con puerta y cierre de seguridad.
- El cuadro eléctrico general se accionará subido sobre una banqueta de aislamiento eléctrico específico. Su puerta estará dotada de enclavamiento.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- El cuadro eléctrico general se instalará en el interior de un receptáculo cerrado con ventilación continua por rejillas y puerta con cerradura. La llave quedará identificada mediante llavero específico en el cuadro de llaves en la oficina de la obra.

*Tomas de corriente:*

- Las tomas de corriente serán blindadas, provistas de una clavija para toma de tierra y siempre que sea posible, con enclavamiento.
- Se emplearán colores distintos en los tomacorrientes para diferenciar el servicio a 220 V. del de 380 V.

*Interruptores automáticos:*

- Se colocarán todos los que la instalación requiera, pero de un calibre tal que “salten” antes de que la zona de cable que protegen llegue a la carga máxima.
- Con ellos se protegerán todas las máquinas, así como la instalación de alumbrado.

*Interruptores diferenciales:*

- Todas las máquinas así como la instalación de alumbrado irán protegidos con un interruptor diferencial de 30 mA.
- Las máquinas eléctricas quedarán protegidas en sus cuadros, mediante interruptores diferenciales selectivos, calibrados con respecto al del cuadro general para que se desconecten antes que aquel o aquellos de las máquinas con fallos, y evitar la desconexión general de toda la obra.

*Tomas de tierra:*

- En caso de ser necesaria la instalación de un transformador, se le dotará de la toma de tierra adecuada, ajustándose a los reglamentos, y exigencias de la empresa suministradora.
- La toma de tierra de la maquinaria se hará mediante hilo de toma de tierra específico y por intermedio del cuadro de toma de corriente y cuadro general en combinación con los interruptores diferenciales generales o selectivos.
- La conductividad del terreno en el que se ha instalado la toma de tierra (pica o placa), se aumentará regándola periódicamente con un poco de agua.
- Las picas de toma de tierra quedarán permanentemente señalizadas mediante una señal de riesgo eléctrico sobre un pie derecho.

2. Alumbrado

- El alumbrado de la obra en general y de los tajos en particular, será “bueno y suficiente”, con la claridad necesaria para permitir la realización de los trabajos. Nunca será inferior a 100 lux medidos a 2 metros del plano de trabajo.
- El alumbrado estará protegido por un interruptor diferencial de 30 mA. instalado en el cuadro general eléctrico.

- Siempre que sea posible, las instalaciones del alumbrado serán fijas. Cuando sea necesario utilizar portalámparas estancos con mango aislante, rejilla de protección de bombilla y ganchos de cuelgue.
- Cuando se utilicen portátiles en tajos en que las condiciones de humedad sean elevadas, la toma de corriente se hará en un transformador portátil de seguridad a 24 V.
- Si en algún momento fuera necesario la utilización de focos, se situarán sobre pies derechos de madera o sobre otros elementos recubiertos de material aislante, colocados a un mínimo de 2 m. de altura sobre el pavimento para evitar los deslumbramientos que suelen producir los focos a baja altura.

#### MANTENIMIENTO Y REPARACIONES:

- Todo el equipo eléctrico se revisará periódicamente por el electricista instalador de la obra.
- Las reparaciones jamás se harán bajo corriente. Antes de realizar una reparación se quitarán los interruptores de sobreintensidad, colocando en su lugar una placa de “NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED”
- Las nuevas instalaciones, reparaciones, conexiones, etc., únicamente las realizarán los electricistas autorizados.

#### SEÑALIZACIÓN Y AISLAMIENTO:

- Si en la obra hubiera diferentes voltajes, (220 V, 380 V), en cada toma de corriente se indicará el voltaje a que corresponda.
- Todos los cuadros eléctricos generales de maquinaria y carcasas de maquinaria eléctrica tendrán adherida una señal de “Peligro Electricidad” normalizada.
- Las herramientas tendrán mangos aislantes y estarán homologadas MT para riesgos eléctricos.
- Si se utilizan escaleras o andamios para hacer reparaciones, cumplirán con las especificaciones y normativas estipuladas en sus correspondientes apartados dentro de este mismo Pliego de Condiciones de Seguridad y Salud.

#### 3. Instalación de electricidad

- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación suficiente y de forma que no cree sombras sobre la zona de trabajo.
- La realización del cableado, cuelgue y conexionado de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez protegido el hueco de la misma con una red horizontal de seguridad.
- Antes de hacer entrar el carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### 4. Equipos electrógenos

La energía eléctrica utilizada en obra se conseguirá mediante el empleo de equipos electrógenos. Esta energía no debe utilizarse directamente para alimentar a los receptores. Las medidas de seguridad que habrán de adoptarse, como protección contra contactos eléctricos indirectos, son las siguientes:

- Se instalará a la salida del generador un armario normalizado que disponga de interruptores diferenciales de alta y media sensibilidad, como control a los circuitos de alumbrado y fuerza respectivamente, combinados con la puesta a tierra de las masas metálicas de los receptores e interruptores magnetotérmicos en base a los elementos empleados.
- El neutro del grupo se instalará en tierra en su origen (sistema de protección con neutro a tierra).
- En cuanto a la protección de derivaciones en el propio generador es eficaz el uso de tarimas, alfombrillas, etc., aislantes o puesta a tierra, independiente eléctricamente a la del neutro del sistema.
- Se colocarán pantallas de protección en las bermas de conexión del generador.

## 17.2 REGLAS GENERALES

- Prohibición de consumo de drogas o alcohol. El contratista deberá establecer un procedimiento para tomar medidas adecuadas con trabajadores con síntomas de embriaguez.
- Velocidad máxima de circulación 30 km/h
- Uso obligatorio de girofaro para los vehículos en el interior del parque (los vehículos ligeros pueden encender las luces de emergencia en lugar del girofaro)
- El parque debe ser evacuado si la velocidad del viento es superior a 25 m/s
- Solo se permite fumar en las zonas habilitadas para ello
- La contrata deberá implantar un sistema para el control diario de la entrada y salida de trabajadores a la obra (incluidas visitas, transportistas, etc.)

## 17.3 PROTECCIONES COLECTIVAS

Las protecciones colectivas son aquellos equipos o elementos que, independientemente del hombre a proteger, sirven de pantalla entre el peligro y el trabajador. También entran dentro del rango de protecciones colectivas, aquellas destinadas a proteger al usuario de obra o vía en servicio afectada por la construcción de la proyectada.

Los equipos que forman las protecciones colectivas se montan en los lugares de trabajo, sobre las máquinas o estructuras, donde existen riesgos comunes y generales.

Dependiendo de las particularidades de la obra, los elementos de seguridad colectiva serán los siguientes:

### 1. SEÑALIZACIÓN

Se dispondrá la señalización necesaria de ordenación y prevención, tanto para el personal de obra directamente afectado, como para los usuarios de aquellos viales que se vean afectados por las obras.

El tipo de señales a disponer será el siguiente:

- Señales de tráfico
- Señales de prevención de riesgos

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL/PROY/24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

- Carteles de aviso
- Banderas de señalización
- Cinta balizadora
- Malla naranja

En los viales internos del parque, se colocará la siguiente señalización en ambos sentidos de circulación:

- Señales de dirección en los cruces y desvíos internos indicando la plataforma a la que llevan o la dirección de salida
- Límite de velocidad
- Uso obligatorio de cinturón de seguridad
- Recordatorio del uso de EPIs en obra
- Recordatorio de uso de luces de emergencia
- Prohibición de uso de teléfono móvil
- En todos los accesos por los que personas ajenas a la obra puedan acceder al parque desde viales públicos se colocará un cartel identificando la obra, prohibiendo la entrada.

Cada plataforma deberá ser identificada con un cartel que indique el número de plataforma, las coordenadas GPS y un recordatorio del uso de EPIs

## 2. BARANDILLAS

Se adoptan barandillas de protección para caídas a distinto nivel, incorporadas al sistema del encofrado para hormigonado “in situ” de las estructuras.

## 3. SISTEMAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN

Estos sistemas de limitación y protección se adoptan a dos niveles de seguridad: para los operarios de las distintas unidades en construcción y para los usuarios de vías próximas a la situación de las obras, que pudieran verse afectadas por éstas.

Los sistemas que se adoptan serán los siguientes:

- Cinta balizadora, no con ánimo protector sino de aviso de zona peligrosa.
- Vallas metálicas para limitación de zonas peligrosas y accesos a instalaciones con riesgos
- Topes de desplazamiento de vehículos

En las cimentaciones, se procederá a su señalización con malla naranja en todo el perímetro de la misma, dejando un hueco libre de 4 m. para la entrada de vehículos, con el fin de permitir su aproximación con intención de hormigonar. Si se prevee el paso o estancia de personas se colocaran vallas.

## 4. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

- Extintores de mano
- La maquinaria pesada y los camiones dispondrán de su propio extintor



## 5. CUADROS ELÉCTRICOS DE SEGURIDAD

De modo complementario al cumplimiento del reglamento E.B.T. se dispondrán:

- Tomas de tierra
- Interruptores diferenciales

## 6. PROTECCIÓN FRENTE A RIESGOS ELÉCTRICOS

- Detectores de tensión

### Características

- Constituidos por una caja que contiene el circuito electrónico. En el compartimento anejo incorpora una pila de alimentación.
- El detector se activa por la acción de un campo eléctrico.
- El sistema de señalización del detector debe ser indudablemente perceptible por el usuario en las condiciones normales de funcionamiento y actuará en caso de existencia de tensión en el conducto en un tiempo no superior a un segundo.
- Las distancias mínimas de seguridad a las que el detector deberá funcionar para que no presente peligro para el usuario deberán ser: 3 m en 138 kV; 4 m en 220 kV y 5 m en 380 kV.
- El umbral de funcionamiento vendrá determinado por el valor mínimo del campo eléctrico a partir del cual el detector indica presencia de tensión. Estos valores estarán calculados de forma tal que permitan la detección en la línea a distancias superiores a las mínimas de seguridad.
- El detector deberá estar previsto para una actuación ininterrumpida de un minuto de duración como mínimo.
- Cada detector lleva incorporado un dispositivo comprobador del sistema de señalización.

### Utilización

- La ausencia o presencia de tensión se detectará mediante el direccionamiento y aproximación del detector al conductor que se desee verificar: En ningún caso las distancias de aproximación serán inferiores a las distancias mínimas de seguridad.
- Antes y después de su utilización se comprobará su funcionamiento pulsando el botón de prueba.

### Verificación y conservación

- Comprobar visualmente su buen estado general.
  - Mantenerlas en perfecto estado de uso, reponiendo periódicamente la pila de alimentación del sistema electrónico.
  - Repararlas o sustituirlas al menor síntoma de deterioro.
- Equipo de puesta a tierra alta tensión

### Características

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreso</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- El equipo consta de los siguientes elementos: tres pinzas de conexión, tres conductores y tres grapas de puesta a tierra.
- Los conductores están provistos de una funda transparente que sirve para su protección mecánica.

#### Utilización

- Equipo para poner a tierra y en cortacircuito a través de tierra las líneas aéreas de 1 categoría y subestaciones.
- Se utilizarán siempre los guantes de maniobra.
- Las conexiones deben estar bien apretadas.
- Se instalarán con la pértiga correspondiente.

#### Verificación y conservación

- Comprobar visualmente su buen estado general de los cables de conexión y su funda protectora, así como grapas y pinzas.
- Mantener el equipo en perfecto estado de funcionamiento, reponiendo cuantos elementos estén deteriorados.
- Equipo de puesta a tierra baja tensión

#### Características

- El equipo está formado por cuatro pinzas de contacto aisladas con mordazas de aleación de cobre-aluminio y provistas empuñadura y resalte, cuatro conductores de puesta en cortocircuito de cable de cobre extraflexible de 35 mm<sup>2</sup> de sección y 1500 mm de longitud bajo funda aislante transparente y un racor de unión aislado en el interior de una caja aislante.
- Abraza conductores de hasta 12 mm de diámetro.
- Dispone de una bolsa para el transporte.

#### Utilización

- Para la puesta a tierra (neutro) y en cortocircuito de instalaciones de B.T.
- Se utilizará siempre con guantes aislantes para B.T. y alfombra o banquete aislante.
- Las conexiones deben estar bien apretadas.

#### Verificación y conservación

- Comprobar visualmente su buen estado general de los cables de conexión y su funda de protección y el perfecto funcionamiento de las mandíbulas de las pinzas.
- Bajada de potencial B.T.

#### Características



- Una bajada de potencial es un conjunto formado por un tubo de aluminio en cuyo extremo superior está situada la pinza de contacto, que es accionada por el tubo y en su extremo inferior acaba con un racor de acoplamiento a una pértiga. En este mismo extremo inferior lleva un conector que permite el acoplamiento de los equipos de puesta a tierra habituales.
- Las capacidades de las pinzas son de 10 a 35 mm de diámetro y de 50 a 150 mm de diámetro.
- Las longitudes del tubo de aluminio serán de 2,5, 3 y 3,5 m.
- Las longitudes de las pértigas son de 4 ó 5 m.
- Dispone de una bolsa para el transporte.

#### Utilización

- Para hacer más cómoda la puesta a tierra en los embarrados de las subestaciones en las que los puntos en tensión están situados a gran altura.
- Es imprescindible usar guantes aislantes para A.T. durante el manejo de la pértiga.
- Las conexiones deben estar bien apretadas.

#### Verificación y conservación

- Comprobar visualmente su buen estado general.
- Mantener el equipo en perfecto estado de uso, realizando la reposición de cuantos elementos se deterioren.
- Capuchones aislantes B.T.

#### Características

- Capuchones de protección de aisladores y poleas para líneas de B.T. fabricados en caucho o similar. Dimensiones:
  - Capuchón para aislador de 110 mm de diámetro y 150 mm de altura.
  - Capuchón para polea de 160 mm de diámetro y 200 mm de altura.

#### Utilización

- Para cubrir poleas y aisladores con el fin de evitar contactos eléctricos accidentales cuando se trabaja en tensión o en proximidad de elementos en tensión.
- Generalmente se usan en combinación con perfiles aislantes o telas vinílicas.

#### Verificación y conservación

- Comprobar visualmente su buen estado general.
- Conservarlos secos interiormente y limpios de barro, grasa o cualquier sustancia contaminante.

## 7. PASOS BAJO LINEAS ELECTRICAS

La altura de paso máximo bajo líneas eléctricas aéreas, debe estar delimitada por barreras de protección, indicadoras del gálibo máximo permisible de seguridad.

- Las barreras de gálibo generalmente están compuestas por dos largueros colocados verticalmente, sólidamente anclados, unidos a la altura de paso máximo admisible por un larguero horizontal.
- En lugar del larguero horizontal, se puede utilizar un cable de retención bien tenso, provisto de señalización.
- Deben colocarse barreras de protección en cada lado de la línea aérea. Su alejamiento de la zona peligrosa viene determinado por la configuración de lugares bajo la línea aérea (depresiones de terreno o terraplenes).
- La altura de paso máximo debe de ser señalada por paneles apropiados fijados a la barrera de protección.
- Las entradas de paso deben señalarse en los dos lados.

#### 17.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los riesgos que no se pueden evitar mediante la instalación de las protecciones descritas en el apartado “equipos de protección colectiva”, se eliminarán mediante el uso de equipos de protección individual, según el siguiente desglose:

##### 17.4.1 TRABAJOS EN ALTURA

- Protectores de la cabeza: cascos protectores y de seguridad.
- Protectores de manos y brazos: guantes.
- Protectores de pies y piernas: calzado de seguridad
- Arnés anticaída
- Dispositivos absorbedores de energía
- Elementos de Amarre

##### 17.4.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

- Protectores de la cabeza: cascos de seguridad y de protección contra choques e impactos. Prendas de protección para la cabeza.
- Protectores del oído: protectores auditivos desechables o reutilizables, cascos antirruidos y protectores auditivos tipo “orejeras” con arnés de cabeza, bajo la barbilla o la nuca.
- Protectores de los ojos y de la cara: gafas de montura “universal”.
- Protección de las vías respiratorias: equipos filtrantes de partículas.
- Protectores de manos y brazos: guantes contra las agresiones mecánicas (cortes, vibraciones)
- Protectores de pies y piernas: calzado de seguridad y protección.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Protección total del cuerpo: ropa de protección para el mal tiempo, ropa de protección, ropa antipolvo y ropa y accesorios (brazaletes, guantes) de señalización (retroreflectantes, fluorescentes)

#### 17.4.3 CIMENTACIONES

- Protectores de la cabeza: cascos de seguridad y protección contra choques e impactos
- Protectores de los ojos y de la cara: pantallas faciales y pantallas para soldadura (de mano, de cabeza o acoplables a casco de protección), gafas de protección.
- Protección de las vías respiratorias: equipos filtrantes de partículas, equipos respiratorios con casco o pantalla para soldadura y con máscara amovible para soldadura.
- Protectores de manos y brazos: guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Protectores de pies y piernas: calzado de protección y de seguridad.
- Protectores del tronco y abdomen: mandiles de cuero y otros materiales resistentes a partículas y chispas incandescentes, fajas y cinturones antivibraciones.

