

Proyecto de Ejecución

Subestación Eléctrica Transformadora Hazapierna (132/30 kV)

Ubicada en el Término Municipal

Nepas (Soria)

Junio 2023

RODRIGUEZ LOPEZ ALVARO - 02571420C

Firmado digitalmente por RODRIGUEZ LOPEZ ALVARO - 02571420C
Fecha: 2023.10.05 14:54:38 +02'00'

ingenieros va
COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE VALLADOLID
VISADO
A LOS EFECTOS REGLAMENTARIOS

Nº VISADO 2539/23E
Fecha 05/10/2023
CLAVE SERR-CWBK44
Pág. 1 de 577

Colegiado/s RODRIGUEZ LOPEZ ALVARO Nº 2575

Visado Digital con firma electrónica
Se puede consultar la autenticidad de este documento en el Ingenierosvalladolid.es

OBJETO DEL VISADO. Los extremos del trabajo profesional que han sido sometidos al control colegial son: La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo.
La corrección e integridad formal de la documentación del trabajo profesional de acuerdo con la normativa aplicable al trabajo del que se trate.
RESPONSABILIDAD COLEGIAL: En los casos de daños derivados del trabajo profesional visado, de los que resulte responsable el profesional autor del trabajo, el Colegio responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto por este Colegio al visar el trabajo y que guarden relación directa con los elementos que han sido objeto de control colegial en este visado.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 2 de 577

Índice

1. Memoria 3
2. Cálculos 66
2.1. Cálculos Eléctricos 66
2.1. Cáclulo de Campo Mágneticos 110
3. Presupuesto 118
4. Planos 137
5. Pliego de condiciones 163
6. Estudio básico de Seguridad y Salud 357
7. Estudio de Gestión de residuos 558
8. Relacion de Bienes y Derechos Afectados 574



ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág. 3 de 577

1. Memoria
Subestación Hazapierna

Junio 2023

capital energy

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 4 de 577

Índice

1. Memoria 5
1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA 5
2. OBJETO 7
3. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE LA INSTALACIÓN Y SU INFLUENCIA EN EL SISTEMA 8
4. TITULAR DE LA INSTALACIÓN 8
5. EMPLAZAMIENTO 8
6. PLAZO DE EJECUCIÓN 9
7. CONDICIONES AMBIENTALES 9
8. REGLAMENTACIÓN DE APLICACIÓN 10
9. DEFINICIÓN DE SUBESTACIÓN 12
9.1. Elección del nivel de tensión de la subestación 12
9.2. Características eléctricas de los distintos niveles de tensión 13
9.3. Descripción general 14
9.4. Sistema 132 kV 19
9.4.1. Autoválvulas 19
9.4.2. Transformadores 132/30 kV 19
9.4.3. Transformadores intensidad 23
9.4.4. Interruptor automático con accionamiento eléctrico tripolar 24
9.4.5. Seccionador 132 kV 24
9.4.6. Transformadores de tensión 132 kV 25
9.4.7. Embarrados y Cables 132 kV 26
9.4.8. Protecciones 26
9.4.9. Celdas 30 kV 27
9.4.10. Baterías de condensadores 30 kV 29
9.4.11. Transformador de servicios auxiliares 30/0,4 kV 29
9.4.12. Reactancia de puesta a tierra 30 kV 30
9.4.13. Grupo electrógeno de baja tensión 30

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 5 de 577

9.4.14. Cables 18/30 kV ... 31
9.4.15. Autoválvulas 30 kV ... 32
9.4.16. Protecciones 30 kV ... 32
9.5. Servicios propios de la subestación ... 32
9.5.1. Servicios auxiliares de corriente alterna ... 33
9.5.2. Servicios auxiliares de corriente continua ... 33
9.5.3. Armarios metálicos para servicios auxiliares ... 34
9.5.4. Alumbrado y fuerza ... 34
9.5.5. Detección y extinción de incendios ... 35
9.5.6. Antiintrusión ... 36
9.6. Sistema integrado de control y protección ... 37
9.6.1. Nivel de Instalación. ... 38
9.6.2. Nivel de Posición. ... 39
9.6.3. Concentradores de posiciones de MT o de AT ... 40
9.6.4. Enlaces de Comunicaciones. ... 40
9.7. Sistema de control, monitoreo y protección subestación ... 41
9.7.1. Telemando ... 42
9.7.2. Medida ... 42
9.7.3. Teleseñales ... 44
9.7.4. Teledisparo ... 44
9.7.5. Comunicaciones ... 45
9.7.6. Descripción de los equipos ... 45
9.8. Red de Tierras ... 46
9.9. Estructura metálica ... 47
9.10. Edificio control Subestación ... 48
10. OBRA CIVIL SUBESTACIÓN ... 49
10.1. Movimiento de tierras ... 49
10.1.1. Limpieza ... 49
10.1.2. Retirada de la tierra vegetal ... 49
10.1.3. Rellenos ... 49

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 6 de 577

10.2. Urbanización 50
10.2.1. Drenaje 50
10.2.2. Cerramiento 50
10.2.3. Canalizaciones 51
10.3. Cimentaciones aparamenta parque de intemperie 52
10.3.1. Bancada de transformador 52
10.3.2. Depósito de recogida de aceite 52
10.4. Edificio de control 53
10.4.1. Sustentación del edificio 53
10.4.2. Sistema estructural 53
10.4.3. Sistema envolvente 55
10.4.4. Sistema de compartimentación 56
10.4.5. Sistema de acabados 57
10.4.6. Sistema de acondicionamiento de instalaciones 57
11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD. PRUEBAS 59
11.1. Pruebas eléctricas 59
11.2. Obra civil 61
12. CONCLUSIONES 62

ingenieros VA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág. 7 de 577

1. Memoria

1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

La mercantil Green Capital Power S.L.U., se dedica a la promoción y el desarrollo de proyectos e instalaciones para el aprovechamiento energético de recursos renovables en todo el territorio nacional.

Dentro de esta actividad, desde el año 2.002 la mercantil está estudiando posibles emplazamientos para la instalación de parques eólicos y fotovoltaicos en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. En esta campaña de búsqueda de emplazamientos y de forma paralela, Green Capital Power S.L.U., está realizando mediciones en los emplazamientos que se consideraron con mayor potencial eólico y fotovoltaico, y menor impacto ambiental, amén de otros criterios de tipo técnico-económicos y ambientales.

Al mismo tiempo Green Capital Power S.L.U., y referido a los emplazamientos seleccionados previamente, fue realizando consultas a los distintos organismos tales como, Delegaciones de Medio Ambiente y de Industria, así como a la Compañía Eléctrica de la zona y/o al Gestor de la Red de Transporte u Operador del Sistema, sobre la viabilidad real de cada uno de estos emplazamientos.

Asimismo, se toma contacto con los ayuntamientos afectados y se gestiona la cesión de terrenos para aprovechamiento eólico con la propiedad de estos. De esta manera, se inicia la tramitación administrativa de los proyectos de aquellos emplazamientos con mayor viabilidad y garantía de poder ser ejecutados.

Este proyecto desarrollado por Green Capital Power S.L.U., quiere llevarse a cabo en la Comunidad Autónoma de Castilla y León con el objeto de mejorar el aprovechamiento de los recursos renovables de esta región, utilizando las más recientes tecnologías desarrolladas en este tipo de instalaciones, desde el criterio de máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

Con estos antecedentes y en aplicación de esta forma de trabajo, Green Capital Power S.L.U., está interesada en construir las siguientes instalaciones de generación renovable:

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 8 de 577

- **Parque Eólico "Hazapierna"**, de 49,5 MW de potencia, ubicado en los términos municipales de Viana de Duero, Coscurita, Escobosa de Almazán y Nepas, provincia de Soria, y formado por 11 aerogeneradores de 4,95 MW de potencia nominal unitaria.
- **Parque Eólico "Praderas Altas"**, de 49,5 MW de potencia, ubicado en los términos municipales de Viana de Duero, Nepas y Escobosa de Almazán, provincia de Soria, y formado por 11 aerogeneradores de 4,95 MW de potencia nominal unitaria.
- **Parque Eólico "Turkana"**, de 44 MW de potencia, ubicado en los términos municipales de Viana de Duero, Escobosa de Almazán, Borjabad y Nolay provincia de Soria, y formado por 10 aerogeneradores de 4,4 MW de potencia nominal unitaria.
- **Parque Eólico "Torrecilla"**, de 15,21 MW de potencia, ubicado en los términos municipales de Escobosa de Almazán, Soliedra y Momblona, provincia de Soria, y formado por 5 aerogeneradores de 3 MW de potencia nominal unitaria.
- **Planta Solar Fotovoltaica "Orquídea"**, de 11,08 MWp/8,76 MWn, ubicado en el término municipal de Coscurita, provincia de Soria.