#### 17.4.4 EXTENDIDO DE ZAHORRA

- Protectores de la cabeza: cascos protectores y de seguridad.
- Protectores de manos y brazos: guantes contra las agresiones de origen térmico.
- Protectores de pies y piernas: calzado y cubrecalzado de protección contra el calor.
- Protección total del cuerpo: ropa de protección contra fuentes de calor intenso, ropa y accesorios de señalización (retroreflectantes, fluorescentes).

#### 17.4.5 EXTENDIDO DE FIRMES Y PAVIMENTO

- Protectores de la cabeza: cascos protectores y de seguridad.
- Protectores de manos y brazos: guantes específicos contra las agresiones de origen térmico y abrasivo.
- Protectores de pies y piernas: calzado y cubrecalzado específico de protección contra el calor.
- Protección total del cuerpo: ropa de protección específica contra fuentes de calor intenso, ropa y accesorios de señalización (retroreflectantes, fluorescentes).
- Protección respiratoria: utilización de media máscara con filtro A2P3R (o similar) para vapores orgánicos con punto de ebullición superior a 65°C, polvo, humo y neblinas. En especial para operarios expuestos a los humos de los asfaltos (peón reglista, conductor de extendidora asfáltica, operario silo de transferencia...etc).
- Protección ocular: gafas de protección frente a partículas de polvo fino y gases.

#### 17.4.6 APERTURA DE ZANJA. COLOCACIÓN DE CABLE ELÉCTRICO

- Protectores de la cabeza: cascos de seguridad y protección contra choques e impactos.
- Protectores de los ojos y de la cara: gafas de montura “universal”.
- Protección de las vías respiratorias; equipos filtrantes de partículas
- Protectores de manos y brazos: guantes contra las agresiones mecánicas (cortes, vibraciones), guantes dieléctricos.
- Protectores de pies y piernas: calzado de seguridad y protección.
- Protección total del cuerpo: ropa de protección para el mal tiempo, ropa de protección, ropa antipolvo.

#### 17.4.7 OBRAS DE FÁBRICA

- Protectores de la cabeza: cascos de seguridad y protección contra choques e impactos
- Protectores de los ojos y de la cara: pantallas faciales y pantallas para soldadura (de mano, de cabeza o acoplables a casco de protección), gafas de protección.
- Protección de las vías respiratorias: equipos filtrantes de partículas, equipos respiratorios con casco o pantalla para soldadura y con máscara amovible para soldadura.
- Protectores de manos y brazos: guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Protectores de pies y piernas: calzado de protección y de seguridad.
- Protectores del tronco y abdomen: mandiles de cuero y otros materiales resistentes a partículas y chispas incandescentes, fajas y cinturones antivibraciones.
- Protección total del cuerpo: equipos de protección contra las caídas de altura, dispositivos anticaídas deslizantes, ropa de protección contra las agresiones mecánicas y ropa de protección contra bajas temperaturas.

#### 17.4.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos constarán de los siguientes elementos:

- Pértiga aislante

##### Características

- Fabricada con tubo, reforzado o no con espuma en su interior.
- Empuñadura antideslizante. Irá provista de un apoyo de plástico también antideslizante.
- El ensamblaje de los tramos se hará mediante un sistema de acoplamiento rígido por medio de racores de fácil conexión.

##### Utilización

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937/2014</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937/2014</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Para maniobras de seccionadores sin mando mecánico, colocación de dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, colocación del detector de tensión, cambio de fusibles y maniobras diversas de aparamenta.
- Es imprescindible usar guantes aislantes de A.T. clase 3 y/o banqueta durante el manejo de la pértiga.

#### Verificación

- Comprobar su buen estado general y, en particular, la perfecta unión de los racores de acoplamiento.
- Limpiarla periódicamente y antes de usarla, con un paño impregnado en silicona.
- Guardarla en lugar seco.
- En los desplazamientos debe transportarse dentro de una funda impermeable.

- Alfombras aislantes

#### Características

- Fabricadas en planchas de caucho o sintéticas de alto poder dieléctrico, de 3 mm de espesor. Antideslizantes.
- Se suministran en placas individuales o rollos.

#### Utilización

- En zonas de trabajo, como aislantes del operario que realiza trabajos o maniobras en instalaciones de baja tensión, en tensión o susceptibles de estarlo.
- Se emplearán simultáneamente con otros elementos de protección tales como guantes aislantes, herramientas aisladas, etc.
- No deben usarse si están mojadas por sus dos caras.
- Comprobar antes de la utilización si está perforada, rota o degradada y desecharla en caso afirmativo.

#### Verificación y conservación

- Mantenerlas lo más limpias posible, lavándolas periódicamente con agua jabonosa y preservarlas de focos de calor y de la acción directa del sol.

- Perfil aislante para líneas de B.T.

#### Características

- Perfiles de protección de conductores de líneas de B.T. fabricados en caucho o similares.
- Dimensiones aproximadas: 1 m de longitud, 14 mm de diámetro interior y 23 mm de diámetro exterior.

#### Utilización

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Impreso</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 JULIO 1997</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

- Para evitar todo riesgo de contacto eléctrico, cuando se realicen trabajos en líneas de B.T. o en sus proximidades.
- Generalmente se usan en combinación con los capuchones o telas vinílicas aislantes.

#### Verificación y conservación

- Comprobar visualmente su buen estado general.
- Conservarlos limpios de barro, grasa o cualquier sustancia contaminante.

- Telas aislantes para B.T.

#### Características

- Fabricadas en vinilo plastificado de alto poder dieléctrico.
- Flexibles y transparentes u opacas según las necesidades.
- Se cierran sobre sí mismas por medio de una tira tipo velcro.

#### Utilización

- El modelo A se usa para conductor o barra y el B para aislador.
- Se utilizan en las instalaciones de B.T. como aislamiento de elementos en tensión que, por su proximidad a los lugares en que los operarios deben realizar trabajos puedan representar un peligro de riesgo eléctrico.

#### Verificación y conservación

- Comprobar visualmente su buen estado general.
- Conservarlas secas y limpias de barro, grasas, etc., lavándolas con agua jabonosa.

- Dedales aislantes en extremos del conductor

#### Características

- Dedales aislantes tronco-cónicos o cilíndricos, cerrados por un extremo y cerrados con un corte cruciforme en el otro.
- Espesor mínimo de 2 mm.
- Su diseño permitirá que, al colocarlos, queden bien sujetos sobre el extremo desnudo del conductor aislado al que vayan destinadas.

#### Utilización

- Para aislar las extremidades desnudas de conductores y terminales, con el fin de impedir cortocircuitos o contactos accidentales, durante la realización de trabajos en tensión, en baja tensión.

#### Verificación y conservación

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- Comprobar visualmente su buen estado general.
- Conservarlos secos y limpios de barro, grasa o cualquier sustancia contaminante.

#### 17.4.9 SEÑALIZACIÓN

- Protectores de cabeza: cascos de seguridad y de protección contra choques e impactos.
- Protectores de los ojos y de la cara: gafas de montura universal.
- Equipos filtrantes de partículas, gases y vapores.
- Protectores de manos y brazos: guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Protectores de pies y piernas: calzado de seguridad y protección contra golpes e impactos.
- Protectores del tronco y el abdomen: chalecos, chaquetas.
- Protección total del cuerpo: ropa de protección contra las agresiones mecánicas.

### 17.5 FORMACIÓN E INFORMACIÓN

Al inicio de cada nueva tarea los trabajadores recibirán una charla a pie de obra para revisar el procedimiento de trabajo y la evaluación de riesgos de dicha tarea (Tool Box Talk)

Los trabajadores cumplirán con la formación exigida en el convenio general de construcción

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear.

El Contratista debe asumir la formación en el método de trabajo correcto a todo el personal a su cargo; es decir, en el método de trabajo seguro; de tal forma, que todos los trabajadores de esta obra, deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

Independientemente de la formación que reciban de tipo convencional esta información específica se les dará por escrito, utilizando los textos que para este fin se incorporan a este pliego de condiciones técnicas y particulares.

Por otra parte, eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.



## 17.6 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

### BOTIQUINES

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Cuando las zonas de trabajo estén muy alejadas del botiquín central, será necesario disponer de maletines que contengan el material imprescindible para atender pequeñas curas. Disponible en maquinaria pesada y en los vehículos de los trabajadores que estén alejados de la zona de oficinas

Se deberá tener un desfibrilador automático en las oficinas de obra

### ASISTENCIA A ACCIDENTADOS

Se deberá informar en la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc. ) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

### VIGILANCIA DE LA SALUD

Se garantizará a los trabajadores la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Esta vigilancia sólo podrá llevarse a cabo cuando el trabajador preste su consentimiento.

## 18 PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS

Todos los tajos de las obras se balizarán y señalizarán, de acuerdo con la normativa vigente tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocando en su caso los cerramientos necesarios.

## 19 LOCALIZACION DE TRABAJOS INCLUIDOS EN ANEXO II DEL RD1627/97

Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores incluidos en la presentes obra.

- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ San Juan, 10 - 50001 - ZARAGOZA</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL/PROY/24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

- Movimiento de tierras
- Excavación de zanjas

## SERVICIOS HIGIÉNICOS

1. Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

2. Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

Los servicios higiénicos tendrán un lavabo con agua fría y caliente para cada 10 trabajadores, y un inodoro por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos, calefacción y calentadores de agua.

Se analizará el agua destinada al consumo para garantizar su potabilidad.

## 20 COORDINACION DE ACTIVIDADES

- 1) Se realizará una reunión semanal específica de H&S a la que asistirán todas las empresas presentes en obra, en estas reuniones se analizará:
  - a) Desviaciones, incidentes y acciones correctoras
  - b) Coordinación de actividades simultaneas
  - c) Revisión de la planificación del punto anterior para analizar si se dispone de procedimientos seguros de trabajo y evaluaciones de riesgos de todas las tareas planificadas
- 2) Se realizará una reunión semanal de planificación de actividades futuras para asegurar que los procedimientos de trabajo son correctos
- 3) La empresa encargada de la energización de las instalaciones eléctricas del proyecto realizará un procedimiento específico para esta tarea y cuando se ejecute se realizarán reuniones de coordinación específicas diarias entre todas las empresas implicadas
- 4) Se realizarán reuniones de coordinación específicas en el caso de que se superpongan trabajos dentro de una misma área o próxima . En estas reuniones se acordarán el orden de

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 D.º 1937</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.º 1937</p> <p>PROYECTO Nº 24660/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

ejecución de los trabajos, las empresas que pueden acceder a dicha instalación y las medidas preventivas en caso de que coincidan más de una empresa

## 21 TRABAJOS POSTERIORES (ART 5.6 RD 1627/97)

A continuación, se recogen las previsiones e informaciones de los previsibles trabajos posteriores:

- 1) Trabajos posteriores previsibles: mantenimiento rutinario de la subestación (preventivo y correctivo).
- 2) Elementos de seguridad previstos: Los elementos de seguridad serán los previstos por el reglamento de instalaciones de alta tensión y que incluyen:

Para la debida protección del personal especializado a cuyo cargo queda la instalación de alta tensión, se ha dotado a ésta, del material de prevención y seguridad siguiente:

- a) Plataforma aislante nivel 245 kV.
  - b) Pértiga de servicio de 6,00 m de longitud, nivel de aislamiento 245 kV,
  - c) Casco con pantalla protectora de descargas eléctricas.
  - d) Guantes aislantes de 245 kV.
  - e) Puestas a tierra y en cortocircuito.
  - f) Discos de indicación de peligro riesgo eléctrico s/UNESA 0202 A y de señalización en general.
  - g) Placa de primeros auxilios a prestar a los accidentados por corriente eléctrica.
  - h) Alumbrado de emergencia.
  - i) Protecciones eléctricas y enclavamiento de los equipos eléctricos (celdas de media tensión).
- 3) Informaciones útiles:
    - a) Durante la explotación se tendrá en cuenta que existen zanjas con cables de media tensión activos (ver planos As Built de circuitos y zanjas)
    - b) Como parte de la documentación del final del proyecto el fabricante de las celdas de media tensión entregará: manual de uso, fichas técnicas relevantes, etc.

## 22 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

### 22.1 OBJETO

El objeto de este documento es valorar los gastos asignados según previsiones del desarrollo de este Plan de Seguridad y Salud Laboral. En relación a este capítulo, se incluyen y valoran:

- Las protecciones personales.

- Las protecciones colectivas no integradas en máquinas e instalaciones (no se incluyen los andamios, plataformas, escaleras, protecciones mecánicas o eléctricas de máquinas y cuadros, etc., por considerarlas elementos integrantes de los medios de producción).
- Las protecciones para las instalaciones eléctricas provisionales.
- La Medicina Preventiva y Primeros Auxilios previstos para los trabajadores.
- Las horas de personal dedicadas a formación, vigilancia y reuniones de seguridad.
- Los costes, incluyendo limpieza y mantenimiento, de las instalaciones de Higiene y bienestar.

## 22.2 PROTECCIONES PERSONALES

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Casco de seguridad homologado	15	4,51 €	67,65 €
Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	15	6,76 €	101,40 €
Ud.	Gafa sopletero	3	5,71 €	17,13 €
Ud.	Pantalla de soldador	3	19,57 €	58,71 €
Ud.	Cristal pantalla de soldador	6	1,26 €	7,56 €
Ud.	Pantalla facial	6	7,36 €	44,16 €
Ud.	Mascarilla antipolvo	60	0,57 €	34,20 €
Ud.	Protector auditivo ( tapón)	60	0,33 €	19,80 €
Ud.	Protector auditivo (casco)	15	14,72 €	220,80 €
Ud.	Cinturón de seguridad	15	17,92 €	268,80 €
Ud.	Arnés para trabajos en altura con dispositivo anticaída móvil y línea de vida	6	300,51 €	1.803,06 €
Ud.	Mono o buzo de trabajo	15	27,05 €	405,75 €
Ud.	impermeable	15	21,04 €	315,60 €
Ud.	Guantes dieléctricos	15	30,80 €	462,00 €
Ud.	Guantes de uso general	15	2,70 €	40,50 €
Ud.	Guantes de cuero	9	3,91 €	35,19 €
Ud.	Botas impermeables al agua y a la húmeda	15	21,04 €	315,60 €
Ud.	Botas de seguridad de cuero	15	27,05 €	405,75 €
Ud.	Botas dieléctricas	9	26,14 €	235,26 €
Ud.	Mandil soldador	3	19,83 €	59,49 €
Ud.	Manguitos soldador	3	7,82 €	23,46 €
Ud.	Chaleco reflectante	15	16,53 €	247,95 €
<b>TOTAL PROTECCIONES PERSONALES</b>				<b>5.189,82 €</b>

## 22.3 PROTECCIONES COLECTIVAS

No se incluyen protecciones propias de andamios, máquinas, etc., por considerarlas parte integrante de los medios de producción.



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Señal normalizada de tráfico con soporte metálico, incluida la colocación	5	27,20 €	136,00 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	10	5,63 €	56,30 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico, incluido la colocación	20	1,53 €	30,60 €
Mts	Cordón de balizamiento reflectante incluidos soportes, colocación y desmontaje	500	0,39 €	195,00 €
Mts	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	500	0,10 €	50,00 €
Ud.	Valla autónoma metálica de contención peatones	10	9,43 €	94,30 €
Ud.	Jalón de señalización, incluida la colocación	150	1,00 €	150,00 €
Ud.	Señalización y protección de zanjas con chapas en cruces y caminos	5	29,15 €	145,75 €
Hrs	Camión de riego, incluido el conductor	20	28,85 €	577,00 €
Ud.	Mampara antiproyecciones	5	67,63 €	338,15 €
M2	Entibado excavación	10	15,04 €	150,40 €
Hrs	Mano de obra de señalización	90	5,71 €	513,90 €
Hrs	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	40	13,82 €	552,80 €
Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión utilización	2	360,00 €	720,00 €
Ud.	Extintor de polvo polivalente de 6 Kg. Incluido el soporte	4	214,00 €	856,00 €
<b>TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				<b>4.566,20 €</b>

## 22.4 PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Instalación de puesta a tierra compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	2	75,13 €	150,26 €
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (300 mA), incluida instalación	5	87,16 €	435,80 €
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA), incluida instalación	5	93,16 €	465,80 €
<b>TOTAL PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>				<b>1.051,86 €</b>

## 22.5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Botiquín	2	90,00 €	180,00 €
Ud.	Reposición material sanitario durante el transcurso de la obra	2	60,10 €	120,20 €
Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	15	60,05 €	900,75 €
<b>TOTAL MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b>				<b>1.200,95 €</b>



MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA  
EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO  
(NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV)  
T.M.: El Grado (Huesca)



## 22.6 VIGILANCIA Y FORMACIÓN

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo ( solamente en el caso de que el Convenio Colectivo Provincial así lo disponga para este número de trabajadores)	5	90,15 €	450,75 €
Hrs	Formación de Seguridad e Higiene en el trabajo	15	21,04 €	315,60 €
Ud.	Control y asesoramiento de seguridad (visitas técnicas)	5	300,51 €	1.502,55 €
<b>TOTAL VIGILANCIA Y FORMACIÓN</b>				<b>2.268,90 €</b>

No se han valorado las horas de dedicación de los mandos a funciones de vigilancia y asesoramiento de seguridad por considerarlas integradas en sus funciones de producción.