Se pretende la explotación comercial de dichas instalaciones de generación renovable, como sistemas productores de energía eléctrica, consiguiendo el aprovechamiento de la energía eólica, ahorrando así otras fuentes energéticas y fomentándose a la vez la incorporación de tecnologías energéticas avanzadas.

La evacuación de estas instalaciones de generación renovable se realiza mediante la subestación eléctrica "SET Hazapierna", objeto de este proyecto, cuyo número de expediente de tramitación en la administración es el "10.114". De esta subestación parte una línea eléctrica de 132 kV, objeto de otro estudio, cuyo número de expediente de tramitación ante la administración es el "IE/AT/64-2019". La evacuación final de la energía asociada a las instalaciones de generación mencionadas anteriormente tiene lugar en la subestación Medinaceli 400 kV, propiedad de Red Eléctrica de España (REE).

De esta forma, a modo de contextualizar, como recapitulación de los antecedentes de este expediente, se tiene que con fecha de 8 de agosto de 2019 el promotor solicitó someter a trámite de Autorización Administrativa Previa y Declaración de Impacto Ambiental para la resolución de las autorizaciones administrativas correspondientes del Parque Eólico Hazapierna y la Subestación Hazapierna 30/132kV, con número de expediente "10.114".

En cumplimiento de lo establecido en el artículo 36.1 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, el proyecto y el estudio de impacto ambiental fueron sometidos por el Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Soria al correspondiente trámite de información pública. El anuncio se publicó en el Boletín Oficial de Castilla y León n.º 9, de 15 de enero de 2020 y en el Boletín Oficial de la

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 9 de 577

Provincia de Soria n.º 8, de 22 de enero de 2020, así como en la Sección de Energía y Minas del portal de la sede electrónica de la Junta de Castilla y León.

Con fecha de 10 de abril de 2023, se publica en el Boletín Oficial de Castilla y León la ORDEN MAV/427/2023, de 30 de marzo, por la que se dicta la declaración de impacto ambiental del proyecto del parque eólico «Hazapierna» de 49,5 MW y sus infraestructuras de evacuación, en los términos municipales de Coscurita, Nepas y Viana de Duero (Soria). En dicha resolución, en la que se incluye la propia subestación SET Hazapierna 30/132 kV, se establecen las condiciones ambientales, incluidas las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, en las que se debe desarrollar el proyecto para la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

Green Capital Power S.L.U. ha realizado modificaciones en el proyecto de la subestación "SET Hazapierna" respecto al anteproyecto presentado en fecha 8 de agosto de 2019 para la solicitud de Autorización Administrativa Previa y Declaración de Impacto Ambiental, así como en el proyecto de ejecución presentado en fecha 2 de febrero de 2022 para la solicitud de Autorización Administrativa de Construcción; para adaptarse así a las condiciones establecidas en la citada declaración de impacto ambiental, resuelta con fecha de **10 de abril de 2023**.

Las modificaciones del presente proyecto de ejecución respecto al anteproyecto, aparte de modificaciones menores en la subestación, son el replanteo y adaptación de la salida de la SET Hazapierna, siendo ahora la citada salida de la SET en subterráneo.

2. OBJETO

Sobre la base de los antecedentes citados, el presente proyecto de ejecución tiene como objeto, por una parte, la definición completa de las obras necesarias para la ejecución de la subestación "SET Hazapierna" y, por otra, servir de base como documento técnico para la actualización de la solicitud y obtención de la Autorización Administrativa de Construcción de dicha instalación, cumpliendo con las condiciones que se establecen en la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto "parque eólico «Hazapierna» de 49,5 MW y sus infraestructuras de evacuación, en los términos municipales de Coscurita, Nepas y Viana de Duero (Soria)", en la que se incluye la propia subestación objeto de este proyecto.

De esta manera se expone ante los Organismos competentes que se reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por el Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos; por el Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica y por los Reglamentos Técnicos aplicables.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 10 de 577

3. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE LA INSTALACIÓN Y SU INFLUENCIA EN EL SISTEMA

La instalación proyectada, es necesaria para la elevación del nivel de tensión de generación (30 kV) a la de transporte 132 kV de la energía generada en los parques eólicos y fotovoltaicos indicados anteriormente. La energía eléctrica se evacuará mediante una línea subterránea a la tensión de 132 kV hasta su conexión con la futura subestación Medinaceli II 400/132kV.

4. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El titular de la instalación es el siguiente:

- Promotor: GREEN CAPITAL POWER, S.L.
- C.I.F.: B-85945475
- Domicilio social:
  - Calle Paseo Club Deportivo nº1, Edificio 13, primero izquierda, 28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid).
- Domicilio a efectos de notificaciones
  - Paseo de Zorrila Nº 48, 1ºB 47006(Valladolid).

5. EMPLAZAMIENTO

La nueva subestación Hazapierna se instalará en el término municipal de Nepas, provincia de Soria.

Concretamente, la subestación se ubicará sobre una plataforma de acuerdo a las siguientes coordenadas UTM:

Esquina	UTM X (m)	UTM X (m)
1	548583,970	4592537,110
2	548591,950	4592619,540
3	548689,810	4592610,070
4	548681,830	4592527,640

Tabla 1. Coordenadas emplazamiento subestación

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 11 de 577

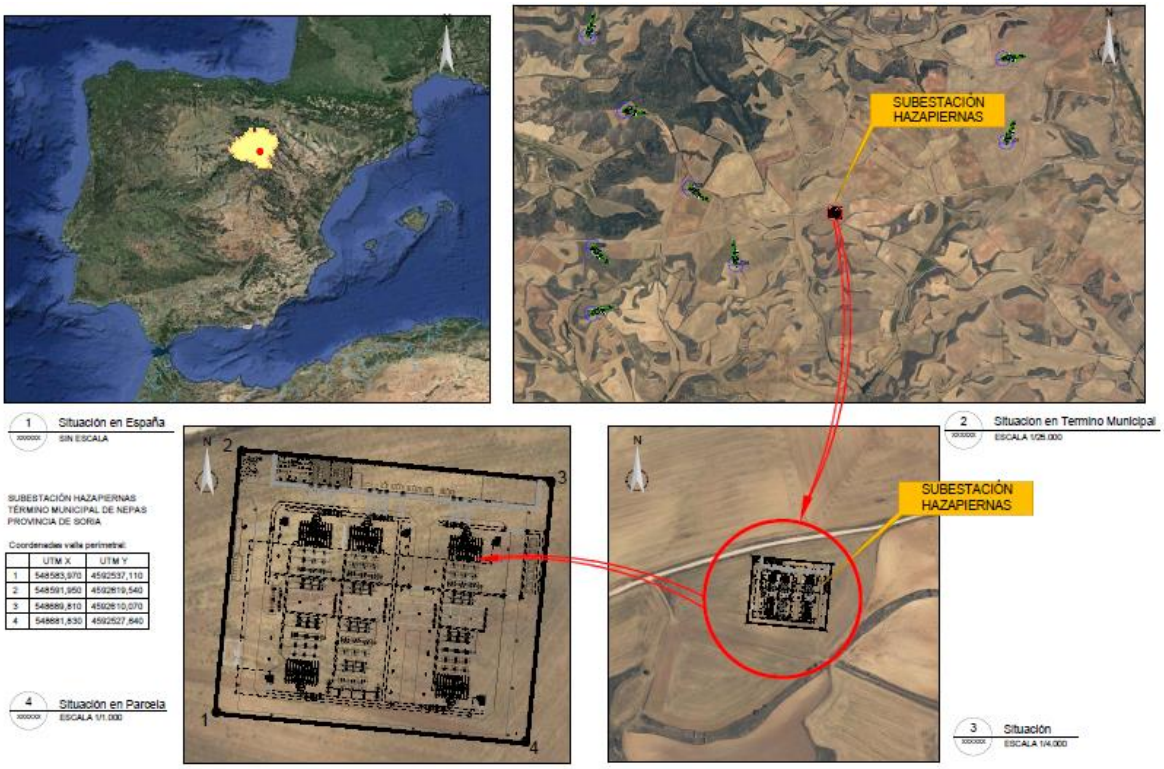


Figura 1. Emplazamiento subestación

El acceso se efectuará desde un vial existente. Este vial existente será debidamente acondicionado, en caso de ser necesario, para poder ejecutar los trabajos de la subestación.

6. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de las obras será el que fije la Propiedad en función del desarrollo de los parques eólicos y fotovoltaicos. Este se estima no superior a 1 año a partir del inicio de la obra.

7. CONDICIONES AMBIENTALES

Para el diseño de las instalaciones se adoptan las siguientes características principales.

- Altitud sobre el nivel del mar: 1100 m.
- Tipo de zona: Zona C (según reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión).

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 12 de 577

- Temperaturas extremas: +40/-20ºC.
- Contaminación ambiental: Alta.
- Velocidad máxima del viento: 120 km/h.