## 22.7 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Recipiente para recogida de basuras	5	21,04 €	105,20 €
Meses	Alquiler de barracón para vestuarios	5	325,46 €	1.627,30 €
Meses	Alquiler de barracón para comedor	6	306,52 €	1.839,11 €
Ud.	Taquilla metálica individual con llave	15	33,06 €	495,90 €
Ud.	Banco de madera capacidad 5 personas	3	40,05 €	120,15 €
Ud.	Radiador de infrarrojos	2	69,07 €	138,14 €
Meses	Alquiler de barracón para aseos con un WC	6	353,04 €	2.118,25 €
Ud.	Fosa séptica reglamentaria	1	1.754,96 €	1.754,96 €
Hrs	Mano de obra empleazada en limpieza y conservación de instalaciones de personal	40	16,02 €	640,80 €
Ud.	Suministro de agua para aseo y energía eléctrica para vestuarios y aseos totalmente terminados	1	600,00 €	600,00 €
<b>TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>				<b>9.439,81 €</b>

## 22.8 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CONCEPTO	TOTAL
PROTECCIONES PERSONALES	5.189,82 €
PROTECCIONES COLECTIVAS	4.566,20 €
PROTECCIONES INSTALACIÓN ELECTRICA	1.051,86 €
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	1.200,95 €
VIGILANCIA Y FORMACIÓN	2.268,90 €
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	9.439,81 €
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL</b>	<b>23.717,54 €</b>

Asciende el presente presupuesto de Seguridad y Salud para el *Modificado de Proyecto Técnico Administrativo de Subestación Ventura 30/220 kV* a la cantidad de VEINTITRES MIL SETECIENTOS DIECISIETE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CENTIMOS DE EURO.



## 23 PLANOS

### ÍNDICE

ESS-01.	Señalización
ESS-02.	Tope de retroceso de vertido de tierras.
ESS-03.	Barandilla de protección.
ESS-04.	Protección en zanjas.
ESS-05.	Balizamiento en cortes de carretera con desvío.
ESS-06.	Pórtico de balizamiento de líneas eléctricas aéreas.
ESS-07.	Elingas, Cadenas y Pértigas
ESS-08.	Código de señales para maniobras.
ESS-09.	Equipos para trabajos en altura.
ESS-10.	Riesgos eléctricos

ESS-01. Señalización I



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJOEP5OQA verificable en https://coiilar.e-gestion.es

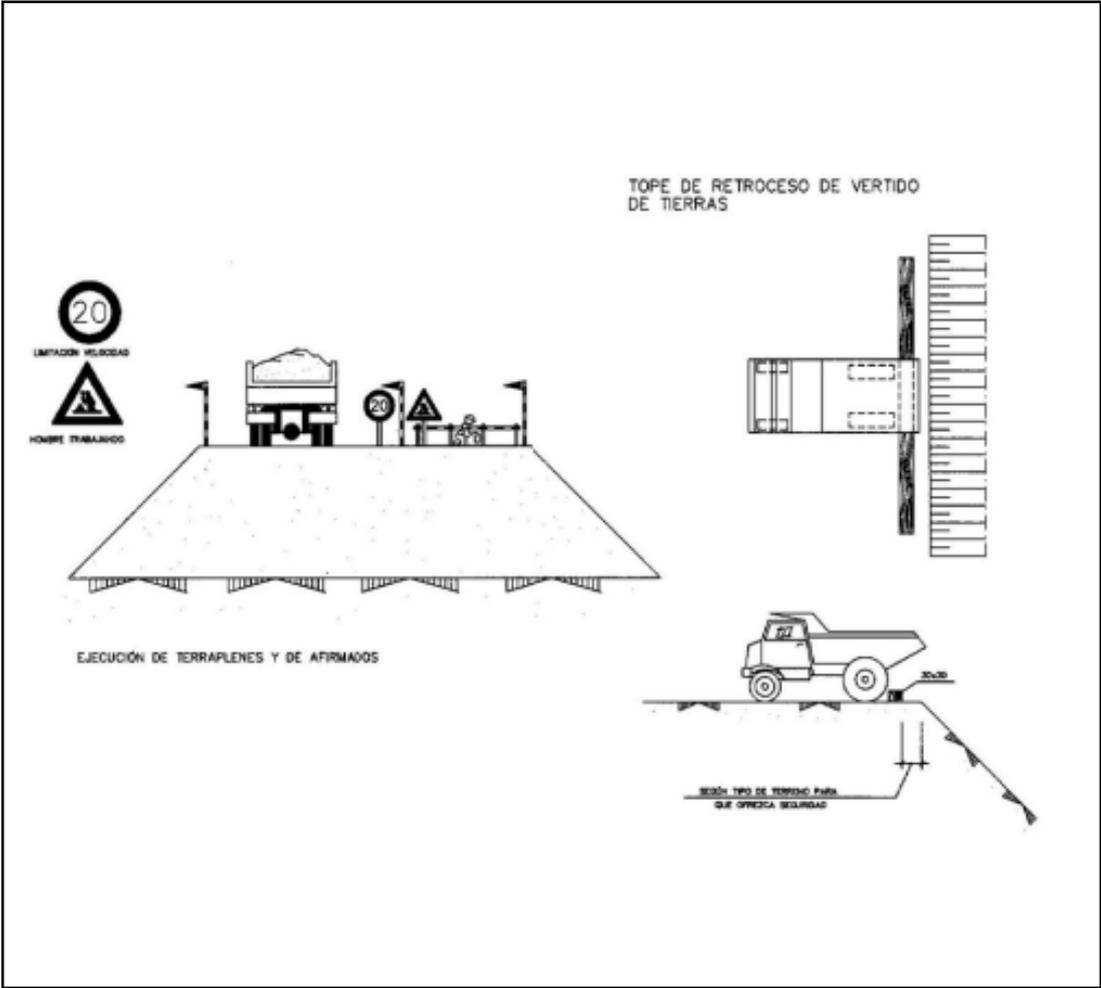
ESS-01. Señalización II



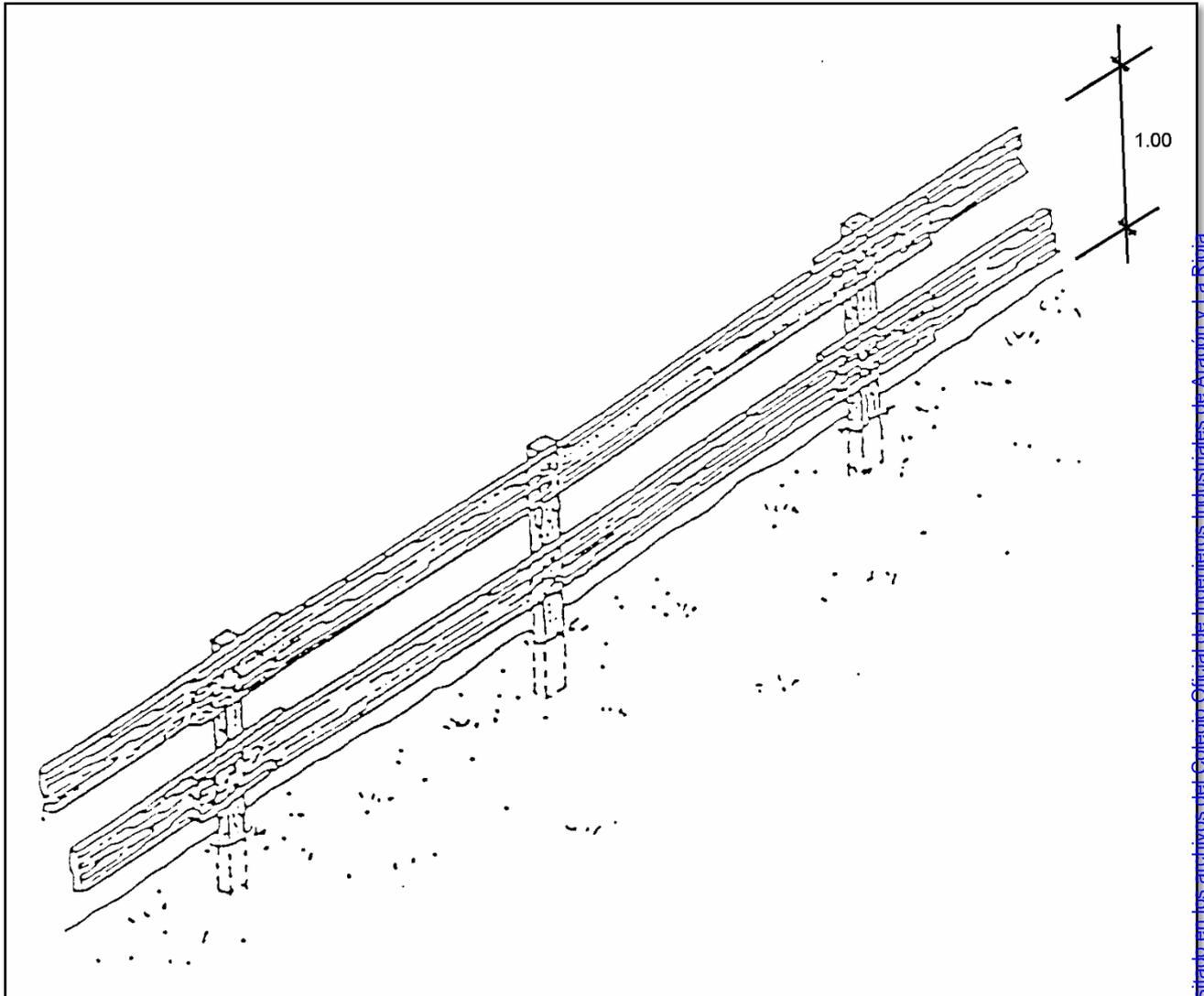
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP5OQA verificable en <https://coiiair.e-gestion.es>



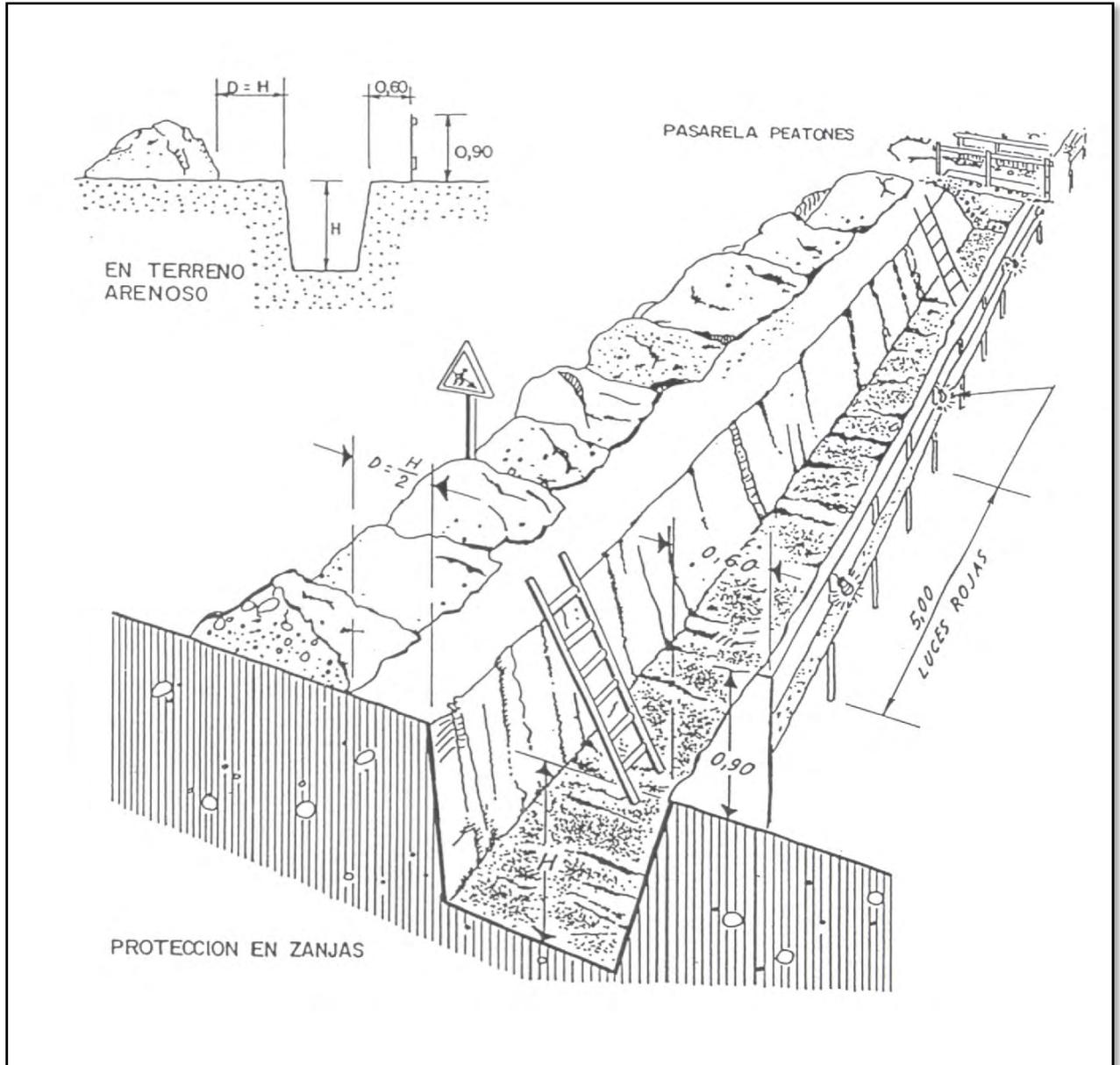
ESS-02. Tope de retroceso de vertido de tierras



ESS-03. Barandilla de protección



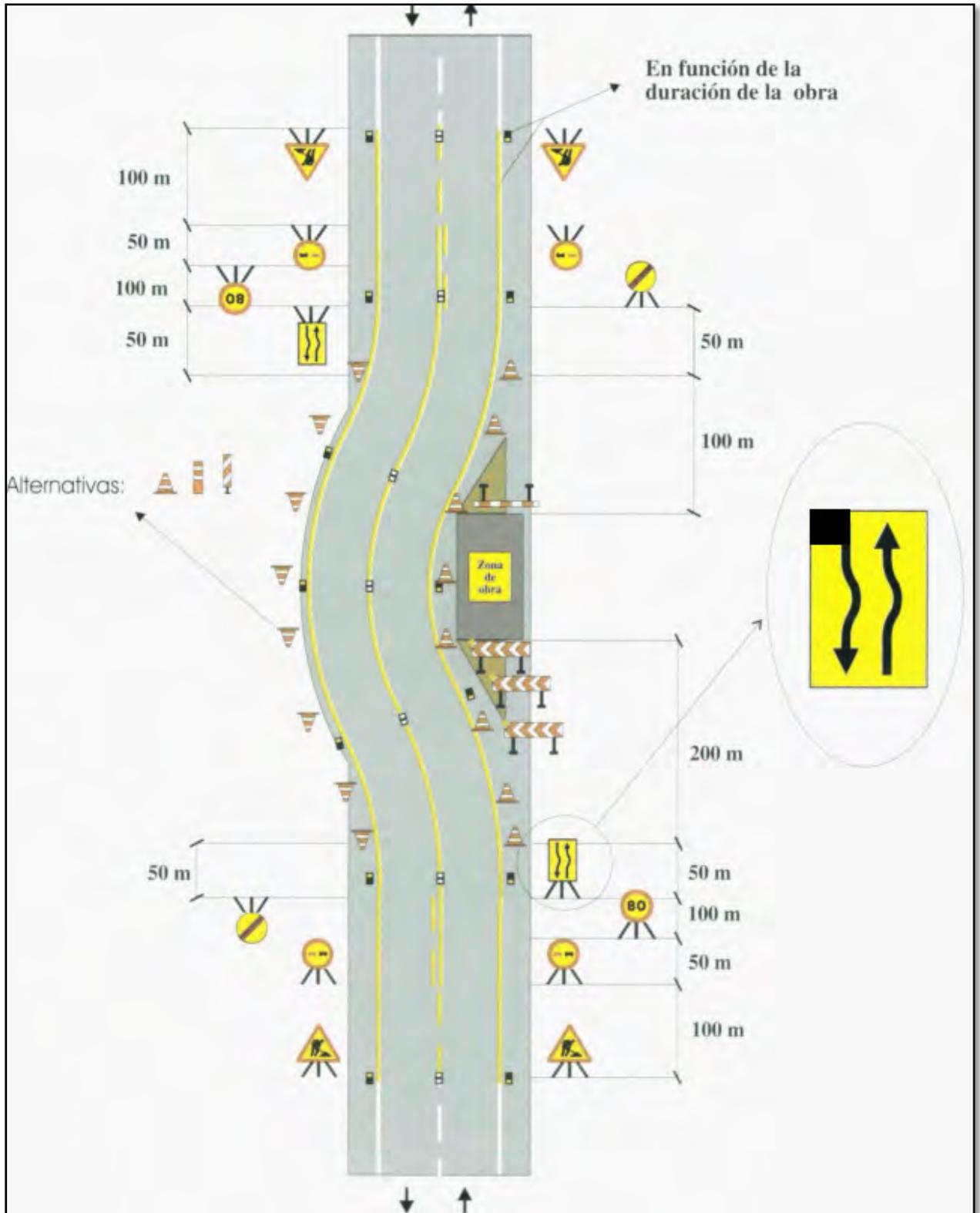
ESS-04. Protección en zanjas I



## ESS-04. Protección en zanjas II

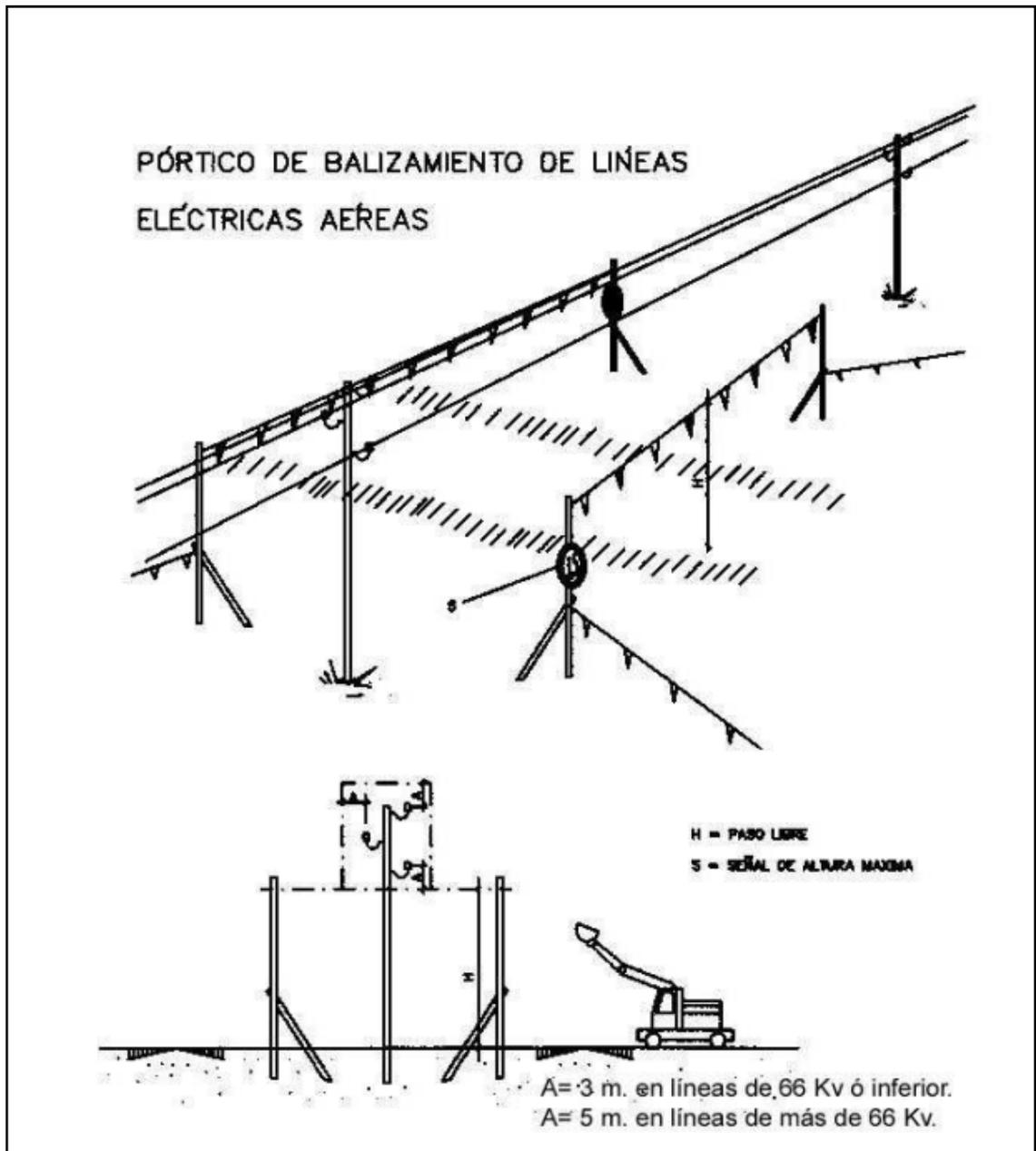
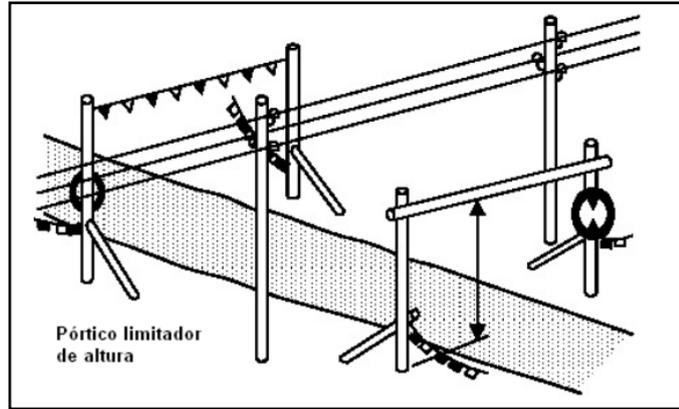


ESS-05. Balizamiento en cortes de carretera con desvío



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP50QA verificable en https://coi.iar.e-gestion.es

ESS-06. Pórtico de balizamiento de líneas eléctricas aéreas



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP50QA verificable en <https://coiilar.e-gestion.es>

ESS-07. Eslingas , cadenas y pértigas

### Clasificación de eslingas

	<b>Eslingas Planas</b>	Son las más utilizadas. Se construyen en gran variedad de anchos. Poseen un ojal blando o terminal metálico en cada extremo.
	<b>Eslingas Circulares o sin fin</b>	Brindan doble superficie de apoyo. Duplican aproximadamente la carga de trabajo de una eslinga plana equivalente. Generalmente no incluyen ojales.
	<b>Cinchones</b>	Se denomina así a las eslingas cuyo ancho supera los 320 mm. Se utilizan para distribuir convenientemente el peso de cargas frágiles o importantes. Ej. Barcos, tubos para gasoductos, aviones, etc. Incluyen terminales metálicos.
	<b>Eslingas Múltiples</b>	Están destinadas a un uso específico. Existen gran diversidad de modelos construidos bajo pedidos especiales.

### Configuraciones básicas de izaje

Recuerde que una misma eslinga puede utilizarse para levantar distintas cargas seguras de trabajo.

	<b>VERTICAL O DERECHO</b>	Eslingas Planas
	<b>LOO</b>	
	<b>CAJASTI "U"</b>	Eslingas Circulares
	<b>VERTICAL O DERECHO</b>	
	<b>LOO</b>	
	<b>CAJASTI "U"</b>	

### Tipos de ojales

	<b>Ojal Plano derecho</b>	Ojal blando obtenido a partir de la misma cinta. Mantiene el mismo ancho de la Eslinga.
	<b>Ojal Reducido</b>	Es un Ojal plano derecho al que se reduce su ancho aproximadamente a la mitad del original de la eslinga. Se utilizan en casos tales como ganchos de garganta reducida, eslingas múltiples, etc.
	<b>Ojal Invertido</b>	Es un ojal blando que mantiene el mismo ancho de la eslinga pero está invertido en uno de sus extremos.
	<b>Ojal con terminal metálico:</b>	Está fabricado a partir de una pieza metálica especialmente diseñada para aumentar la vida útil de la eslinga. Se recomienda especialmente para anchos superiores a 100 mm.

**NO EXCEDER DE 90°**

**PÉRTIGAS PARA PUESTA A  
 TIERRA DE CATENARIA**



**PERTIGAS FIJAS**

- 1- DE SALVAMENTO "CS"
- 2- DE MANIOBRA "CM"
- 3- VERIFICADOR DE AUSENCIA DE TENSIÓN LUMINOSOS

**TRABAJOS CON RIESGO  
 ELÉCTRICO**

**¡CUMPLE SIEMPRE!**  
 CON LAS CINCO REGLAS DE ORO  
 PARA TRABAJAR SIN TENSIÓN

**EQUIPO PRECISO**

1. Desconectar.
2. Prevenir cualquier posible realimentación.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito.
5. Proteger frente a elementos en tensión y señalizar la zona.

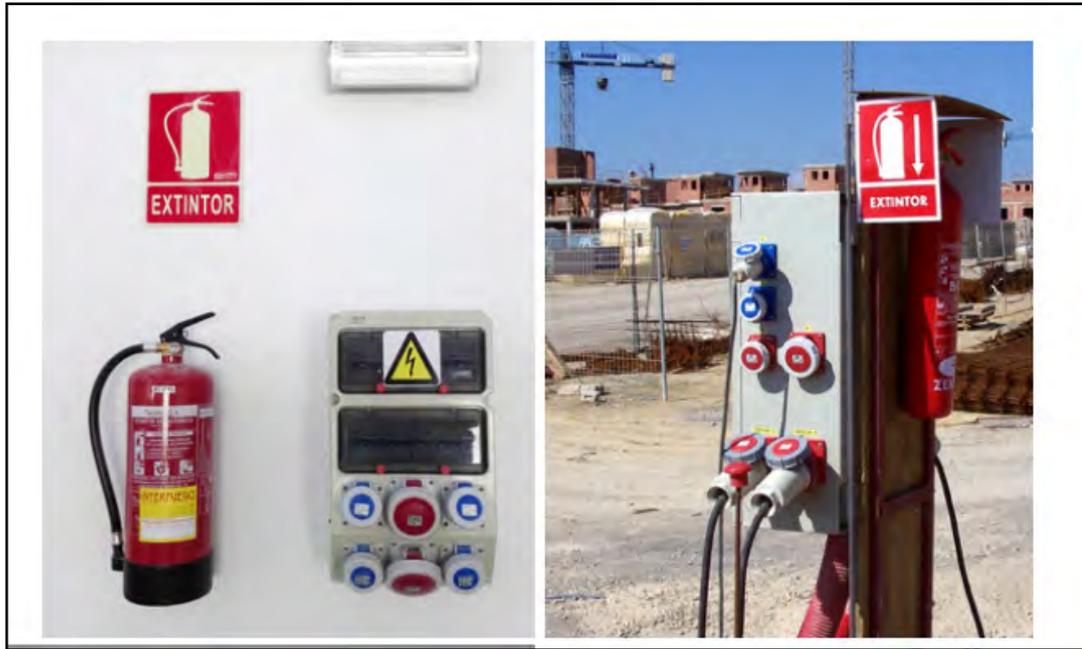
ESS-08. Código de señales para maniobras.

<b>Subir</b>	Hacer pequeños círculos con la mano en horizontal con el dedo índice apuntando hacia arriba una vez que se tenga el antebrazo en forma vertical.
<b>Bajar</b>	Hacer pequeños círculos horizontalmente con el dedo índice hacia abajo y el brazo extendido hacia abajo.
<b>Desplazamiento del puente</b>	Elevar el brazo y extenderlo abrir la mano y realizar un movimiento de empuje hacia la dirección de desplazamiento.
<b>Desplazamiento del trole </b>	Los dedos cerrados y la palma hacia arriba se apunta el pulgar hacia la dirección del desplazamiento y realizar el movimiento de sacudir la mano horizontalmente
<b>Parada</b>	Mantener una postura rígida del brazo extendido con la palma de la mano hacia abajo
<b>Parada de emergencia</b>	Realizar movimientos rápidos de derecha a izquierda de la mano con la palma hacia abajo y el brazo extendido
<b>Varios Troles</b>	Levantar un dedo para indicar el bloque número 1 y levantar el dos dedos para el bloque 2 se hacen las señales normales
<b>Mover lentamente</b>	Colocar un brazo extendido y quieto delante y con el otro brazo se da la seña del movimiento
<b>Imán desconectado</b>	Se extiende las manos con las palmas hacia arriba





ESS-10. Riesgos eléctricos I.

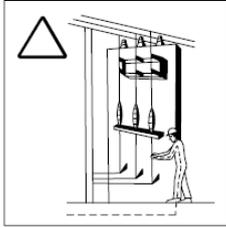


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP5OQA verificable en <https://coiiair.e-gestion.es>



**RIESGOS ELÉCTRICOS  
 CAUSAS DE ACCIDENTES POR ELÉCTRICIDAD**

**1- CONTACTOS DIRECTOS**

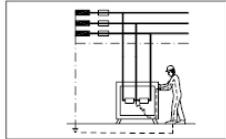


MANIPULACIÓN DE INSTALACIONES

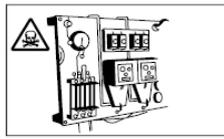


REPARACIÓN DE EQUIPOS BAJO TENSIÓN

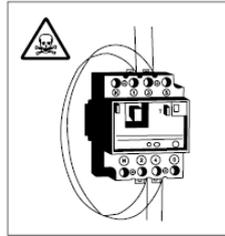
**2- CONTACTOS INDIRECTOS**



DEFECTOS DE AISLAMIENTO EN MÁQUINAS SIN PROTECCIÓN.

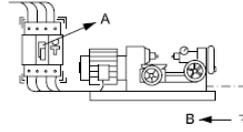


DEFECTOS DE AISLAMIENTO EN MÁQUINAS CUYO SISTEMA DE PROTECCIÓN SE ENCUENTRA MAL CALIBRADO O DISEÑADO.



PUENTEADO DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

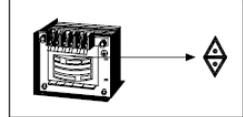
**SISTEMAS DE PROTECCIÓN**



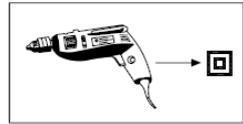
A - EL INTERRUPTOR DIFERENCIAL LIMITA LA INTENSIDAD Y EL TIEMPO, DEL DEFECTO.  
 B - LA PUESTA A TIERRA NOS LIMITA LA TENSIÓN DE DEFECTO A VALORES DE SEGURIDAD.



TENSIÓN DE SEGURIDAD:  
 -CON PEQUEÑAS TENSIONES ES PRACTICAMENTE IMPOSIBLE CAUSAR DAÑO A LAS PERSONAS.



TRANSFORMADOR SEPARADOR DE CIRCUITOS:  
 -NO EXISTE UNIÓN ELÉCTRICA ENTRE EL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN Y EL DE UTILIZACIÓN.



DOBLE AISLAMIENTO:  
 -EL CONTACTO SOLO SE PRODUCIRA EN EL CASO DE FALLO DE LOS DOS AISLAMIENTOS.