8. REGLAMENTACIÓN DE APLICACIÓN

Normativa sectorial:

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto Ley 6/2009 por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético, se aprueba el bono social y en el que se establece un mecanismo de registro de pre-asignación de retribución para las instalaciones de régimen especial.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Orden Ministerial ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008
- Orden Ministerial de 29 de diciembre de 1997, por la que se desarrollan algunos aspectos del Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico. Disposiciones adicionales sexta, séptima, vigésima primera y vigésima tercera.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico

Las instalaciones eléctricas se ejecutarán respetando los siguientes Reglamentos y Normas:

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 13 de 577

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. Correcciones de errores del Real Decreto. Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre.
- 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.
- IEEE Std. 80-2013 “Guide for safety in AC substation grounding”.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 842/2002 e Instrucciones Complementarias a dicho Reglamento (MIE-BT).” Correcciones y modificaciones.
- Real Decreto 614:2001 de 8 de Junio (BOE nº 148 de 21 de Junio de 2001) sobre las Condiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Obra Civil y Estructuras:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE N. 74 DE 28/3/2006) y sus exigencias básicas.
- Real Decreto 256/2016 de 10 junio, que aprueba la Instrucción para la recepción de cementos -RC-16.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio de 2.008, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3/75, aprobado por O.M. de 6 de febrero de 1976, y sus revisiones posteriores.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.
- AASHTO guide for design of pavement structures. American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993.
- Norma 6.1 IC: Secciones de firme de la Instrucción de Carreteras. Ministerio de Fomento. Gobierno de España, 2003.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 14 de 577

- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de servidumbres aeronáuticas. Texto consolidado. Última modificación: 17 de mayo de 2013
- Normas tecnológicas de la edificación (NTE).
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo y modificaciones posteriores.
- Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.

9. DEFINICIÓN DE SUBESTACIÓN

9.1. Elección del nivel de tensión de la subestación

Para la evacuación de la energía generada por los parques eólicos hay que tener en consideración dos datos de partida fundamentales:

- La tensión de generación viene impuesta por la tecnología escogida de fabricante del aerogenerador (en este caso 0,650/30 kV).
- La tensión de evacuación viene impuesta por el punto de conexión (en este caso 132 kV).

Por tanto, estos condicionantes implican la utilización de una tensión a escalón intermedio para las líneas de potencia subterráneas de los parques eólicos. Con lo que es necesario:

- Un centro de transformación en cada posición de aerogenerador que eleve la tensión de generación (en este caso 0,650 kV) a la tensión escogida de la red colectora del parque (en este caso 30 kV).
- Una subestación transformadora para elevar la tensión de la red colectora del parque a la tensión de evacuación impuesta por el punto de conexión (en este caso 132 kV).

Por tanto, los niveles de tensión de la subestación del parque eólico son 30 kV y 132 kV.

ingenieros VA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág. 15 de 577

9.2. Características eléctricas de los distintos niveles de tensión

A continuación, se indican las características eléctricas para los distintos niveles de tensión de la subestación.

Sistema 132 kV:

- Características eléctricas del sistema de 132 kV:

Tensión nominal:	132 kV.
Tensión máxima de servicio:	145 kV.
Frecuencia nominal:	50 Hz.
Régimen de neutro:	Rígido a tierra.
Intensidad de cortocircuito:	31,5 kA.
Tiempo de extinción de la falta:	0,5 s.

- En base a los anteriores datos y al objeto de conseguir un alto grado de fiabilidad y garantías de servicios en la instalación, el nivel de aislamiento para esta instalación será, el siguiente:

Tensión más elevada para el material:	145 kV.
Tensión soportada a impulso tipo rayo:	650 kV.
Tensión soportada de corta duración a 50 Hz 1 min:	230 kV.
Línea de fuga:	31 mm kV.

Sistema 30 kV:

- Características eléctricas del sistema de 30 kV:

Tensión nominal:	30 kV.
Tensión máxima de servicio:	36 kV.
Frecuencia nominal:	50 Hz.
Régimen de neutro:	Conexión a tierra por reactancia (500A/30s).

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 16 de 577

Intensidad de cortocircuito:	25 kA.
Tiempo de extinción de la falta:	0,5 s.

- En base a los anteriores datos y al objeto de conseguir un alto grado de fiabilidad y garantías de servicios en la instalación, el nivel de aislamiento para esta instalación será, el siguiente:

Tensión más elevada para el material:	36 kV.
Tensión soportada a impulso tipo rayo:	170 kV.
Tensión soportada de corta duración a 50 Hz 1 min:	70 kV.
Línea de fuga:	31 mm kV.

9.3. Descripción general

La subestación Hazapierna dispondrá de un edificio de control, con salas independientes para distintos usos. Se contemplan las salas de oficinas, aseos, sala de control de subestación y control eólico, salas de celdas independientes, sala de transformadores de SSAA y almacén. El parque intemperie estará compuesto por cinco transformadores de potencia de 132/30 kV y todos los elementos asociados a estos, como autoválvulas, transformadores de tensión, transformadores de intensidad, seccionadores de puesta a tierra e interruptores automáticos.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 17 de 577

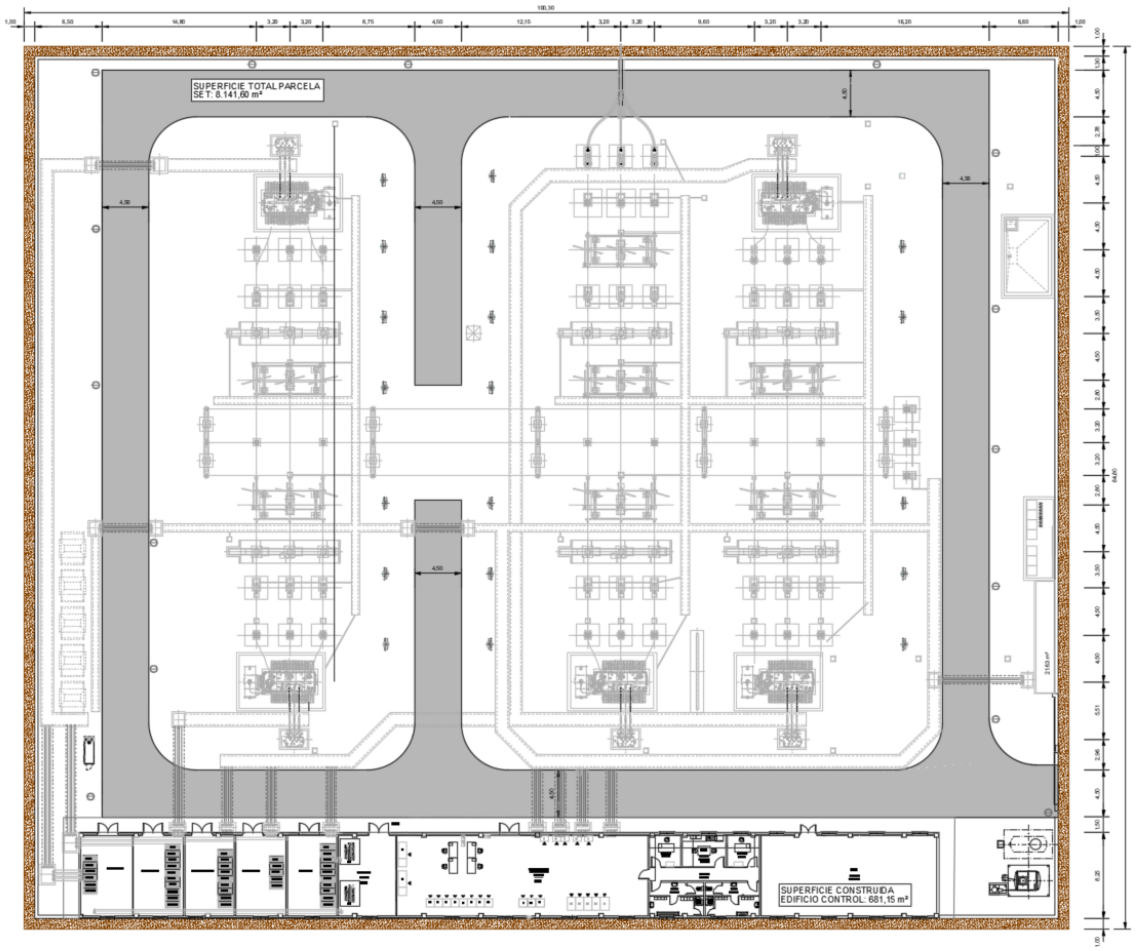


Figura 2. Subestación Hazapierna

Las instalaciones principales de la subestación se dividen en:

- Sistema de 132 kV.
- Sistema de 30 kV.
- Sistema de control, comunicaciones y protección.
- Sistema de puesta a tierra.
- Servicios propios subestación.

La configuración en el nivel de 132 kV de la subestación es la siguiente:

Posición transformador 1:

- Tres autoválvulas para protección del trasformador de potencia de 132 kV.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 18 de 577

- Tres transformadores de intensidad de 132 kV.
- Un Interruptor trifásico automático con mando tripolar de 132 kV.
- Un seccionador tripolar sin puesta a tierra de 132 kV.
- Un Transformador de potencia de 40/50 MVA y relación de transformación 132/30 kV (ONAN/ONAF) con grupo de conexión Ynd11

Posición transformador 2:

- Tres autoválvulas para protección del trasformador de potencia de 132 kV.
- Tres transformadores de intensidad de 132 kV.
- Un Interruptor trifásico automático con mando tripolar de 132 kV.
- Un seccionador tripolar sin puesta a tierra de 132 kV.
- Un Transformador de potencia de 45/55 MVA y relación de transformación 132/30 kV (ONAN/ONAF) con grupo de conexión Ynd11

Posición transformador 3:

- Tres autoválvulas para protección del trasformador de potencia de 132 kV.
- Tres transformadores de intensidad de 132 kV.
- Un Interruptor trifásico automático con mando tripolar de 132 kV.
- Un seccionador tripolar sin puesta a tierra de 132 kV.
- Un Transformador de potencia de 45/55 MVA y relación de transformación 132/30 kV (ONAN/ONAF) con grupo de conexión Ynd11

Posición transformador 4:

- Tres autoválvulas para protección del trasformador de potencia de 132 kV.
- Tres transformadores de intensidad de 132 kV.
- Un Interruptor trifásico automático con mando tripolar de 132 kV.
- Un seccionador tripolar sin puesta a tierra de 132 kV.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 19 de 577

- Un Transformador de potencia de 20MVA y relación de transformación 132/30 kV (ONAN) con grupo de conexión Ynd11

Posición transformador 5:

- Tres autoválvulas para protección del trasformador de potencia de 132 kV.
- Tres transformadores de intensidad de 132 kV.
- Un Interruptor trifásico automático con mando tripolar de 132 kV.
- Un seccionador tripolar sin puesta a tierra de 132 kV.
- Un Transformador de potencia de 10MVA y relación de transformación 132/30 kV (ONAN) con grupo de conexión Ynd11

Posición línea:

- Tres botellas terminales en la entrada de Línea subterránea AT de 132 kV.
- Tres autoválvulas en la entrada de Línea AT de 132 kV.
- Tres transformadores de tensión de 132 kV.
- Un seccionador tripolar con puesta a tierra de 132 kV.
- Tres transformadores de intensidad de 132 kV.
- Un Interruptor trifásico automático de 132 kV con mando unipolar.
- Un seccionador tripolar sin puesta a tierra de 132 kV.

Posición Barras:

- Tres transformadores de tensión de 132 kV.

Para el montaje de todos los elementos se consideran estructuras metálicas de dimensiones adecuadas.

La configuración en el nivel de 30 kV de la subestación es simple barra, con los conjuntos de celdas siguientes:

PE Hazapierna:

- Una celda de protección de transformador de potencia

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 20 de 577

- Una celda de transformador de servicios auxiliares
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Cuatro celdas de protección de línea (circuitos colectores procedentes del parque)
- Tres celdas de reserva para futuras ampliaciones

PE Praderas Altas

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Una celda de transformador de servicios auxiliares
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Cuatro celdas de protección de línea (circuitos colectores procedentes del parque eólico)
- Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones.

PE Turkana

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Cinco celdas de protección de línea (circuitos colectores procedentes del parque eólico) Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones.
- Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones.

PE Torrecilla

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Dos celdas de protección de línea (circuitos colectores procedentes del parque eólico)
- Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 21 de 577

PSFV Orquídea

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Una celda de protección de línea (circuito colector procedente del parque solar fotovoltaico)
- Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones.

9.4. Sistema 132 kV

Las características del distinto equipamiento de 132 kV serán las siguientes:

9.4.1. Autoválvulas

Servirán para la protección de línea de 132 kV y protección del transformador de potencia contra sobretensiones de origen atmosférico y sobretensiones de maniobra.

9.4.1.1. Características eléctricas

Tensión máxima de servicio	145 kV (f-f)
Tensión nominal	132 kV
Tensión de operación continua (COV)	>88 kV
Tensión asignada	>110 kV
Corriente de descarga nominal (onda 8/20 ms)	10 kA
Tensión residual para intensidad con forma de onda de maniobra de 2 kA	372 kV
Clase de descarga de larga duración	1
Longitud de la línea de fuga	31 mm/kV

9.4.2. Transformadores 132/30 kV

La energía eléctrica generada por los parques eólicos y la planta solar fotovoltaica, será evacuada a través de la subestación elevadora mediante cinco transformadores de potencia con regulación en carga. Con una relación de transformación de 132/30 kV.

Para el PE Hazapierna y Praderas Altas se consideran un transformador de potencia de 45/55 MVA (ONAN/ONAF) y grupo de conexión Ynd11, para cada uno de ellos.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 22 de 577

Para el PE Turkana se considera un transformador de potencia de 40/50 MVA (ONAN/ONAF) y grupo de conexión Ynd11.

Para el PE Torrecilla se considera un transformador de potencia de 20 MVA (ONAN) y grupo de conexión Ynd11.

Para el PSFV Orquídea se considera un transformador de potencia de 10 MVA (ONAN) y grupo de conexión Ynd11.

Tanto en el lado de 132 kV como en el lado de 30 kV del transformador se dispondrá de tres pararrayos para la protección contra sobretensiones.

Para el transformador 132/30 kV se considera:

- Frecuencia: 50 Hz.
- Distancia de fuga mínima a tierra unitaria 31 mm/kVf-f.
- Tensión nominal de aguante al impulso por rayo 650 kV en el nivel de tensión de 132 kV
- Tensión nominal de aguante al impulso por rayo 170 kV en el nivel de tensión de 30 kV.
- Para uso intemperie y para operar bajo las condiciones de servicio descritas en el apartado de condiciones ambientales.

9.4.2.1. Características eléctricas

Transformador 45/55 MVA

Potencia nominal en servicio continuo.	45/55 MVA
Nº de fases.	3
Frecuencia.	50 Hz
Tipo de refrigeración.	ONAN/ ONAF
Aislamiento clase.	A
Elevación máx. de temperatura Cu (40ºC).	65ºC
Elevación máx. de temperatura Ac (40ºC).	60ºC
Baño.	Aceite
Instalación.	Intemperie

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 23 de 577

- Tensión Nominal A.T. en vacío (Primario). 132 ± 10 x 1,5% kV
- Tensión Nominal B.T. en vacío (Secundario). 30 kV
- Arrollamiento A.T. en. Estrella
- Arrollamiento B.T. en. Triángulo
- Grupo de conexión. YNd11
- Tensión de cortocircuito. 12%

9.4.2.2. Características eléctricas

Transformador 40/50 MVA

- Potencia nominal en servicio continuo. 40/50 MVA
- Nº de fases. 3
- Frecuencia. 50 Hz
- Tipo de refrigeración. ONAN/ ONAF
- Aislamiento clase. A
- Elevación máx. de temperatura Cu (40ºC). 65ºC
- Elevación máx. de temperatura Ac (40ºC). 60ºC
- Baño. Aceite
- Instalación. Intemperie
- Tensión Nominal A.T. en vacío (Primario). 132 ± 10 x 1,5% kV
- Tensión Nominal B.T. en vacío (Secundario). 30 kV
- Arrollamiento A.T. en. Estrella
- Arrollamiento B.T. en. Triángulo
- Grupo de conexión. YNd11
- Tensión de cortocircuito. 12%

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 24 de 577

Transformador 20 MVA

Potencia nominal en servicio continuo.	20 MVA
Nº de fases.	3
Frecuencia.	50 Hz
Tipo de refrigeración.	ONAN
Aislamiento clase.	A
Elevación máx. de temperatura Cu (40ºC).	65ºC
Elevación máx. de temperatura Ac (40ºC).	60ºC
Baño.	Aceite
Instalación.	Intemperie
Tensión Nominal A.T. en vacío (Primario).	132 ± 10 x 1,5% kV
Tensión Nominal B.T. en vacío (Secundario).	30 kV
Arrollamiento A.T. en.	Estrella
Arrollamiento B.T. en.	Triángulo
Grupo de conexión.	YNd11
Tensión de cortocircuito.	10,5%

Transformador 10 MVA

Potencia nominal en servicio continuo.	10 MVA
Nº de fases.	3
Frecuencia.	50 Hz
Tipo de refrigeración.	ONAN
Aislamiento clase.	A
Elevación máx. de temperatura Cu (40ºC).	65ºC
Elevación máx. de temperatura Ac (40ºC).	60ºC

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 25 de 577

- Baño. Aceite
- Instalación. Intemperie
- Tensión Nominal A.T. en vacío (Primario). 132 ± 10 x 1,5% kV
- Tensión Nominal B.T. en vacío (Secundario). 30 kV
- Arrollamiento A.T. en. Estrella
- Arrollamiento B.T. en. Triángulo
- Grupo de conexión. YNd11
- Tensión de cortocircuito. 8,5%