- NO MANIPULE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS SI NO ESTA PREPARADO Y AUTORIZADO PARA ELLO.
- NO UTILICE AGUA PARA APAGAR FUEGOS DE ORIGEN ELÉCTRICO.
- ANTE UNA PERSONA ELECTRIZADA NO LA TOQUE DIRECTAMENTE.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG05525-24 y VISADO electrónico VD04535-24A de 24/10/2024. CSV = FV7CQW1RJ0EP50QA verificable en <https://coiiair.e-gestion.es>



# DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## Pliego de Prescripciones Técnicas

1	ARTÍCULO 1.- NATURALEZA DEL PRESENTE PLIEGO .....	340
2	ARTÍCULO 2.- NORMATIVAS LEGALES DE APLICACIÓN .....	340
3	ARTÍCULO 3.- DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	344
3.1	DESIGNACIÓN DE LOS COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD...	344
3.2	DELEGADOS DE PREVENCIÓN .....	345
3.3	COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD .....	345
3.4	LIBRO DE INCIDENCIAS .....	345
3.5	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS .....	346
4	ARTÍCULO 4.- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN .....	346
4.1	PROTECCIONES INDIVIDUALES .....	346
4.1.1	CASCO DE SEGURIDAD.....	347
4.1.2	GAFAS DE PROTECCIÓN .....	348
4.1.3	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN AURICULAR .....	348
4.1.4	PANTALLAS Y EQUIPO DE SOLDADOR .....	349
4.1.5	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIOS .....	350
4.1.6	GUANTES Y MANGUITOS.....	350
4.1.7	ZAPATOS Y BOTAS.....	351
4.1.8	CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS.....	353
4.2	PROTECCIONES COLECTIVAS .....	353
4.2.1	ÁREA DE TRABAJO .....	353
4.2.2	PÓRTICOS LIMITADORES DE GÁLIBO .....	353
4.2.3	VALLAS AUTÓNOMAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN .....	353
4.2.4	TOPES DE DESPLAZAMIENTO DE VEHÍCULOS.....	353
4.2.5	SEÑALES DE SEGURIDAD.....	354
4.2.6	INTERRUPTORES DIFERENCIALES Y TOMAS DE TIERRA .....	354
4.2.7	EXTINTORES .....	354
4.2.8	PLATAFORMAS Y PASARELAS .....	354
4.2.9	ILUMINACIÓN .....	354
4.2.10	VEHÍCULOS .....	354
4.2.11	CINTA DE BALIZAMIENTO .....	355
4.2.12	VARIOS.....	355
4.3	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	355
4.4	PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTE ELÉCTRICA.....	356
4.4.1	CORRIENTE ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.....	356
4.4.2	CORRIENTE ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN.....	356
5	ARTÍCULO 5.- INSTALACIONES PROVISIONALES PARA TRABAJADORES .....	361
5.1	SERVICIOS HIGIÉNICOS .....	361
5.2	VESTUARIO .....	361
5.3	COMEDOR.....	361
6	ARTÍCULO 6.- ASISTENCIA SANITARIA Y ACCIDENTES .....	362
6.1	BOTIQUÍN DE OBRA.....	362
6.2	ACCIDENTES .....	362
7	ARTÍCULO 7.- ACCESOS Y SEÑALIZACIÓN.....	365
8	ARTÍCULO 8.- SERVICIOS AFECTADOS .....	365
8.1	LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN .....	365

8.1.1	RECOMENDACIONES A OBSERVAR EN CASO DE ACCIDENTE.....	366
8.1.2	BLOQUEOS Y BARRERAS DE PROTECCIÓN.....	366
8.1.3	PASO BAJO LÍNEAS AÉREAS EN TENSIÓN.....	367
8.2	LÍNEAS ELÉCTRICAS ENTERRADAS.....	367
8.2.1	NORMAS BÁSICAS DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	368
8.3	CONDUCCIONES SUBTERRÁNEAS.....	368
8.3.1	OBRAS DE DRENAJE Y EXCAVACIONES PARA CONDUCCIONES SUBTERRÁNEAS.....	368
8.4	CONDUCCIONES DE AGUA.....	369
8.4.1	NORMAS DE SEGURIDAD.....	369
8.5	TRÁFICO RODADO.....	370
8.6	TUBERÍAS DE GAS.....	370
9	ARTÍCULO 9.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	371
10	ARTÍCULO 10.- MEDICIÓN Y ABONO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	371



## 1 ARTÍCULO 1.- NATURALEZA DEL PRESENTE PLIEGO

El presente Pliego de Condiciones, constituye el conjunto de normas y especificaciones que conjuntamente con las complementarias que se indiquen, definen los requisitos de Seguridad y Salud de las obras.

Hace referencia a las condiciones que, en materia de seguridad y salud, han de cumplir los sistemas e instalaciones. En concreto:

- Sistemas de protección para evitar posibles accidentes, tanto individuales como colectivos.
- Instalaciones preceptivas de higiene y salud de los trabajadores.
- Instalaciones necesarias para conseguir un mínimo bienestar en la obra.

## 2 ARTÍCULO 2.- NORMATIVAS LEGALES DE APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

LISTADO NO EXHAUSTIVO DE LEGISLACIÓN	
<b>Ley 32/2006</b> reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción	Regulación de la subcontratación en el Sector de la Construcción
<b>Ley 31/1995</b> , de 8 de Noviembre; BOE Nº 269 de 10 de Noviembre, y sus modificaciones posteriores	De Prevención de Riesgos Laborales.
<b>Ley 54/2003</b> , de 12 de Diciembre; BOE. Nº 298 de 13 de Diciembre	De reforma del Marco Normativo de Prevención de Riesgos Laborales.
<b>RD. 39/1997</b> , de 17 de Enero; BOE. Nº 27 de 31 de Enero y modificaciones posteriores	Por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
<b>RD. 604/2006</b> , de 19 de Mayo; BOE. Nº 127 de 29 de Mayo	Por el que se modifica el RD 39/97 y el RD 1627/97
<b>RD. 171/2004</b> , de 30 de Enero; BOE. Nº 27 de 31 de Enero	Desarrollo del art. 24 de la LPRL en materia de Coordinación de actividades empresariales
<b>RD. 485/1997</b> , de 14 de Abril; BOE. Nº 97 de 23 de Abril	Sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el Trabajo.
<b>RD. 487/1997</b> , de 14 de Abril; BOE. Nº 97 de 23 de Abril	Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
<b>RD. 488/1997</b> , de 14 de Abril; BOE. Nº 97 de 23 de Abril	Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo que incluyen pantallas de visualización.

LISTADO NO EXHAUSTIVO DE LEGISLACIÓN	
<b>Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre</b>	Por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales
<b>RD. 664/1997</b> , de 12 de Mayo; BOE. Nº 124, de 24 de Mayo	Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
<b>RD. 665/1997</b> , de 12 de Mayo; BOE. Nº 124 de 24 de Mayo	Sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
<b>RD. 773/1997</b> , de 30 de Mayo BOE. Nº 140 de 12 de Junio	Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
<b>RD. 1215/1997</b> , de 18 de Agosto; BOE. Nº 188 de 7 de Agosto	Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
<b>Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre</b>	Por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
<b>Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre</b>	Por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
<b>RD. 2177/2004</b> , de 12 de Noviembre	Por el que se modifica el RD. 1215/97, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de los trabajos temporales en altura.
<b>RD. 1627/1997</b> , de 24 de Octubre; BOE. Nº 256, de 25 de Octubre	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
<b>Ley 39/1999</b> , BOE de 6 de Noviembre de 1999	Ordenación de la Edificación.
<b>RD. 614/2001</b> , de 8 de Junio	Sobre disposiciones mínimas para protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
<b>RD. 842/2002</b> , de 2 de agosto de 2002	Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT - ..), y sus modificaciones posteriores.

LISTADO NO EXHAUSTIVO DE LEGISLACIÓN	
<b>Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo</b>	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
<b>RD. 2866/2006, de 10 de marzo</b>	Sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, y correcciones posteriores
<b>Real Decreto 709/2015, de 24 de julio</b>	Por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión
<b>RD. 836/2003</b>	Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenimiento, referente a Grúas Torre para obra u otras aplicaciones.
<b>Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre</b>	Por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.
<b>Real Decreto Legislativo 8/2004, de 29 de octubre</b>	Por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre responsabilidad civil y seguro en la circulación de vehículos a motor
<b>Real Decreto 1211/1990, de 28 de septiembre</b>	Por el que se aprueba el Reglamento de Ordenación de los Transportes Terrestres
<b>Ley 16/1987, de 30 de julio</b>	De ordenación de los transportes terrestres
<b>Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre</b>	Por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial
<b>RD. 216/1997</b>	Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.
<b>D. 26-7-57 (BOE del 26/8)</b>	En lo que se refiere a los trabajos prohibidos a menores, en sus aspectos no derogados.
<b>Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo</b>	Por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto
<b>Convenio 162 de la OIT</b>	Sobre utilización del asbestos en condiciones de seguridad. Adoptado el 24 de junio de 1986.

LISTADO NO EXHAUSTIVO DE LEGISLACIÓN	
<b>Orden del 22 de Diciembre de 1987</b>	Por la que se aprueba el Modelo del Libro de Registro sobre trabajos con riesgo de amianto.
<b>RD. 108/1991</b> , de 1 de Febrero	Sobre prevención y reducción de la contaminación del medioambiente producida por el amianto.
<b>RD. 374/2001</b> , de 6 de abril	Sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
<b>RD. 396/2006</b> , de 10 de Abril, BOE nº 86, de 11 de Abril de 2006	por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición a amianto.
<b>RD. 5/2000</b> , de 4 de Agosto	Texto Refundido de la Ley de Infracciones y Sanciones en el Orden Social
<b>Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre</b>	Por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores
<b>Ley 22/2011, de 28 de julio</b>	De residuos y suelos contaminados
<b>RD. 833/1988</b> , de 20 de Agosto (BOE nº 182, 30 de Agosto de 1988)	Por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos.
<b>RD. 374/2001</b> , de 6 de abril	Sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
<b>RD. 665/1997</b> , de 12 de mayo	Sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y modificaciones posteriores ( <b>RD. 1124/2000</b> , de 16 de Junio)
<b>Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo</b>	Por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial
<b>RD. 773/1997</b> , de 30 de mayo	Disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
<b>ORDEN de 16 de Abril de 1990</b>	que modifica la ORDEN de 28 junio 1988, que aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a grúas torre desmontables para obra.

### LISTADO NO EXHAUSTIVO DE LEGISLACIÓN

RD. 836/2003, de 27 de junio	por el que se se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-2» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
ORDEN de 26 de mayo 1989	por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a carretillas automotoras de manutención.
RD. 837/2003, de 27 de junio	por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-4» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.

#### OTRAS:

- **Apertura previa o reanudación de actividades en centros de trabajo** (Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo).
- **Ley 8/1998**, de Infracciones y sanciones de orden social de 07-04-88 (B.O.E. 15-04-88). A excepción de los artículos 9, 10, 11, 36 aptdo. 2, 39 y 40.
- **Modificación del Reglamento General** sobre colaboración en la gestión de las Mutuas de A.T. y E.P. de la Seguridad Social (R.D. 576/97 de 18-04-97, B.O.E. 24-04-97).
- Normas para Señalización de obras en las carreteras (O.M. 14-3-60) (B.O.E. 23-3-60).

### 3 ARTÍCULO 3.- DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 3.1 DESIGNACIÓN DE LOS COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de un subcontratista, o un contratista y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el Promotor principal, 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, de acuerdo con lo previsto en el R.D. 1627/1997.

La designación de los coordinadores no eximirá al Contratista de sus responsabilidades.



### 3.2 DELEGADOS DE PREVENCIÓN

En cumplimiento de los artículos 35, 36 y 37 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se dispondrá de Delegados de Prevención, en el número que dicte dicha Ley.

Sus competencias serán:

- a) Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de las acciones preventivas.
- b) Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos labores.
- c) Ser consultados por el contratista, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones a las que se refiere el artículo 33 de la L.P.R.L.
- d) Comprobar el cumplimiento de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

### 3.3 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Se constituirá el comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza Laboral de Construcción, o en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo. El Comité adoptará sus propias normas de funcionamiento.

Las empresas que cuenten con varios centros de trabajo dotados de Comité de Seguridad y Salud podrán acordar con sus trabajadores la creación de un Comité Intercentros, con las funciones que el acuerdo le atribuya.

### 3.4 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.

El libro de incidencias será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

En él sólo se anotarán por las personas autorizadas para ello, los incumplimientos de las previsiones contenidas en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

El libro de incidencias deberá mantenerse en la obra. A dicho libro tendrán acceso el Coordinador en materia de Seguridad y Salud, la Dirección Facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines del libro.



### 3.5 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

1.- Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 1 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando éste exista de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 1 del artículo 13, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

2.- En el supuesto previsto en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes y a los trabajadores de éstos.

3.- Asimismo, lo dispuesto en este artículo se entiende sin perjuicio de la normativa sobre contratos de las Administraciones Públicas relativa al cumplimiento de plazos y suspensión de obras.

## 4 ARTÍCULO 4.- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Antes de comenzar las obras, deben supervisarse las prendas y los elementos de protección individual o colectiva para ver si su estado de conservación y sus condiciones de utilización son óptimas. En caso contrario se desecharán adquiriendo por parte del contratista otros nuevos.

El área de trabajo debe mantenerse libre de obstáculos e incluso si han de producirse excavaciones, regarla ligeramente para evitar la producción de polvo. Por la noche debe instalarse una iluminación suficiente (del orden de 120 Lux en las zonas de trabajo, y de 10 Lux en el resto), cuando se ejecuten trabajos nocturnos. Cuando no se ejerciten trabajos durante la noche, deberá mantenerse al menos una iluminación mínima en el conjunto con objeto de detectar posibles peligros y observar correctamente las señales de aviso y de protección.

De no ser así, deben señalarse todos los obstáculos indicando claramente sus características como la tensión de una línea eléctrica, la importancia del tráfico en una carretera, etc. e instruir convenientemente a sus operarios. Especialmente el personal que maneja la maquinaria de obra debe tener muy advertido el peligro que representan las líneas eléctricas y que en ningún caso podrá acercarse con ningún elemento de las máquinas a menos de 2 m. (si la línea es superior a los 50.000 voltios la distancia mínima será de 4 m.)

### 4.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. de 17-5-74) (B.O.E. 29-5-74) siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista Norma de Homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

Como norma general, se deben elegir equipos de protección individual cómodos y operativos, con el fin de evitar las negativas a su uso. Por lo expuesto, se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

1. Tendrán la marca “CE”, según las normas EPI.
2. Toda prenda tendrá fijado un período de vida útil, desechándose a su término.
3. Cuando por cualquier circunstancia, trabajo o mala utilización, una prenda de protección individual o equipo se deteriore, se repondrá al margen de la duración prevista.
4. Todo elemento de protección individual, se ajustará a la “Circulación intercomunitaria de EPIS” R.D. 1407/92, de 20 de Noviembre, y sus instrucciones complementarias que lo desarrollan. Dichos equipos tendrán el marcado “CE”. Así mismo se cumplirá el R.D. 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección y utilización por los trabajadores en el trabajo.
5. Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto anterior, tienen autorizado su uso durante su período de vigencia.
6. Los equipos de protección individual en uso que estén rotos, serán reemplazados de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

#### 4.1.1 CASCO DE SEGURIDAD

- Será de material resistente al impacto
- Las partes en contacto con la cabeza deberán ser reemplazables
- Al comenzar un trabajador en la obra, se le proporcionará un casco nuevo
- El casco que haya sufrido un fuerte impacto, deberá sustituirse, aunque no se aprecien fisuras ni roturas
- Las partes que se hallen en contacto con la cabeza del usuario no afectarán a la piel y se confeccionarán con material rígido, hidrófugo y de fácil limpieza y desinfección.
- El casquete tendrá superficie lisa, con o sin nervaduras, bordes redondeados y carecerá de aristas y resaltes peligrosos, tanto exterior como interiormente. No presentará rugosidades, hendiduras, burbujas ni defectos que mermen las características resistentes y protectoras del mismo. Ni las zonas de unión ni el atalaje en sí causarán daño o ejercerán presiones incómodas sobre la cabeza del usuario.
- Entre casquete y atalaje quedará un espacio de aireación que no será inferior a cinco milímetros, excepto en la zona de acoplamiento arnés-casquete.
- El modelo tipo habrá sido sometido al ensayo de choque, mediante percutor de acero, sin que ninguna parte del arnés o casquete presente rotura. También habrá sido sometido al ensayo de perforación, mediante punzón de acero, sin que la penetración pueda sobrepasar los ocho milímetros. Ensayo de resistencia a la llama, sin que llameen más de quince segundos o goteen. Ensayo eléctrico, sometido a una tensión de dos kilovoltios, 50 Hz, tres segundos, la corriente de fuga no podrá ser superior a tres mA; en el ensayo de perforación elevando la tensión de 2,5 KV, quince segundos, tampoco la corriente de fuga sobrepasará los tres mA.
- En el caso del casco clase E-AT, las tensiones de ensayo al aislamiento y a la perforación serán de 25 kV y 30 kV respectivamente. En ambos casos la corriente de fuga no podrá ser superior a 10 mA.
- En el caso del casco clase E-B, en el modelo tipo, se realizarán los ensayos de choque y

- perforación, con buenos resultados habiéndose acondicionado ésta a  $-15\pm 2^{\circ}$  C.
- Todos los cascos que se utilicen por los operarios estarán homologados por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica reglamentaria MT-1, Resolución de la Dirección General del Trabajo, del 14-12-1974.

#### 4.1.2 GAFAS DE PROTECCIÓN

- Las monturas serán ligeras, cómodas, de fácil limpieza y que no reduzcan el campo visual.
- Los elementos transparentes de visualización no deberán tener estrías, rayas ni arañazos.
- Se evitará que los elementos transparentes de visualización sean de vidrio, a no ser que éste sea inastillable.
- Los “cristales” deberán ser ópticamente neutros, sin burbujas ni incrustaciones.
- Si el trabajador precisa gafas graduadas, se le proporcionará un visor basculante de protección.
- En los lugares de trabajo con ambiente pulverulento o con vapor, se utilizarán gafas cerradas y ajustadas.
- Las gafas de seguridad que utilizarán los operarios, serán gafas de montura universal contra impactos, como mínimo clase A, siendo convenientes de clase D.
- Las gafas deberán cumplir los requisitos que siguen. Serán ligeras de peso y de buen acabado, no existiendo rebabas ni aristas cortantes o punzantes. Podrán limpiarse fácilmente y tolerarán desinfecciones periódicas sin merma de sus prestaciones. No existirán huecos libres en el ajuste de los oculares a la montura. Dispondrán de aireación suficiente para evitar en lo posible el empañamiento de los oculares en condiciones normales de uso. Todas las piezas o elementos metálicos, en el modelo tipo, se someterán a ensayo de corrosión, no debiendo observarse la aparición de puntos apreciables de corrosión. Los materiales no metálicos que entren en su fabricación no deberán inflamarse al someterse a un ensayo de  $500^{\circ}$  C de temperatura, y sometidos a la llama, la velocidad de combustión no será superior a 60 mm/minuto. Los oculares estarán firmemente fijados en la montura, no debiendo desprenderse a consecuencia de un impacto de bola de acero de 44 gramos de masa, desde 130 cm. de altura, repetido tres veces consecutivamente.
- Los oculares estarán contruidos en cualquier material de uso oftalmológico, con tal que soporte las pruebas correspondientes. Tendrán buen acabado, y no presentarán defectos superficiales o estructurales que puedan alterar la visión normal del usuario. El valor de la transmisión media al visible, medida con espectrofotómetro, será superior al 89%.
- Si el modelo tipo supera la prueba al impacto de bola de acero de 44 gramos, desde una altura de 130 cm., repetido tres veces, será de clase A. Si supera la prueba de impactos de punzón, serán clase B. Si superase el impacto a perdigones de plomo de 4,5 milímetros de diámetro clase C; en el caso que supere todas las pruebas citadas se clasificarán como clase D.
- Todas las gafas de seguridad que se utilicen por los operarios estarán homologadas por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-16, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 14-6-1978.

#### 4.1.3 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN AURICULAR

- Serán de uso individual.
- Podrán ser tapones, auriculares almohadillados, etc.
- Si en el lugar de trabajo, se alcanzan o superan los 90 dBA, será obligatorio el uso de

elementos de protección auricular.

- El protector auditivo que utilizarán los operarios, será como mínimo clase E.
- Es una protección personal utilizada para reducir el nivel de ruido que percibe el operario cuando está situado en ambiente ruidoso. Consiste en dos casquetes que ajustan convenientemente a cada lado de la cabeza por medio de elementos almohadillados, quedando el pabellón externo de los oídos en el interior de los mismos, y el sistema de sujeción por arnés.
- El modelo tipo habrá sido probado por un escucha, es decir, persona con una pérdida de audición no mayor de 10dB respecto a un audiograma normal en cada uno de los oídos y para cada una de las frecuencias de ensayo.
- Se definirá el umbral de referencia como el nivel mínimo de presión sonora capaz de producir una sensación auditiva en el escucha situado en el lugar de ensayo y sin protector auditivo. El umbral de ensayo será el nivel mínimo de presión sonora capaz de producir sensación auditiva en el escucha en el lugar de prueba y con el protector auditivo tipo colocado, y sometido a prueba. La atenuación será la diferencia expresada en decibelios, entre el umbral de ensayo y el umbral de referencia.
- Como señales de ensayo para realizar la medida de atenuación en el umbral se utilizarán tonos puros de las frecuencias siguientes:

125, 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 y 8.000 Hz

- Las protecciones auditivas de clase E cumplirán lo que sigue: Para frecuencias bajas de 250 Hz, la suma mínima de atenuación será de 10 dB. Para frecuencias medias de 500 a 4.000 Hz, la atenuación mínima de 20 dB, y la suma mínima de atenuación 95 dB. Para frecuencias altas de 6.000 y 8.000 Hz, la suma mínima de atenuación será de 35 dB.
- Todos los protectores auditivos que se utilicen por los operarios estarán homologados por los ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-2, Resolución de la Dirección General del 28-6-1.975.

#### 4.1.4 PANTALLAS Y EQUIPO DE SOLDADOR

- Las pantallas antiproyección serán de material orgánico transparente o de malla metálica fina con visor de cristal inastillable.
- En lugares de trabajo próximos a zonas eléctricas con tensión, el material de las pantallas será aislante.
- Las pantallas utilizadas en soldaduras tendrán la mirilla protegida con otra transparente.
- En todo caso, los visores no tendrán burbujas, incrustaciones, rayas ni arañazos.
- El equipo de soldador que utilizarán los soldadores, será de elementos homologados, el que lo esté, y para los que no lo estén, los adecuados del mercado para su función específica.
- El equipo estará compuesto por los elementos que siguen: Pantalla de soldador, mandil de cuero, par de manguitos, par de polainas, y par de guantes para soldador.

La pantalla será metálica, de la adecuada robustez para proteger al soldador de chispas, esquirlas, escorias y proyecciones de metal fundido. Estará provista de filtros para la intensidad de las radiaciones a las que ha de hacer frente. Se podrán poner cristales de protección mecánica, contra impactos, que podrán ser cubrefiltros o antecristales. Los cubrefiltros preservarán a los filtros de los riesgos mecánicos, prolongando así su vida. La misión de los antecristales es la de proteger los ojos del usuario de los riesgos derivados de las posibles roturas que puedan sufrir el filtro, y en aquellas operaciones laborales en las que no es necesario el uso del filtro, como descascarillado de la soldadura o picado de la escoria.

Los antecristales irán situados entre el filtro y los ojos del usuario.

- El mandil, manguitos, polainas y guantes, estarán realizados en cuero o material sintético, incombustible, flexible y resistente a los impactos de partículas metálicas, fundidas o sólidas. Serán cómodos para el usuario, no producirán dermatosis y por sí mismos nunca supondrán un riesgo.
- Los elementos homologados, lo estarán en virtud a que el modelo tipo habrá superado las especificaciones y ensayos de las Normas Técnicas Reglamentarias MT-3, MY-18 y MT-19, Resoluciones de la Dirección General de Trabajo.

#### 4.1.5 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIOS

- Se utilizarán en lugares de ambiente pulverulento, con vapores, o con poca ventilación.
- Los filtros deberán limpiarse después de su uso.
- Serán de uso personal.
- La mascarilla antipolvo es un adaptador facial que cubre las entradas a las vías respiratorias, siendo sometido el aire del medio ambiente, antes de su inhalación por el usuario, a una filtración de tipo mecánico.
- Los materiales constituyentes del cuerpo de la mascarilla podrán ser metálicos, elastómeros o plásticos, con las características que siguen. No producirán desmatosis y su olor no podrá ser causa de trastornos en el trabajador. Serán incombustibles o de combustión lenta. Los arneses podrán ser cintas portadoras; los materiales de las cintas serán de tipo elastómero y tendrán las características expuestas anteriormente. Las mascarillas podrán ser de diversas tallas, pero en cualquier caso tendrán unas dimensiones tales que cubran perfectamente las entradas a las vías respiratorias.
- La pieza de conexión, parte destinada a acoplar el filtro, en su acoplamiento no presentará fugas.
- La válvula de inhalación, su fuga no podrá ser superior a 2.400 ml/minuto a la exhalación, y su pérdida de carga a la inhalación no podrá ser superior a 25 milímetros de columna de agua (238 Pa.)
- En las válvulas de exhalación su fuga a la inhalación no podrá ser superior a 40 ml/minuto, y su pérdida de carga a la exhalación no será superior a 25 milímetros de columna de agua (238 Pa).
- El cuerpo de la mascarilla ofrecerá un buen ajuste con la cara del usuario y sus uniones con los distintos elementos constitutivos cerrarán herméticamente.
- Los filtros de las mascarillas autofiltrantes se repondrán con la periodicidad adecuada, en función del grado de saturación alcanzado.
- Todas las mascarillas antipolvo que se utilicen por los operarios estarán homologadas por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-7, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 28-7-1975.

#### 4.1.6 GUANTES Y MANGUITOS

- Podrán ser de goma, cuero, PVC, u otro material adecuado a las condiciones de trabajo.
- En los trabajos relacionados con la electricidad, los guantes o manguitos llevarán marcado el máximo voltaje permitido.
- Los guantes de seguridad utilizados por los operarios, serán de uso general anticorte,

- antipinchazos, y antierosiones para el manejo de materiales, objeto y herramientas.
- Estarán confeccionados con materiales naturales o sintéticos, no rígidos, impermeables a los agresivos de uso común y de características mecánicas adecuadas. Carecerán de orificios, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades.
  - Se adaptarán a la configuración de las manos haciendo confortable su uso.
  - No serán en ningún caso ambidextros.
  - La talla, medida del perímetro del contorno del guante a la altura de la base de los dedos, será la adecuada al operario.
  - La longitud, distancia expresada en milímetros, desde la punta del dedo medio o corazón hasta el filo del guante, o sea el límite de la manga, será en general de 320 milímetros o menos. Es decir, los guantes, en general, serán cortos, excepto en aquellos casos que por trabajos especiales haya que utilizar los medios, 320 milímetros a 430 milímetros, o largos, mayores de 430 milímetros.
  - Los materiales que entren en su composición y formación nunca producirán dermatosis.
  - Los guantes aislantes de la electricidad que utilizarán los operarios, serán para actuación sobre instalación de baja tensión, hasta 1.000 V, o para maniobra de instalación de alta tensión hasta 30.000 V.
  - En los guantes se podrá emplear como materia prima en su fabricación caucho de alta calidad, natural o sintético, o cualquier otro material de similares características aislantes y mecánicas, pudiendo llevar, o no, un revestimiento inferior de fibras textiles naturales. En caso de guantes que posean dicho revestimiento, éste recubrirá la totalidad de la superficie interior del guante.
  - Carecerán de costuras, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades.
  - Podrán utilizarse colorantes y otros aditivos en el proceso de fabricación, siempre que no disminuyan sus características ni produzcan dermatosis.
  - Se adaptarán a la configuración de las manos, haciendo confortable su uso. No serán en ningún caso ambidextros.
  - Los aislantes de baja tensión serán guantes normales, con longitud desde la punta del dedo medio o corazón al filo del guante menor o igual de 430 milímetros. Los aislantes de alta tensión serán largos, de longitud superior a 430 milímetros. El espesor será variable, según los diversos puntos del guante, pero el máximo admitido será de 2,6 milímetros.
  - En el modelo tipo, la resistencia a la tracción no será inferior a 110 Kg/cm<sup>2</sup>, el alargamiento a la rotura no será inferior al 600 por 100 y la deformación permanente no será superior al 18 por ciento.
  - Serán sometidos a prueba de envejecimiento, después de la cual mantendrán como mínimo el 80 por ciento del valor de sus características mecánicas y conservarán las propiedades eléctricas que se indican.
  - Los guantes de baja tensión tendrán una corriente de fuga de 8mA sometidos a una tensión de perforación de 6.500 V, todo ello medido con una fuente de una frecuencia de 50 Hz. Los guantes de alta tensión tendrán una corriente de fuga de 20 mA a una tensión de prueba de 30.000 V y una tensión de perforación de 35.000 V.
  - Todos los guantes aislantes de la electricidad empleados por los operarios estarán homologados, según las especificaciones y ensayos de la Norma Técnica Reglamentaria MT-4, Resolución de la Dirección General del Trabajo del 28-7-1975.

#### 4.1.7 ZAPATOS Y BOTAS

- En lugares con presencia de agua se utilizarán botas de goma.

- Si hay peligro de impacto en los pies, se usará calzado con puntera reforzada o metálica.
- En trabajos relacionados con la electricidad, el calzado será aislante, sin roturas ni deterioros.
- En lugares con humedad, el calzado será antideslizante.
- El calzado de seguridad que utilizarán los operarios, serán botas de seguridad clase III. Es decir, provistas de puntera metálica de seguridad para protección de los dedos de los pies contra los riesgos debidos a caídas de objetos, golpes y aplastamientos, y suela de seguridad para protección de las plantas de los pies contra pinchazos.
- La bota deberá cubrir convenientemente el pie y sujetarse al mismo, permitiendo desarrollar un movimiento adecuado al trabajo. Carecerá de imperfecciones y estará tratada para evitar deterioros por agua o humedad. El forro y demás partes internas no producirán efectos nocivos, permitiendo, en lo posible, la transpiración. Su peso no sobrepasará los 800 gramos. Llevará refuerzos amortiguadores de material elástico. Tanto la puntera como la suela de seguridad deberán formar parte íntegramente de la bota, no pudiéndose separar sin que ésta quede destruida. El material será apropiado a las prestaciones de uso, carecerá de rebabas y aristas y estará montado de forma que no entrañe por sí mismo riesgo, ni cause daños al usuario. Todos los elementos metálicos que tengan función protectora serán resistentes a la corrosión.
- El modelo tipo sufrirá un ensayo de resistencia al aplastamiento sobre la puntera hasta los 1.500 Kg (14.715 N), y la luz libre durante la prueba será superior a 15 milímetros, no sufriendo rotura.
- También se ensayará al impacto, manteniéndose una luz libre mínima y no apreciándose rotura. El ensayo de perforación se hará mediante punzón con fuerza mínima de perforación de 110Kgf (1.079 N), sobre la suela, sin que se aprecie perforación.
- Mediante flexómetro, que permita variar el ángulo formado por la suela y el tacón, de 0° a 60°, con frecuencia de 300 ciclos por minuto y hasta 10.000 ciclos, se hará el ensayo de plegado. No se deberán observar roturas, ni grietas o alteraciones.
- En ensayo de corrosión se realizará en cámara de niebla salina, manteniéndose durante el tiempo de prueba, y sin que se presenten signos de corrosión.
- Todas las botas de seguridad clase III que se utilicen por los operarios estarán homologados por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-5, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 31-1-1980.
- Las botas impermeables al agua y a la humedad que utilizarán los operarios, serán de clase N, pudiéndose emplear también la clase E.
- La bota impermeable deberá cubrir convenientemente el pie y, como mínimo, el tercio inferior de la pierna, permitiendo al usuario desarrollar el movimiento adecuado al andar en la mayoría de los trabajos.
- La bota impermeable deberá confeccionarse con caucho natural o sintético u otros productos sintéticos, no rígidos, y siempre que no afecten a la piel del usuario.
- Asimismo carecerán de imperfecciones o deformaciones que mermen sus propiedades, así como de orificios, cuerpos extraños u otros defectos que puedan mermar su funcionalidad.
- Los materiales de la suela y tacón deberán poseer unas características adherentes tales que eviten deslizamientos, tanto en suelos secos como en aquellos que estén afectados por el agua.
- El material de la bota tendrá unas propiedades tales que impidan el paso de la humedad ambiente hacia el interior.
- La bota impermeable se fabricará, a ser posible, en una sola pieza, pudiéndose adoptar un sistema de cierre diseñado de forma que la bota permanezca estanca.
- Podrán confeccionarse con soporte o sin él, sin forro o bien forradas interiormente, con una o más capas de tejido no absorbente, que no produzca efectos nocivos en el usuario.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIADO Nº 1937 C/ALFONSO XA 46100 BURJASSOT (VA)</p> <p>VISADO Nº V-04535-24A D.GENERAL DE TRABAJO 24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	---

- La superficie de la suela y el tacón, destinada a tomar contacto con el suelo, estará provista de resaltes y hendiduras, abiertos hacia los extremos para facilitar la eliminación de material adherido.
- Las botas impermeables serán lo suficientemente flexibles para no causar molestias al usuario, debiendo diseñarse de forma que sean fáciles de calzar.
- Cuando el sistema de cierre o cualquier accesorio sean metálicos deberán ser resistentes a la corrosión.
- El espesor de la caña deberá ser lo más holgado posible, evitándose irregularidades que puedan alterar su calidad, funcionalidad y prestaciones.
- El modelo tipo se someterá a ensayos de envejecimiento en caliente, envejecimiento en frío, de humedad, de impermeabilidad y de perforación con punzón, debiendo superarlos.
- Todas las botas impermeables, utilizadas por los operarios, deberán estar homologadas de acuerdo con las especificaciones y ensayos de la Norma Técnica Reglamentaria M-27, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 3-12-1981.

#### 4.1.8 CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS

Se utilizarán cinturones portaherramientas cuando existe posibilidad de caída de elementos a plantas inferiores por las que pueden trabajar o transitar personas.

## 4.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

### 4.2.1 ÁREA DE TRABAJO

El área de trabajo debe mantenerse libre de obstáculos.

Si el trabajo se realiza sin interrupción de circulación debe estar perfectamente balizado y protegido.

### 4.2.2 PÓRTICOS LIMITADORES DE GÁLIBO

Dispondrán de dintel debidamente señalizado.

### 4.2.3 VALLAS AUTÓNOMAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN

Tendrán como mínimo 90 cm de altura estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

### 4.2.4 TOPES DE DESPLAZAMIENTO DE VEHÍCULOS

Se podrán realizar con un par de tabloncillos embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.



Se colocarán en evitación de caídas al aproximarse a las zanjas, se dispondrán en los límites de zonas de acopio, vertido o maniobras, para impedir vuelcos.

#### 4.2.5 SEÑALES DE SEGURIDAD

Serán de las dimensiones y color aprobados por la Normativa del M<sup>o</sup> de Fomento.

#### 4.2.6 INTERRUPTORES DIFERENCIALES Y TOMAS DE TIERRA

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, una tensión máxima de 24 V. Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.