9.4.3. Transformadores intensidad

Servirá para medición de corrientes en el lado de 132 kV para protección y medida

9.4.3.1. Características eléctricas

- Tensión de servicio 132 kV
- Tensión más elevada del material 145 kV
- Relación de transformación Línea 600-1200/ 5-5-5-5 A / Trafo 100-200/ 5-5-5-5 A

  Trafo 200-400/ 5-5-5-5 A
- Secundario 1:
  - Potencia nominal 15 VA
  - Clase de precisión Línea Cl 0,2s
- Secundario 2:
  - Potencia nominal 30 VA
  - Clase de precisión Cl 5P-20
- Secundario 3:
  - Potencia nominal 30 VA
  - Clase de precisión Cl 5P-20

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 26 de 577

- Secundario 4:
  - Potencia nominal 30 VA
  - Clase de precisión Cl 0,5
- Sobreintensidad de permanencia 1,2 In
- Intensidad límite térmica (1 segundo) 31,5 kA
- Intensidad límite dinámica 80 kA
- Niveles de aislamiento
  - Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) 230 kV
  - Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) 650 kV

9.4.4. Interruptor automático con accionamiento eléctrico tripolar

Servirá para la protección del equipamiento eléctrico contra sobrecargas y cortocircuitos

9.4.4.1. Características eléctricas

- Intensidad nominal 1250 A
- Corriente asignada de corta duración (3 s) 31,5 kA
- Poder de corte asignado en cortocircuito 80 kA
- Secuencia nominal de operación 0-0,3 s – CO – 1 min - CO
- Comando Accionamiento tripolar a resorte

9.4.5. Seccionador 132 kV

El seccionador será de tres polos de tres columnas giratorias cada uno, con doble apertura lateral, tensión de diseño 132 kV maniobra preferentemente manual, pudiendo ser también eléctrica tripolar simultánea. En el caso del seccionador de conexión a línea de 132 kV, el accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra será siempre manual y estarán enclavadas mecánicamente con las cuchillas principales. La corriente nominal será 1250 A, corriente de aguante de corta duración mínima de 31,5 kA, tensión nominal de aguante al impulso por rayo 650 kV, 50 Hz, montaje horizontal, y con mecanismo de operación a motor, distancia de fuga mínima a tierra unitaria 31 mm/kVf-f. Para uso intemperie y para operar bajo las condiciones de servicio descritas en el apartado condiciones ambientales.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 27 de 577

Se instalarán seccionadores de 132 kV, sin cuchillas de puesta a tierra para la conexión a barras de las posiciones de transformador y línea. Se instalarán seccionadores de 132 kV con cuchillas de puesta a tierra para la conexión a la línea de 132 kV.

Características eléctricas.

- Corriente nominal 1250 A
- Instalación Intemperie
- Nº de polos. 3
- Tensión máxima del sistema 145 kV
- Tensión nominal 132 kV
- Frecuencia. 50 Hz.
- Corriente nominal soportable corta duración 31,5 kA
- Duración de corto circuito 1 s
- Tipo de seccionador 3 Columnas, doble apertura lateral

9.4.6. Transformadores de tensión 132 kV

Los transformadores de tensión serán monofásicos, servicio exterior, tensión de diseño de 132 kV, tensión nominal de aguante al impulso por rayo 650 kV, 50 Hz. Distancia de fuga mínima a tierra: unitaria 31 mm/kVf-f. Para uso intemperie y para operar bajo las condiciones de servicio descritas en el apartado condiciones ambientales.

9.4.6.1. Características eléctricas transformador tensión inductivo

- Tensión nominal primaria 132: √3 kV
- Tensión nominal secundaria. 1er devanado 110: √3 kV
- Tensión nominal secundaria. 2do devanado 110: √3 kV
- Tensión nominal secundario 3er devanado 110: √3 kV
- Tensión nominal secundario 4to devanado 110: √3 kV
- Instalación Intemperie
- Frecuencia 50 Hz

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 28 de 577

- Potencia y clase precisión 1er devanado 25 VA, cl 0.2
- Potencia y clase precisión 2do devanado 25 VA, cl 3P
- Potencia y clase precisión 3er devanado 25 VA, cl 3P
- Potencia y clase precisión 4to devanado 50 VA, cl 3

9.4.7. Embarrados y Cables 132 kV

El conductor a instalar en bajadas y derivaciones a todos los equipos de la zona de 132 kV será como mínimo cable 402-AL1/52-ST1A (LA-455).

El embarrado principal estará compuesto por tubo de aluminio de 150/134 mm de diámetro con intensidad máxima admisible de 3.250A, apoyado sobre aisladores rígidos de tipo columna montados sobre soportes metálicos. La luz entre aisladores será de 16 m, la distancia entre fases de 3,20 m y la altura del embarrado 9,2 metros.

Los materiales serán aptos para uso intemperie y para operar bajo las condiciones de servicio descritas en el apartado condiciones ambientales.

9.4.8. Protecciones

Las funciones de protección se agruparán en dos niveles y se usaran, a ser posible, mediante dos únicos relés multifunción, Estos relés deberán ser de diferente marca y modelo, deberán cumplir lo indicado en la especificaciones particulares de Iberdrola Distribución. Se instalará protección principal y de respaldo.

De forma preliminar se considerarán las siguientes:

- Protección Diferencial longitudinal (87L)
- Protección de Distancia (21). Protección de línea.
- Relé Sincronismo (25)
- Reenganchador (79)
- Imagen Térmica (49)
- Protección de Sobreintensidad (51).
- Protección de Sobreintensidad (51N).
- Vigilancia de bobinas (3)

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 29 de 577

- Protección de Sobreintensidad direccional (67N). Protección de línea.
- Protección de Sobreintensidad (50-51/50-51N). Protección de Interconexión.
- Protección de mínima tensión (27). Protección de Interconexión.
- Protección de máxima tensión (59). Protección de Interconexión.
- Protección de máxima y mínima frecuencia (81M/m). Protección de Interconexión.
- Relé de enclavamiento (86). Protección de transformador.
- Relé de protección diferencial (87T). Protección de transformador.
- Relé presión de gas (63), de temperatura (26) y demás dispositivos de protección interna del transformador de potencia.

9.4.9. Celdas 30 kV

El sistema de 30 kV estará formado por un conjunto de cabinas de montaje interior, con interruptor automático de corte en vacío, en ejecución de barra simple con aislamiento en SF_6.

Estará constituido por cinco conjuntos de celdas de 30 kV, uno para el PE Hazapierna, PE Praderas Altas, PE Turkana, PE Torrecilla y PSFV Orquídea

Conjunto de celdas 30 kV PE Hazapierna:

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Una celda de transformador de servicios auxiliares
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Cuatro celdas de protección de línea (circuitos colectores procedentes del parque)
- Tres celdas de reserva para futuras ampliaciones

Conjunto de celdas 30 kV PE Praderas Altas:

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Una celda de transformador de servicios auxiliares
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 30 de 577

- Cuatro celdas de protección de línea (circuitos colectores procedentes del parque)
- Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones

Conjunto de celdas 30 kV PE Turkana

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Cinco celdas de protección de línea (circuitos colectores procedentes del parque eólico)
- Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones

Conjunto de celdas 30 kV PE Torrecilla

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Dos celdas de protección de línea (circuitos colectores procedentes del parque eólico)
- Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones

Conjunto de celdas 30 kV PSFV Orquídea

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Una celda de protección de línea (circuito colector procedente del parque solar fotovoltaico)
- Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones

9.4.9.1. Características eléctricas.

Instalación	Interior
Tensión máxima del sistema	36 kV
Tensión nominal	30 kV
Frecuencia	50 Hz

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 31 de 577

- Corriente nominal máxima

  Líneas 630 A

  Transformador 1.250 A
- Medio de aislamiento SF_6
- Tipo de celda GIS
- Acometida y circuitos Interruptor Automático
- Protección transformador SS.AA Seccionador/ fusibles
- Capacidad nominal interrupción en cortocircuito 25 kA
- Capacidad nominal de cierre en cortocircuito. 62,5 kA
- Duración máxima de corto circuito 1 s
- Secuencia nominal de operación O-0.3s-CO-15s-CO

9.4.10. Baterías de condensadores 30 kV

Teniendo en cuenta que el criterio de diseño de la subestación será tal que garantice un factor de potencia de 0,95 en barras de subestación, para la compensación de energía reactiva se considera solo la reserva de espacio para la posible instalación de las baterías de condensadores. Serán del tipo doble estrella con el neutro conectado, con contactor, transformadores de corriente de fases y desequilibrio y seccionador de puesta a tierra. Para operar bajo las condiciones de servicio descritas en el apartado condiciones ambientales.