#### 4.2.7 EXTINTORES

Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio y se revisarán, como mínimo cada 6 meses. Se comentarán con mayor abundancia en el punto 4.3.- Protección contra incendios.

#### 4.2.8 PLATAFORMAS Y PASARELAS

Tendrán como mínimo 60 cm de ancho. Las que ofrezcan riesgo de caída superior a 2 m, estarán dotadas de barandillas reglamentarias, capaces de resistir una carga de 150 Kg. por metro lineal

#### 4.2.9 ILUMINACIÓN

Por la noche debe instalarse una iluminación suficiente del orden de 120 lux en las zonas de trabajo y de 10 lux en el resto. En los trabajos de mayor definición se emplearán lámparas portátiles. Caso de hacerse los trabajos sin interrupción de la circulación, tendrá sumo cuidado de emplear luz que no afecte a las señales de fcc/carretera ni a las propias de obra.

La iluminación de emergencia funcionará automáticamente en el caso de producirse una avería en la iluminación instalada para el desarrollo normal de los trabajos.

#### 4.2.10 VEHÍCULOS

En evitación de peligro de vuelco, ningún vehículo irá sobrecargado, especialmente los dedicados al movimiento de tierras y todos los que haya de circular por caminos sinuosos.

Para su mejor control deben llevar bien visibles placas donde se especifiquen la tara y la carga máxima, el peso máximo por eje y la presión sobre el terreno de la maquinaria que se mueve sobre cadenas.

	<p>MODIFICADO DE PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN AVEJARUCO 30/220 kV PARA LA EVACUACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO (NUDO DE CONEXIÓN: EL GRADO 220 kV) T.M.: El Grado (Huesca)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p><b>Improin</b></p> <p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA C/Alfonso XIII, 1937 50001 ZARAGOZA (AR)</p> <p>VISADO Nº 04535-24A D.GENERAL/AR/24/10/2024</p> <p><b>E-VISADO</b></p>
--	--	--

También se evitará exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición.

Todos los vehículos de motor llevarán correctamente los dispositivos de frenado, para lo que se harán revisiones muy frecuentes. También deben llevar frenos los vehículos remolcados.

#### 4.2.11 CINTA DE BALIZAMIENTO

Se colocará en los límites de zonas de trabajo o de paso en las que existe peligro de caída por desnivel sobre soportes adecuados, si es necesario, será reflectante.

#### 4.2.12 VARIOS

Las escaleras de mano deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.

El contratista adjudicatario de la obra deberá disponer de suficiente cantidad de todo tipo de útiles y prendas de seguridad y de los repuestos necesarios. Por ser el adjudicatario de la obra, debe responsabilizarse de que los subcontratistas dispongan también de estos elementos y, en su caso, suplir las deficiencias que pudiera haber.

### 4.3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

- Los extintores de incendio, emplazados en la obra, estarán fabricados con acero de alta embutibilidad y alta soldabilidad. Se encontrarán bien acabados y terminados, sin rebabas, de tal manera que su manipulación nunca suponga un riesgo por si misma.
- Los extintores estarán esmaltados en color rojo, llevarán soporte para su anclaje y dotados con manómetro. La simple observación de la presión del manómetro permitirá comprobar el estado de su carga. Se revisarán periódicamente y como máximo cada seis meses.
- El recipiente del extintor cumplirá el Reglamento de Aparatos a Presión, Real Decreto 1244/1979 de 4 de Abril de 1979 (B.O.E. 29-5-1979).
- Los extintores estarán visiblemente localizados en lugares donde tengan fácil acceso y estén en disposición de uso inmediato en caso de incendio. Se instalará en lugares de paso normal de personas, manteniendo un área libre de obstáculos alrededor del aparato.
- Los extintores estarán a la vista. En los puntos donde su visibilidad quede obstaculizada se implantará una señal que indique su localización.
- Los extintores portátiles se emplazarán sobre paramento vertical a una altura de 1,20 metros, medida desde el suelo a la base del extintor.
- El extintor siempre cumplirá la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP (P.M. 31-5-1982).
- Para su mayor versatilidad y evitar dilaciones por titubeos, todos los extintores serán portátiles. Uno de ellos se instalará en el interior de la obra, y precisamente cerca de la puerta principal de entrada y salida.
- En las áreas de trabajo con instalación de alta tensión, para el caso que ella fuera el origen de un siniestro, se emplazará cerca de la instalación con alta tensión un extintor. Este será precisamente de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>.



## 4.4 PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTE ELÉCTRICA

### 4.4.1 CORRIENTE ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

No hay que olvidar que está demostrado, estadísticamente, que el mayor número de accidentes eléctricos se produce por la corriente alterna de baja tensión. Por ello, los operarios se protegerán de la corriente de baja tensión por todos los medios que se indican a continuación.

- No acercándose a ningún elemento con baja tensión, manteniéndose a una distancia de 0,50 m., si no es con las protecciones adecuadas, gafas de protección, casco, guantes aislantes y herramientas precisamente protegidas para trabajar a baja tensión. Si se sospechase que elemento está bajo alta tensión, mientras el contratista adjudicatario averigua oficial y exactamente la tensión a que esta sometido, se obligará, con señalización adecuada, a los operarios y las herramientas por ellos utilizados, a mantenerse a una distancia no menor de 4 m.
- Caso que la obra se interfiera con una línea aérea de baja tensión, y no se pudiera retirar ésta, se montarán los correspondientes pórticos de protección manteniéndose el dintel del pórtico en todas las direcciones a una distancia mínima de los conductores de 0,50 m.
- Las protecciones contra contactos indirectos se conseguirán combinando adecuadamente las Instrucciones Técnicas Complementarias MI BT. 039, 021 y 044 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Esta última citada se corresponde con la Norma UNE 20383-75).
- Se combina, en suma, la toma de tierra de todas las masas posibles con los interruptores diferenciales, de tal manera que en el ambiente exterior de la obra, posiblemente húmedo en ocasiones, ninguna masa tome nunca una tensión igual o superior a 24 V.
- La tierra se obtiene mediante una o más picas de acero recubierto de cobre, de diámetro mínimo 14 milímetros y longitud mínima 2 metros. Caso de varias picas, la distancia entre ellas será como mínimo vez y media su longitud, y siempre sus cabezas quedarán 50 centímetros por debajo del suelo. Si son varias estarán unidas en paralelo. El conductor será cobre de 35 milímetros cuadrados de sección. La toma de tierra así obtenida tendrá una resistencia inferior a los 20 ohmios. Se conectará a las tomas de tierra de todos los cuadros generales de obra de baja tensión. Todas las masas posibles deberán quedar conectadas a tierra.
- Todas las salidas de alumbrado, de los cuadros generales de obra de baja tensión, estarán dotadas con un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad y todas las salidas de fuerza, de dichos cuadros, estarán dotadas con un interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad.
- Se vigilará la adecuada conservación de las tomas de tierra, midiendo su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.

### 4.4.2 CORRIENTE ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN

- Dada la suma gravedad que casi siempre supone un accidente con corriente eléctrica de alta tensión, siempre que un elemento de alta tensión, intervenga, o como parte de la obra, o se interfiera con ella, el contratista adjudicatario queda obligado a enterarse oficial y exactamente de la tensión. Se dirigirá para ello a la compañía distribuidora de electricidad o a la entidad propietaria del elemento con tensión.
- En función de la tensión averiguada, se considerarán distancias mínimas de seguridad, para los trabajos en la proximidad de instalaciones en tensión, medidas entre el punto más próximo

con tensión y cualquier parte extrema del cuerpo del operario o de las herramientas por el utilizadas, las que siguen:

- Tensiones desde 1 a 18 KV: 0,50 m.
  - Tensiones mayores de 18 KV hasta 35 KV: 0,70 m.
  - Tensiones mayores de 35 KV hasta 80 KV: 1,30 m.
  - Tensiones mayores de 80 KV hasta 140 KV: 2,00 m.
  - Tensiones mayores de 140 KV hasta 250 KV: 3,00 m.
  - Tensiones desde 1 a 250 KV: 4,00 m.
- En la zona de obra que interfiera con una línea de alta tensión, se montarán los pórticos de protección, manteniéndose el dintel del pórtico en todas las direcciones a una distancia mínima de los conductores de 4 m.
  - Si esta distancia de 4 m. no permitiera mantener por debajo del dintel el paso de vehículos, se atenderá a la tabla dada anteriormente.
  - Para el caso que hay que atravesar por debajo de la catenaria, la distancia media en todas las direcciones, y más desfavorable, el dintel a los conductores de contacto, no será inferior a 0,50 m. Se fijará el dintel, manteniendo los mínimos dichos, lo más bajo posible, pero de tal manera que permita el paso de vehículos de obra.
  - Los trabajos en instalaciones de alta tensión se realizarán siempre por general especializado, y al menos por dos personas, para que puedan analizarse. Las obligaciones de estos trabajadores serán:
    - tener conocimientos de electricidad.
    - tener especialistas en trabajos eléctricos.
    - tener conocimiento de la instalación en la que vayan a trabajar.
    - disponer de capacidad de apreciar los viajes previsibles y las precauciones a adoptar.
    - tener aptitud para determinar la viabilidad de los trabajadores.
  - Todo trabajo en una instalación eléctrica de alta tensión, o en su proximidad, que conlleva un riesgo eléctrico deberá efectuarse, siempre que sea posible, sin tensión:

La operación de descargo y reposición de tensión, la derivarán a cabo trabajadores autorizados (entendiendo como tal aquel trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, según su capacidad para hacerlos de forma correcta), que deberán estar cualificados u operar bajo la supervisión de un trabajador cualificado, y disponer de instrucciones escritas con el procedimiento de trabajo.

- La operación de descarga se efectuará siguiendo el proceso que se describe a continuación, salvo que existen razones esenciales para hacerlo de otra forma. Son cinco etapas:

#### 1. *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.

## 2. PREVENIR CUALQUIER POSIBLE ALIMENTACIÓN

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación en la zona de trabajo deben asegurarse contra cualquier posible realimentación, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra. En ausencia de enclavamiento mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse.

Deberá colocarse una señalización donde sea necesaria para prevenir maniobras peligrosas.

Cuando se utilicen dispositivos, telemandos, deberá impedirse la maniobra local de éstos: los sistemas de transmisión y enclavamiento eléctrico utilizados para ello deberán ser fiables.

## 3. 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. Cuando se utilice un dispositivo de verificación independiente, no incorporado a la instalación, su funcionamiento deberá comprobarse inmediatamente antes del uso.

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 interactúen directamente con los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos equivalentes, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Los interruptores de puesta a tierra de un telemando utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

## 4. PONER A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO TODAS LAS POSIBLES FUENTES DE TENSIÓN

En las instalaciones de alta tensión y en las de baja tensión que, por su proximidad a otras líneas o instalaciones, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión, las partes de la instalación donde vaya a trabajarse deberán ponerse a tierra y cortocircuito.

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 o 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 interruptores de un telemando utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

**5. 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 no puedan dejarse sin tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de inicial el trabajo.

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se haya retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido las herramientas y equipos utilizados para el trabajo.

- El proceso de reposición de la tensión comprenderá:
  - la retirada, si la hubiera, de la señalización que indica el descargo de la zona.
  - la retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.
  - el desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
  - 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.

- Para la reposición de fusibles de alta tensión se seguirán los siguientes pasos:
  1. Para la extracción e inserción de fusibles se realizará previamente el descargo a ambos lados del fusible, comenzándose por el lado de la fuente de tensión, salvo cuando las características particulares de la instalación hagan más seguro proceder en sentido inverso.
  2. El descargo y la posterior reposición de la tensión se realizarán de acuerdo con las disposiciones generales establecidas para estas operaciones. Sin embargo la puesta a tierra y en cortocircuito no será obligatoria, si los medios de corte visible están a ambos lados del fusible y a la vista del operario, no existe posibilidad de cierre imprevisto y la extracción e inserción del fusible se realiza utilizando un elemento de protección que asegure el aislamiento eléctrico del trabajador.
  3. Si los fusibles están directamente conectados al primario de un transformador, el descargo de ese lado del fusible se realizará efectuando y asegurando la separación entre el secundario y la carga, verificando la ausencia de tensión en todos los bornes del transformador y poniendo el primario a tierra y en cortocircuito.
  4. La reposición de fusibles la realizarán trabajadores autorizados, sin embargo cuando para efectuar el descargo se requiera la colocación de equipos manuales de puesta a tierra y en cortocircuito, esta operación deberá ser realizada por trabajadores cualificados o bajo su supervisión.
- En trabajos y maniobras en seccionadores e interruptores, se seguirán las siguientes normas:

- a) Para el aislamiento del personal se emplearán los siguientes elementos:
  - Pértiga aislamiento.
  - Guantes aislantes.
  - Banqueta aislante.
- b) Si los aparatos de corte se accionan mecánicamente, se adoptarán precauciones para evitar su funcionamiento intempestivo.
- c) En los mandos de los aparatos de corte, se colocarán letreros que indiquen cuando proceda, que no puede maniobrarse.
- En los trabajos y maniobras en transformadores, se actuará como sigue:
  - a) El secundario del transformador deberá estar siempre cerrado o en cortocircuito, cuidando que nunca quede abierto.
  - b) Si se manipulan aceites se tendrán a mano los elementos de extinción. Si el trabajo es en celda con instalación fija contra incendios, estará dispuesta para su accionamiento manual. Cuando el trabajo se efectúe en el propio transformador estará bloqueada para evitar que su funcionamiento imprevisto pueda ocasionar accidentes a los trabajadores situados en su celda.

Una vez separado el condensador o una batería de condensadores estáticos de su fuente de alimentación mediante corte visible, antes de trabajar en ellos, deberán ponerse en cortocircuito y a tierra, esperando lo necesario para su descarga.

- En los alternadores, motores síncronos, dinamos y motores eléctricos, en el interior de una máquina, se comprobará lo que sigue:
  - a) Que la máquina está parada.
  - b) Que las bombas de salida están en cortocircuito y a tierra.
  - c) Que la protección contra incendios está bloqueada.
  - d) Que están retirados los fusibles de la alimentación del rotor, cuando éste mantenga en tensión permanente la máquina.
  - e) Que la atmósfera no es inflamable o explosiva.
- Quedará prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas de una instalación de alta tensión antes de dejar sin tensión los conductores y aparatos contenidos en ellas. Recíprocamente, se prohíbe dar tensión sin cerrarla previamente con el resguardo de protección.
- Sólo se restablecerá el servicio de una instalación eléctrica de alta tensión, cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando en ella.
- Las operaciones que conducen a la puesta en servicio se harán en el orden que sigue:
  - a) En el lugar de trabajo, se retirarán las puestas a tierra y el material de protección complementario, y el jefe del trabajo, después del último reconocimiento, dará aviso de que el mismo ha concluido.
  - b) En el origen de la alimentación recibida la comunicación de que ha terminado el trabajo, se retirará el material de señalización y se desbloquearán los aparatos de corte y maniobra.
- Cuando por necesidades de la obra sea preciso montar equipos de alta tensión, tales como línea de alta tensión y transformador de potencia, necesitando darles tensión, se pondrá el debido cuidado en cumplir el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y especialmente sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 09 y 13.



## 5 ARTÍCULO 5.- INSTALACIONES PROVISIONALES PARA TRABAJADORES

Según el plazo estimado, se considera un número máximo de operarios en los momentos punta de 15-20

### 5.1 SERVICIOS HIGIÉNICOS

Los lugares de trabajo dispondrán de agua potable, vestuarios, lavabos y retretes. La superficie por trabajador contratado, será de 2 m<sup>2</sup> por lo que serán necesarios un total de 30-40 m<sup>2</sup>., para estas instalaciones.

CONCEPTO	Nº DE UNIDADES POR NORMATIVA	NECESIDADES
W.C.	1 ud. por cada 25 operarios	1 uds.
LAVABOS	1 ud. por cada 10 operarios	2 uds.
DUCHAS	1 ud. por cada 10 operarios	2 uds.
ESPEJOS	1 ud. por cada 25 operarios	1 uds.
TAQUILLAS	1 ud. por cada operario	15 uds.

Las cabinas de inodoro estarán dotadas de taza y portarrollos con papel higiénico. Cerradas mediante puertas rasgadas y montadas a 50 cm. del pavimento para permitir el auxilio en caso de accidentes (lipotimias, mareos, resbalones, etc.); cada cabina se cerrará con cerrojo simple. Para el suministro de agua caliente sanitaria se instalará un calentador eléctrico.

Las cabinas de ducha estarán dotadas de plato de ducha, grifería hidromezcladora caliente-fría y alcachofa rociadora fija. Se cerrarán mediante puertas rasgadas montadas a 50 cm del pavimento para permitir el auxilio en caso de accidentes (lipotimias, mareos, resbalones, etc.) y cada cabina se cerrará con cerrojo simple.

Los lavabos estarán dotados de grifería hidromezcladora caliente - fría.