Para ello, se considera la siguiente potencia orientativa (que deberá confirmarse con el correspondiente estudio de red para cumplir el factor de potencia 0,95):

- PE Hazapierna: 5,5 MVAr.
- PE Praderas Altas: 5,5 MVAr
- PE Turkana: 5,0 MVAr
- PE Torrecilla: 2,0 MVAr
- PSFV Orquidea: 1,0 MVAr

9.4.11. Transformador de servicios auxiliares 30/0,4 kV

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 32 de 577

La alimentación normal se realizará por los dos transformadores de servicios auxiliares de 250 kVA, 400-230 V y frecuencia de 50 Hz, los transformadores disponen de regulación de tensión sin carga.

Estos transformadores se conectan al cuadro principal de servicios auxiliares de corriente alterna mediante los correspondientes interruptores perfectamente enclavados.

9.4.11.1. Características eléctricas.

- Potencia nominal en servicio continuo. 250 kVA
- Nº de fases. 3
- Frecuencia. 50 Hz
- Tipo Seco
- Tipo de refrigeración. AN
- Instalación. Interior
- Tensión Nominal A.T. en vacío (Primario). 30 kV
- Tensión Nominal B.T. en vacío (Secundario). 420 V
- Arrollamiento A.T. en. Triangulo
- Arrollamiento B.T. en. Estrella
- Grupo de conexión. Dyn11
- Tensión de cortocircuito. 6%

9.4.12. Reactancia de puesta a tierra 30 kV

Para limitar la corriente de defecto a tierra en el lado de 30 kV se dispondrá de un transformador zig-zag para la creación de un neutro artificial. Este transformador podrá desconectarse del transformador principal mediante un seccionador tripolar de accionamiento manual.

Esta reactancia será adecuada para uso intemperie y para operar bajo las condiciones de servicio descritas en el apartado condiciones ambientales.

La corriente de limitación se fija en 500 A 30 segundos.

9.4.13. Grupo electrógeno de baja tensión

Se contempla la instalación de un grupo electrógeno diésel para instalación en exterior, dispuesto sobre bancada, que será capaz de alimentar los servicios auxiliares en caso de pérdida de suministro.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 33 de 577

Dispondrá de depósito de combustible para tener una autonomía de 12 horas a máxima capacidad y equipo asociado de trasiego. Este depósito tendrá incorporado en la propia bancada del grupo y dispondrá de doble pared, por lo que no es necesario disponer de depósito auxiliar para recogida de fugas.

El grupo tendrá las siguientes características:

- Potencia nominal 160 kVA
- Tensión de funcionamiento 400/230 V
- Frecuencia 50 Hz
- Fases 3
- Refrigeración Aire
- Combustible Diésel
- Servicio Intemperie

9.4.14. Cables 18/30 kV

Los cables aislados en el nivel de 30 kV de la subestación tendrán las siguientes características:

- Tensión nominal del cable (Uo/U):18/30 kV.
- Normas de construcción y ensayo:
- Resistencia a la propagación del incendio.
- Mínima emisión de humos densos y oscuros.
- Mínima emisión de gases tóxicos y corrosivos.
- Designación: RHZ1-OL 18/30 kV.
- Conductor y secciones:
- Aluminio para las secciones de 1x150 mm², 1x240 mm², 1x400 mm² y 1x630 mm²
- Aislamiento: Polietileno reticulado de cadena cruzada (XLPE).
- Cubierta: Poliolefina.
- Pantalla: Cobre H16 mm²

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 34 de 577

9.4.15. Autoválvulas 30 kV

9.4.15.1. Características eléctricas:

- Tensión asignada Ur — 33 kV
- Tensión máx. servicio continuo Uc — 24,4 kV
- Instalación — Intemperie
- Conexión — Oxido metálico
- Tensión máxima del sistema — 36 kV
- Tensión nominal — 30 kV
- Frecuencia — 50 Hz
- Máxima duración de la falla a tierra — 1 s
- Corriente nominal de descarga — 10 kA
- Clase de descarga — 2

9.4.16. Protecciones 30 kV

Se instalarán las siguientes protecciones en los armarios de control de baja tensión de las cabinas de media tensión:

- Comunes a todas las celdas: - Fallo de interruptor (50S-62).
- En línea de generación - Protección de Sobreintensidad (3x50/51) y sobreintensidad de neutro (50N-51N).
- En posición de transformador de potencia 132/30 kV - Protección de Sobreintensidad (50-51), sobreintensidad de neutro (50N-51N) Y mínima tensión (27T).
- En posición de batería de condensadores - Protección de Sobreintensidad (50, 51, 50 Nd, 51 Nd), y de máxima tensión (59).

9.5. Servicios propios de la subestación

El sistema de servicios propios estará compuesto por el equipamiento necesario para cubrir las necesidades de alimentación en corriente alterna y continua, de forma que se garantice el grado de seguridad y duplicidad exigido a la instalación.

Las tensiones nominales de los distintos equipos a alimentar, y su tolerancia admisible, son las siguientes:

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 35 de 577

APLICACIÓN	Vcc/Vca
Motores de los accionamientos	
- De los interruptores	125 V c.c. (+10% -15%)
- De los seccionadores (en c.a.)	400/230 V c.a. (±10%)
Motores trifásicos refrigeración transformadores	400/230 V c.a. (±10%)
Sistema de control local	125 V c.c. (+10% -15%)
Equipo de mando transformadores	230 V c.a. (±15%)
Equipos de protección, control y telecontrol	125 V c.c. (+15% -20%)
Sistema Telecomunicaciones	48 V c.c. (+10% -20%)
Resistencias de caldeo	230 V c.a. (±15)

Tabla 2. Tensiones nominales de alimentación

9.5.1. Servicios auxiliares de corriente alterna

Los Servicios Auxiliares de corriente alterna estarán compuestos por 2 transformadores MT/0,4 kV, con una potencia de transformación máxima de 250 kVA.

En 420 V los márgenes de empleo serán +10% y -10%. Las cargas que se conectarán al cuadro de distribución serán:

- El alumbrado, interior y exterior.
- Climatización y tomas de fuerza.
- La refrigeración
- Los rectificadores de carga de las baterías 125 V c.c.
- Sistema de comunicaciones (Rectificadores/Baterías 48 Vc.c.)
- La calefacción de la aparamenta.
- Extracción de aire y bombas.
- Sistemas de extinción automática.
- Ventilación de salas.
- Otros sistemas (Antiincendios, antiintrusismo, etc.).

9.5.2. Servicios auxiliares de corriente continua

La alimentación de corriente continua se realizará a partir del sistema de baterías 125 V c.c.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 36 de 577

La alimentación a las baterías se realizará mediante dos equipos rectificadores ubicados en el propio armario de las baterías, la capacidad será la correspondiente para una autonomía de 8 horas. En 125V los márgenes de empleo serán +10% y -15%.

La tecnología empleada en las baterías será preferentemente Ni-Cd, pudiéndose utilizar excepcionalmente baterías de tecnologías de Pb, de vaso cerrado.

El tiempo de emergencia mínimo previsto será de 8 horas. Durante este tiempo la batería debe garantizar el suministro de la intensidad máxima de descarga permanente, sin que al final del mismo la tensión haya descendido por debajo de 1,1V o 1,8V en función de la tecnología aplicada (Ni-Cd o Pb) por elemento. Tanto el ondulador, conversor y rectificador tendrán característica de tensión constante e intensidad limitada. En 125 V los márgenes de empleo serán +10% y -15%.

9.5.3. Armarios metálicos para servicios auxiliares

Se consideran cuadros de alterna (400-230 Vca) para la alimentación y protección de los diferentes circuitos de control y servicios auxiliares de corriente alterna (alumbrado, ventilación, climatización, red auxiliar de fuerza, equipos rectificador/cargador baterías, etc).

También se considera cuadros de continua (125 Vcc y 48 Vcc) para la alimentación y protección de los diferentes circuitos de control, señalización y protección en corriente continua.

Los armarios cubrirán con todas las necesidades de la subestación considerando un 20% en reservas equipadas y espacio para otro 20 % de posibles futuras ampliaciones.

9.5.3.1. Características eléctricas.

- Nº de fases. 3F+N
- Frecuencia. 50 Hz
- Tipo Interior
- Intensidad nominal 160 A
- Intensidad de cortocircuito 10 kA

9.5.4. Alumbrado y fuerza

Se ha previsto dotar al edificio de los sistemas de alumbrado adecuados con los niveles luminosos reglamentarios.

El alumbrado normal se llevará cabo mediante conducciones semi estancas equipadas con equipos LED. Su distribución será empotrada en falso techo en la zona de control, y de forma uniforme evitándose

ingenieros VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 37 de 577

sombras y zonas de baja luminosidad que dificulten las labores de control y de explotación. En los puntos que así se requiera se dispondrá de un alumbrado localizado que refuerce al general de la instalación.

Los circuitos de alumbrado se alimentarán desde el cuadro de Servicios Auxiliares donde se dispondrán los interruptores magnetotérmicos de protección de los diferentes circuitos, así como los dispositivos de protección diferencial de los mismos.

El edificio estará dotado de los sistemas de alumbrado de emergencia necesarios de arranque instantáneo ante la ausencia de la tensión principal. Los equipos serán autónomos, de la potencia y rendimiento reglamentario. Además de las funciones propias de alumbrado en emergencia, cumplirán también las de señalización de los diferentes puntos de salida y evacuación del personal.

Se proyectará un alumbrado de emergencia mediante la utilización de equipos autónomos con batería para una hora de autonomía.

El alumbrado exterior se instalará en el parque exterior, en los accesos y a lo largo de la valla perimetral de la subestación.

9.5.5. Detección y extinción de incendios

El objetivo del sistema de detección de incendios es detectar de forma automática y rápida posibles incendios, sin necesidad de personal, y poder señalizarlo mediante alarmas ópticas y acústicas y transmitir dichas señales a la central de alarmas lo más discretizadas posible indicando la zona eléctrica en la que se produce la alarma. La alarma de incendio provocará el paro, de forma automática, de los elementos de ventilación y refrigeración que puedan existir en la sala en que se detectó el incendio y para los que deberá preverse un rearme manual.

A continuación, se describe de forma general:

- 1. Sistemas de detección en todas las salas interiores de las subestaciones.

En general, se preverá una instalación de detección automática en todo el edificio, formada por detectores iónicos de humos, salvo en las de SS AA que será del tipo térmico-termovelocimétrico. Estos detectores se conectarán a una central automática de detección y alarma de cuatro zonas situada junto a la entrada al edificio.

Esta instalación se completará con pilotos indicadores, sirenas de alarmas interiores y sirenas exteriores.

Como elementos de señalización se dispondrán pulsadores manuales de alarma en puntos estratégicos del edificio, a una distancia máxima de 50 m., no debiendo estar ningún punto a una distancia mayor de 25 m. de un pulsador.

En la subestación se ha previsto una instalación de detección de incendios que incluirá la zona de los transformadores.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 38 de 577

Además, se incluirá una seguridad pasiva en la subestación que tiene como fin evitar la propagación del incendio en caso de que éste se produjere. Para ello se realiza una protección pasiva integral de las instalaciones, entre los sistemas pasivos se incluyen el tratamiento de los pasos de cables con pintura intumescente y el sellado de huecos atendiendo fundamentalmente a los siguientes elementos:

- Entradas de cables a las subestaciones
- Recorrido de cables por el sótano de cables
- Huecos y tubos de paso de cables
- Bandejas de cables auxiliares y de control
- Huecos de acometida de cable a los cuadros de control y equipos auxiliares
- Tendido de cables de fibra óptica
- División de los sectores de incendio (horizontal y vertical)

9.5.6. Antiintrusión

El objetivo principal del sistema antiintrusismo es el de detectar, discriminar y transmitir a un centro de control remoto sobre la presencia de personas no autorizadas en el interior de las instalaciones.

El diseño del sistema antiintrusismo dependerá en gran parte de la ubicación de la subestación, rural o urbana, y del tipo de instalación a proteger: exterior, mixta o interior.

El diseño, alcance y tecnología, dependerán de la importancia y ubicación de la subestación. Para ello se tendrán en cuenta las características constructivas de los recintos a proteger y los riesgos específicos que se manifiesten en cada uno de ellos.

Los sistemas de prevención y detección de intrusismo se compondrán de los siguientes sistemas, equipos o dispositivos:

- Sistemas de Detección de intrusión perimetral en exteriores: barreras de infrarrojos, barreras de microondas o detectores volumétricos de exterior.
- Sistemas de Detección de presencia/intrusión en interiores: contactos magnéticos colocados en las puestas de acceso a los recintos cerrados y detectores de presencia de interior.
- Sistema de Centralización de Alarmas.
- Sistema de Videovigilancia compuesto por: cámaras domo, equipos de videograbación, sistemas de transmisión y recepción de vídeo por fibra óptica.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 39 de 577

- Armario de centralización: para todos los equipos se dispondrá de un armario rack con espacio para alojar al menos los siguientes equipos: videograbador, central de alarmas, subrack de sistema de transmisión por fibra óptica, repartidor óptico, regleteros de bornas, fuentes de alimentación del sistema, etc.

Para el diseño y desarrollo del sistema antiintrusismo a instalar en subestación se tomará como referencia el procedimiento SMS001.

En relación al acceso a la subestación, se contemplarán los siguientes criterios:

- El perímetro exterior dispondrá de vallado perimetral completo y homogéneo con puerta automatizada. Además el acceso para personas y vehículos en el perímetro deberá disponer de un nivel de resistencia de características similares con respecto al cerramiento perimetral.
- Las puertas de acceso a la subestación deben ser puertas de seguridad con nivel adecuado de resistencia contra sierras, martillos, hachas, formones y taladros portátiles
- Se instalarán contactos magnéticos en las puertas de entrada y salida del perímetro exterior y edificio.
- La apertura de puertas dispondrá de un sistema de control de accesos para permitir el paso a personas autorizadas. Se instalará un control de accesos por sistema de llaves maestradas.

9.6. Sistema integrado de control y protección

El Sistema Integrado de Control y Protección (en adelante SICP) es un sistema de arquitectura distribuida, formado por dos niveles jerárquicos diferenciados:

- Nivel de instalación:

  - Unidad de Control de Subestación (UCS).

  - Terminal de Operación Local.

  - Terminal de Teleacceso

- Nivel de posición:

  - Unidades de Control de Posición (UCP)

  - Concentradores de posiciones de MT o de AT

Entre ambos niveles deberán existir dos redes de comunicación:

- Red de comunicaciones UCS – UCPs

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 40 de 577

- Red de comunicaciones UCPs – Terminal Teleacceso

En los siguientes apartados se hace una breve descripción de todos estos elementos que forman parte del SICP.

9.6.1. Nivel de Instalación.

Este nivel incluye el equipamiento necesario para realizar todas las funciones, que por su carácter global, afectan a toda la instalación. Así mismo gestiona las comunicaciones y transferencia de información, tanto con las diferentes posiciones del nivel inferior y Terminal de Operación Local, como con Centros de Control, Centro de análisis de incidencias, etc.

9.6.1.1. Unidad de Control de Subestación (UCS)

La Unidad de Control de Subestación (UCS) constituirá un elemento central para el control de toda la subestación de un modo unificado y servirá de unidad maestra para el control de las comunicaciones con los Centros de Control, con todas las Unidades de Control de Posición (UCP), con el Terminal Local, etc.

Las principales funciones que realiza la UCS son:

- Comunicación con las Unidades de Control de Posición (UCP).
- Configuración local y remota de la Base de Datos del SICP.
- Salvaguarda del Registro Histórico de señales y mandos de la instalación, para su consulta local o remota.
- Implementación de los Tratamientos de Campo y Tratamientos de Telecontrol.
- Comunicación con el Terminal de Operación Local.
- Comunicación con el Centro de Control (On-line y Backup) en protocolo IEC 60870-5 101/104 balanceado perfil Endesa.
- Comunicación con los sistemas de análisis de incidencias y monitorización.
- Sincronización horaria desde la Red de Comunicaciones y desde equipos locales (GPS).
- Sincronización horaria de todas las UCPs y del Terminal de Operación Local.

Estos equipos deberán estar dotados con el hardware necesario para soportar el estándar de comunicaciones internacional IEC 61850, independientemente de los requerimientos definidos en la norma de referencia indicada.

9.6.1.2. Terminal de Operación Local

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 41 de 577

Las principales funciones que realiza el Terminal de Operación Local

- Comunicación con el equipo UCS.
- Supervisión de la instalación: topología, alarmas, medidas a través de los diagramas mímicos dinámicos de la subestación.
- Mando local de los dispositivos de maniobra motorizados y del estado de los automatismos.
- Supervisión del sistema integrado: alarmas internas, estado de las comunicaciones con las UCPs, etc. a través de los diagramas mímicos.
- Presentación de alarmas presentes y funciones de reconocimiento de las mismas.
- Salvaguarda del Registro Histórico de señales recibido de la UCS en HD dedicado a registros.
- Generación del Registro Histórico de medidas y salvaguarda en HD dedicado a registros.
- La configuración de la aplicación Terminal Local se realiza a partir de los ficheros generados por la aplicación de generación de base de datos del SICP. El formato de estos ficheros se definirán en la norma de referencia indicada.

9.6.1.3. Terminal de Teleacceso

El terminal de teleacceso es un gateway inteligente que hace de puente entre el sistema central de análisis de incidentes y telemantenimiento y las UCPs que están en los armarios de posición.

Este equipo deberá ser compatible con los sistemas Iberdrola e incorporar las aplicaciones y protocolos que permitan acceder y/o descargar desde el exterior, a través de la red de comunicaciones de Iberdrola, oscilos, eventos, alarmas y ajustes de las protecciones de forma inmediata.

9.6.2. Nivel de Posición.

Este nivel incluye el equipamiento necesario para realizar las funciones de protección, control, medida y mando local de una posición eléctrica de la subestación estando conectado a la UCS a través de un protocolo de comunicaciones.