### 5.2 VESTUARIO

El vestuario albergará los asientos necesarios, taquillas metálicas individuales, con llave para guardar los efectos personales de los trabajadores, y bancos con capacidad para 5 personas. Tendrá ventilación directa al exterior facilitada por las ventanas del local, calefacción en invierno e iluminación eléctrica.

### 5.3 COMEDOR

Dada la existencia de localidades cercanas, no se incluye el comedor en las instalaciones provisionales, por entender que los trabajadores, de acuerdo con la Empresa Contratista, acudirán a comer a instalaciones existentes en localidades proximas.



## 6 ARTÍCULO 6.- ASISTENCIA SANITARIA Y ACCIDENTES

### 6.1 BOTIQUÍN DE OBRA

Se dispondrá de 1 botiquín portátil de urgencia; se realizará una revista semanal, reponiendo lo encontrado a faltar.

El contenido previsto de cada botiquín es:

- Agua Oxigenada.
- Alcohol de 96o.
- Tintura de Yodo.
- Mercurocromo o Povidona iodada (betadine o similar).
- Amoníaco.
- Gasa estéril.
- Algodón hidrófilo.
- Vendas.
- Esparadrapo.
- Antiespasmódicos y Tónicos cardíacos de urgencia.
- Torniquetes.
- Bolsas de goma para agua o hielo.
- Guantes esterilizados.
- Jeringuillas desechables.
- Agujas para inyectables desechables.
- Termómetro clínico.
- Pinzas.
- Tijeras.

### 6.2 ACCIDENTES

#### ***Acciones a seguir en caso de accidente laboral***

El accidente laboral significa un fracaso de la prevención de riesgos por multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control.

Por ello, es posible que pese a todo el esfuerzo desarrollado y nuestra intención preventiva, se produzca algún fracaso.

Se marcan los siguientes puntos, que han de servir de pauta en el caso de registrarse un accidente:

1. El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
2. En caso de caída desde altura o a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso

- de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
  - El Contratista, instalará una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m, de distancia, en el que se suministre a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, etc.; este rótulo contendrá como mínimo los datos del cuadro siguiente:

EN CASO DE ACCIDENTE GRAVE ACUDIR A:	
Nombre del centro asistencial:	
Dirección:	
Teléfono de ambulancias:	
Teléfono de urgencias:	
Teléfono de información	
Teléfono de información hospitalaria:	

EN CASO DE ACCIDENTE LEVE ACUDIR A:	
Nombre del centro asistencial:	
Dirección:	
Teléfono:	

- El Contratista instalará el rótulo precedente de forma obligatoria en los siguientes lugares de la obra: acceso a la obra en sí; en la oficina de obra; en el vestuario aseo del personal; en el comedor y en tamaño hoja DIN-A4, en el interior de cada maletín botiquín de primeros auxilios

### ***Comunicaciones inmediatas en caso de accidente laboral***

El Contratista queda obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro explicativo siguiente, que se consideran acciones clave para un mejor análisis de la prevención decidida y su eficacia:

## COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL:

### Accidentes de tipo leve.

Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

A la Dirección Facultativa de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

### Accidentes de tipo grave.

Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

A la Dirección Facultativa de la obra: de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

### Accidentes mortales.

Al juzgado de guardia: para que pueda procederse al levantamiento del cadáver y a las investigaciones judiciales.

Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

A la Dirección Facultativa de la obra: de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.



## 7 ARTÍCULO 7.- ACCESOS Y SEÑALIZACIÓN

Los accesos a obra serán señalizados con advertencia de:

- “Zona de obras”
- “Prohibido el paso a personas no autorizadas a la obra”
- “Obligatorio el uso de casco”

En la confluencia de accesos con las vías públicas se colocarán señales de:

- “STOP”

Se comprobará periódicamente el estado de la señalización, reponiéndola en caso de haber desaparecido y retirándola cuando ya no sea necesaria.

Cuando afectemos a vías públicas, solicitaremos, con suficiente antelación, la autorización pertinente de los Organismos propietarios, adoptando las medidas que a tal efecto prescriban.

## 8 ARTÍCULO 8.- SERVICIOS AFECTADOS

Si durante la realización de trabajos en la obra se detectan algunas interferencias (líneas eléctricas, gas, agua, teléfonos), se acordonará la zona y se solicitará a la Compañía instaladora, por escrito, proceder a la desviación de la/s misma/s.

### 8.1 LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

Las medidas de seguridad que deberemos tomar en el supuesto de interferencia con las obras son las siguientes:

Se solicitará a la Compañía Suministradora, por escrito, proceder al descargo, su desvío, o en caso necesario, su elevación. En el caso de que no se pueda realizar lo anterior se considerarán unas distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo en tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero o de la máquina, considerando siempre, la situación más desfavorable.

Los criterios preventivos que pueden aplicarse y que están recogidos en muchas publicaciones especializadas, dan como distancia mínima de seguridad, las siguientes:

- 3 m. para  $T < 66.000 \text{ V}$ .
- 5 m. para  $T > 66.000 \text{ V}$ .

La distancia de seguridad mínima es función de la tensión de la línea y del alejamiento de los soportes de ésta. Cuando aumenta la temperatura los conductores se alargan y por este hecho disminuye la distancia con respecto al suelo.

Esta puede reducirse en varios metros en caso de fuerte aumento de la temperatura. El viento provoca, a su vez, un balanceo de los conductos, cuya amplitud también puede alcanzar varios metros.

## 8.1.1 RECOMENDACIONES A OBSERVAR EN CASO DE ACCIDENTE

### 1. CAÍDA DE LÍNEA

Se debe prohibir el acceso del personal a la zona de peligro hasta que un especialista compruebe que la línea está sin tensión.

No se debe tocar a las personas en contacto con líneas eléctricas en carga. En el caso de estar seguros de que se trata de una línea de baja tensión se intentará separar al accidentado mediante elementos no conductores, sin tocarle directamente.

### 2. ACCIDENTES CON MÁQUINAS

En el caso de contacto con líneas eléctricas con máquinas de excavación, transportes, etc., deben observarse las siguientes normas:

El conductor maquinista: (estas recomendaciones se entregarán por escrito con acuse de recibo)

- Conservará la calma incluso si los neumáticos comienzan a arder.
- Permanecerá en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre del riesgo de electrocución.
- Intentará retirar la máquina de la zona de contacto con la línea y situarla fuera de las áreas peligrosas.
- Advertirá a las personas que allí se encuentren, que no deben tocar la máquina.
- No descenderá de la máquina hasta que ésta no se encuentre a una distancia segura. Si lo hace antes, el conductor entra en el circuito línea-máquina-suelo y está expuesto a electrocutarse.
- Si es imposible separar la máquina, y en caso de absoluta necesidad, el conductor o maquinista no descenderá utilizando los métodos habituales, sino que saltará lo más lejos posible evitando tocar ésta.

### 3. NORMAS GENERALES DE ACTUACIÓN

- No tocar la máquina o la línea caída a tierra.
- Permanecer inmóvil o salir de la zona a pequeños pasos.
- Advertir a las otras personas amenazadas para que no toquen la máquina o la línea y que no efectúen actos imprudentes.

## 8.1.2 BLOQUEOS Y BARRERAS DE PROTECCIÓN

Para las máquinas, como grúas, palas, excavadoras, etc., se señalizarán las zonas que no deben traspasar y, para ello, se interpondrán barreras que impidan todo contacto con las partes en tensión.

- Estas barreras deben fijarse de forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos usuales.
- Las barreras de protección son construcciones formadas, generalmente, por soportes colocados verticalmente y cuyo pie está sólidamente afincado en el suelo, arriostrados por medio de cables, unido por largueros o tablas.
- Los largueros o las tablas deben impedir el acceso a la zona peligrosa.
- El espacio vertical máximo entre los largueros o las tablas no debe sobrepasar de 1,00 m.

- El lugar de colocar los largueros o las tablas, se pueden utilizar cables de retención provistos de la adecuada señalización.
- Los cables deben estar siempre bien tensos. El espacio vertical entre los cables de retención no debe ser superior a 0,50 m.
- La dimensión de los elementos de las barreras de protección debe ser determinada en función de la fuerza de los vientos que soplan en la zona.
- Se colocarán redes cuya abertura de las mallas no sobrepase los 6 cm entre los largueros, las tablas o los cables de retención, para evitar que elementos metálicos de andamios, hierros de armadura, etc. puedan penetrar en la zona de riesgo.

### 8.1.3 PASO BAJO LÍNEAS AÉREAS EN TENSIÓN

La altura de paso máximo bajo líneas eléctricas aéreas, debe estar delimitada por barreras de protección, indicadoras del gálibo máximo permisible de seguridad.

- Las barreras de gálibo generalmente están compuestas por dos largueros colocados verticalmente, sólidamente anclados, unidos a la altura de paso máximo admisible por un larguero horizontal.
- En lugar del larguero horizontal, se puede utilizar un cable de retención bien tenso, provisto de señalización.
- Deben colocarse barreras de protección en cada lado de la línea aérea. Su alejamiento de la zona peligrosa viene determinado por la configuración de lugares bajo la línea aérea (depresiones de terreno o terraplenes).
- La altura de paso máximo debe de ser señalada por paneles apropiados fijados a la barrera de protección.
- Las entradas de paso deben señalarse en los dos lados.

## 8.2 LÍNEAS ELÉCTRICAS ENTERRADAS

Antes de comenzar los trabajos en obras con posibles interferencias de líneas eléctricas enterradas, es recomendable atender a las siguientes normas:

- No tocar o intentar alterar la posición de ningún cable.
- Se procurará no tener cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el peso de la maquinaria o vehículos, así como posibles contactos accidentales por personal de obra y ajeno a la misma.
- Utilizar detectores de campo capaces de indicarnos trazado y profundidad del conductor.
- Emplear señalización indicativa del riesgo, siempre que sea posible, indicando la proximidad de la línea en tensión y su área de seguridad.
- A medida que los trabajos siguen su curso se velará porque se mantengan en perfectas condiciones de visibilidad y colocación la señalización anteriormente mencionada.
- Informar a la Compañía propietaria inmediatamente, si un cable sufre daño. Conservar la calma y alejar a todas las personas para evitar riesgos que puedan ocasionar accidentes.



## 8.2.1 NORMAS BÁSICAS DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

No utilizar picos, barras, clavos, horquillas o utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos “arcillosos” donde pueden estar situados cables subterráneos.

- Si se conoce perfectamente su trazado y profundidad:

Si la línea está recubierta con arena, protegida con fábrica de ladrillo y señalizada con cinta (generalmente indicativa de la tensión) se podrá excavar con máquinas hasta 0,50 m de conducción (salvo que previamente de conformidad con la Compañía propietaria, nos hubiera sido autorizado realizar trabajos a cotas inferiores a la señalada anteriormente) y a partir de aquí se utilizará la pala manual.

- No se conoce exactamente el trazado, la profundidad y la protección:

Se podrá excavar con máquina hasta 1,00 m de conducción, a partir de ésta cota y hasta 0,50 m se podrán utilizar martillos neumáticos, picos, barras, etc., y, a partir de aquí, pala manual.

Con carácter general, en todos los casos, en los que la conducción quede al aire, se suspenderá o apuntalará, se evitará igualmente que pueda ser dañada accidentalmente por maquinaria, herramientas, etc., así como si el caso lo requiere, obstáculos que impidan el acercamiento. Una vez descubierta la línea, para continuar los trabajos en el interior de las zanjas, pozos, etc., se tendrá en cuenta, como principales medidas de seguridad, el cumplimiento de las cinco reglas siguientes:

1. Descargo de la línea.
2. Bloqueo contra cualquier alimentación.
3. Comprobación de la ausencia de tensión.
4. Puesta a tierra y en cortocircuito.
5. Asegurarse contra posibles contactos con partes cercanas en tensión, mediante su recubrimiento o delimitación.

Estas medidas de seguridad se realizarán siguiendo el orden de arriba abajo.

En la actualidad existen unos aparatos llamados “detectores de campo”, capaces de indicarnos el trazado y la profundidad de la línea. La precisión de estos aparatos es función de su sensibilidad y de la tensión del conductor.

## 8.3 CONDUCCIONES SUBTERRÁNEAS

### 8.3.1 OBRAS DE DRENAJE Y EXCAVACIONES PARA CONDUCCIONES SUBTERRÁNEAS

#### 1. NORMAS DE ACTUACIÓN

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las tierras procedentes de excavación, así como los acopios de materiales, se situarán a distancia conveniente del borde de la misma.
- Las zanjas y pozos se entibarán cuando su profundidad y/o la naturaleza del terreno así lo exijan.
- El acceso a zanjas y pozos se hará por escaleras, que sobresaldrán 1 m. como mínimo por



encima de la excavación.

## 2. REVISIONES

- Las propias de la maquinaria y medios auxiliares.
- Estado del terreno en excavación

## 3. CONTROL DE SEGURIDAD EN ZANJAS

Se estudiará:

- Las condiciones del suelo.
- La proximidad de los edificios, instalaciones de servicio público, carretera de mucho tráfico y cualquier otra fuente de vibración.
- Si el suelo ha sido alterado de alguna forma.
- Proximidad de arroyos, alcantarillas antiguas, cables enterrados, etc.
- Equipos de protección personal, materiales de apuntalamiento, letreros, barricadas, luces, maquinaria, etc.

Mientras se excava, se observará:

- Si cambian las condiciones del suelo, especialmente después de haber llovido.
- Si las condiciones indican algo de oxígeno o gas en la zanja.
- Las condiciones de apuntalamiento y si es adecuado según avanza la obra.
- La manera de entrar o salir de la excavación.
- Cambios en el movimiento de vehículos: se mantendrán los camiones lejos de los muros de la excavación.
- Que el material excavado esté a más de 2 m. de los bordes de la zanja.
- Colocación de los equipos pesados o tuberías.
- Que los trabajadores conocen los procedimientos apropiados y seguros, que no se exponen pasando por alto estas verificaciones.

## 8.4 CONDUCCIONES DE AGUA

### 8.4.1 NORMAS DE SEGURIDAD

Cuando haya que realizar trabajos sobre conducciones de agua, tanto de abastecimiento como de saneamiento, se tomarán las medidas que eviten que accidentalmente se dañen estas tuberías y, en consecuencia, se suprima el servicio, estas son:

#### 8.4.1.1 Identificación

En caso de no ser facilitados por la Dirección Facultativa planos de los servicios afectados, se solicitarán a los Organismos encargados a fin de poder conocer exactamente el trazado y profundidad de la conducción. (Se dispondrá en lugar visible, teléfono y Dirección de estos Organismos).



#### 8.4.1.2 Señalización

Una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad.

#### 8.4.1.3 Recomendaciones en ejecución

Es aconsejable no realizar excavaciones con máquinas a distancias inferiores a 0,50 m. de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala normal.

Una vez descubierta la tubería, caso que la profundidad de la excavación será superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no rompa por flexión. En tramos de excesiva longitud, se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.

Se instalarán sistemas de iluminación a base de balizas, hitos reflectantes, etc., cuando el caso lo requiera.

Está totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio, si no es con la autorización de la Compañía Instaladora.

No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.

Está prohibido utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.

#### 8.4.1.4 Actuaciones en caso de rotura o fuga en la canalización:

Comunicar inmediatamente con la Compañía Instaladora y paralizar los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

### 8.5 TRÁFICO RODADO

En aquellos puntos donde se afecten a vías de uso público, bien mediante desvíos, bien mediante cortes con paso alternativo, se empleará la señalización indicada en la normativa vigente, recurriendo a señalistas si el caso lo demanda.

De esta manera, se colocarán señalizaciones, balizamiento, protección, además de un vigilante que regule el paso, si así se requiriera.

### 8.6 TUBERÍAS DE GAS

No se han detectado tuberías de gas en la zona, en el caso de existir deberán ser tenidas en cuenta a la hora de realizar las obras.



## 9 ARTÍCULO 9.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del estudio de segd y salud, el contratista 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, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio.

En el caso de planes de seguridad y salud elaborados en aplicación del estudio de seguridad y salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

En relación con los puestos de trabajo en la obra, el plan de seguridad y salud en el trabajo a que se refiere este artículo constituye el instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y, en su caso, evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva a las que se refiere el capítulo II del Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, 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 en los términos del apartado 2. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

Asimismo, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de la Dirección Facultativa.

## 10 ARTÍCULO 10.- MEDICIÓN Y ABONO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

La medición de las distintas partidas que constituyen el Artículo de Seguridad y Salud, se efectuará periódicamente por fracciones de cada unidad, evaluadas a juicio del Ingeniero Director de acuerdo con la marcha de los trabajos.

Si en algún mes o parte de él las medidas de Seguridad y Salud adoptadas son consideradas insuficientes por la Dirección Facultativa, no se abonará la parte del precio correspondiente, no recuperándose posteriormente.

Las medidas de protección adicionales que puedan resultar aconsejables o impuestas por la Dirección de obra o por otras instancias competentes, no será objeto de abono independiente, considerándose repercutidas en los diferentes conceptos de varios y medios auxiliares y en costes indirectos.