9.6.2.1. Unidades de Control de Posición (UCP)

Desde el punto de vista funcional, las UCP se clasifican en:

- UCP de Control
- UCP de Protección
- UCP de Medida

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 42 de 577

Generalmente, un mismo equipo UCP integra diversas de las funciones anteriores (por ejemplo protección y control, o incluso protección, control y medida) donde en ese caso se los denominará Equipos Multifunción.

Las funciones y características principales de estos equipos son:

- Comunicación con el equipo UCS. El número de puertos de comunicaciones que debe disponer así como el tipo de medios físicos a emplear dependerán del tipo de UCP.
- Protocolo DNP3.0 o IEC60870-5-103 para comunicaciones entre UCP de protección y UCS.
- El protocolo empleado para las comunicaciones de teleacceso será IEC61850.
- Datado de eventos y alarmas con fecha y hora.
- Gestión de alarmas internas de la propia UCP.
- Estos equipos se montarán en los armarios de cada posición.
- Respecto a las características eléctricas, funcionales y cantidad tanto para las entradas y salidas digitales como de medida, así como las características constructivas, ambientales y de compatibilidad electromagnéticas, se tomará como referencia las normas de Iberdrola.

9.6.3. Concentradores de posiciones de MT o de AT

Estos concentradores son necesarios en determinados casos según el número de posiciones y UCPs de la instalación.

9.6.4. Enlaces de Comunicaciones.

La UCS, como unidad maestra para el control de las comunicaciones, deberá tener comunicación hacia las UCP, hacia el exterior: Centros de Control (primario, respaldo, etc.), despachos de monitorización y análisis de incidencias, etc. así como contra otros elementos del SICP: Terminal Local, GPS, etc.

Por otro lado, determinadas UCP, además de comunicar con la UCS, deberán tener un enlace de comunicación con el Terminal de Teleacceso para permitir un acceso externo a las mismas.

Se describen a continuación las funcionalidades de los principales enlaces de comunicación:

9.6.4.1. Enlace UCS-UCP

La UCS dispondrá de canales o puertos dedicados a la comunicación con las UCPs. Cada puerto tendrá asignado un protocolo de comunicaciones y unas UCPs esclavas por configuración.

El enlace entre UCS y UCPs se debe realizar mediante una conexión en estrella formada por convertidores electro-ópticos con salida a fibra óptica de vidrio. El número de equipos conectado a cada estrella de

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 43 de 577

comunicaciones se dimensionará cuidando que un fallo simple en la UCS (convertidor o placa de comunicaciones) no deje sin telecontrol un número de posiciones inaceptable. Además, el fallo o falta de alimentación de una de las UCPs no debe, bajo ninguna circunstancia, dejar inhabilitada la comunicación con el resto de UCPs que estén comunicando por el mismo canal de comunicaciones de la UCS.

Atendiendo a la distancia entre el armario central y el armario de posición se pueden distinguir dos posibles formas de enlace físico:

1. Cuando los armarios central y de posición están adyacentes en la misma sala, la estrella se realiza en el armario central.

2. En el caso de que en el mismo armario de posición haya varias UCPs que están asociadas al mismo canal de comunicaciones (mismo protocolo y mismo puerto serie) se hace esa "mini estrella" en el armario de posición.

Cuando los armarios central y de posición están distantes en edificios independientes, la estrella se hace en un armario concentrador ubicado al lado de las posiciones. Este es el caso de las celdas de Media Tensión y también en el caso de subestaciones con dos parques de AT. En estos casos, para garantizar la seguridad, el enlace físico entre el armario central y el concentrador debe ser redundante (pero un único canal de comunicaciones), de tal forma que si se "rompiese" un par de fibras, se pudiese comunicar por el otro par.

El número y características de las diferentes versiones de configuraciones de comunicación según el número y tipo de las UCP así como la capacidad de ampliación de puertos de comunicaciones respecto a las configuraciones bases quedarán definidas en la norma de referencia correspondiente en vigor.

9.6.4.2. Enlace UCPs-Terminal Teleacceso.

Dentro del SICP se define la red de "Terminal de Teleacceso". Esta red de teleacceso es una funcionalidad secundaria, y define una red de comunicaciones, paralela a la red de comunicaciones principal entre UCS y UCPs, que permite un acceso externo hasta determinadas UCPs.

La función de teleacceso no es crítica, ni requiere de un acceso continuo y simultáneo a las UCPs, por eso, el número de UCPs que están vinculadas a un canal no es problemático.

La conexión con las UCPs se realizará por un anillo de fibra óptica redundante en donde la solución hardware esté basada en un equipo concentrador por armario de posición, el cual, con un único par de fibras redundantes consiga comunicar simultáneamente con todas las UCPs independientemente del protocolo que utilicen. Evidentemente cada UCP tendrá una dirección de referencia que la diferenciará de las otras que utilicen el mismo protocolo de comunicaciones.

9.7. Sistema de control, monitoreo y protección subestación

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 44 de 577

El sistema de control monitoreo y protección de la subestación estará constituido por los siguientes elementos:

- Controlador de subestación.
- Sistema de medida de la producción de energía.
- Cuadro de control de Servicios propios de la subestación.
- Cuadro de Protección y Control de línea de transmisión de 132 kV.
- Cuadro de Protección y control Transformador 132/30 kV.
- Puesto de operación.
- Sistema de comunicación/ enlace con puesto de control eólico.
- Sistema de comunicación/ enlace Subestación con despachos de control eólico.
- Sistema enlace de comunicaciones Subestación 132 kV con subestación colateral.
- Armarios para comunicaciones.

9.7.1. Telemando

Tendrá como mínimo la posibilidad de una orden de disparo y bloqueo al cierre del interruptor de interconexión hacia subestación adyacente, así como una de desbloqueo que permita su reconexión.

9.7.2. Medida

Para la facturación, se medirá energía activa y reactiva en los cuatro cuadrantes, instalándose el armario de Medida Principal y Comprobante en la subestación en la posición de salida de línea de 132 kV.

El equipamiento necesario para la medida de la energía consumida será el siguiente:

- 3 Transformadores de tensión cuyas características ya han sido indicadas en el unifilar correspondiente.
- 3 Transformadores de intensidad cuyas características ya han sido indicadas en el unifilar correspondiente.
- 2 Contadores energía activa, que en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 60.687 y UNE-EN 61.036 para su clase de precisión, simple tarifa, conexión a 4 hilos, clase de precisión ≤ 0,2s.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 45 de 577

El registro de energía activa será realizado en todos los sentidos en la que sea posible la circulación de la energía.

El equipamiento necesario para la energía entregada, será el siguiente:

- 1 Registro, destinado al almacenamiento de las medidas procedentes de los contadores y dar apoyo a la teletransmisión, podrá tener la función de maxímetro y de acumulación de curvas de carga.

Podrá almacenar la información de uno o más equipos de medida.

El período de integración deberá ser de 15 minutos, aunque deberá ser posible parametrizar valores inferiores.

Dispondrá de un módem para red telefónica conmutada, compatible con el puesto central de telemedida de la red a que se conecta la subestación.

9.7.2.1. Condiciones de instalación de contadores y tarificadores/registradores:

- Emplazamiento

Los equipos de contaje (contadores y tarificadores/registradores) se situarán en un punto de libre acceso al personal de la red a que se conecta la subestación. El equipo de medida en la subestación Hazapierna ira ubicado en el interior de un edificio especialmente dedicado para este fin y con acceso desde el exterior de la subestación, según puede verse en el documento de planos.

Se tendrá en cuenta que la temperatura en su interior debe mantenerse entre los límites de 0 y 40ºC.

En ningún caso estarán situados en lugares donde pueden afectarles focos de calor, vibraciones, polvo o gases corrosivos o grasos o cualquier otra circunstancia que pueda dañarlos o alterar su funcionamiento.

- Armarios

El armario metálico o de doble aislamiento, con sus equipos alojados tiene que cumplir las siguientes condiciones:

- La lectura de los contadores y tarificadores / registradores se realizará fácilmente y sin manipulación de hilos ni precintos.

- Se instalarán regletas de comprobación con separadores y señalización.

- El cableado interior para la transmisión de los impulsos de los contadores al tarificador, se utilizará cable apantallado.

- El soporte donde se instalen los contadores y tarificadores será fijo.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 #ingenierosvalencia Pág. 46 de 577

- Se debe reservar un espacio para instalar un contador comprobante.

- Cable externo

Para el cableado externo se utilizará cable apantallado, flexible y con una sección mínima de 6 mm^2 y entubado en todo su recorrido.

Para determinar la sección adecuada, se tendrá en cuenta la distancia existente entre los transformadores de medida y los contadores, ya que la carga del cable más los equipos de medida no puede superar 15 VA en el círculo de intensidad y 50 VA en el de tensión y la caída de tensión no debe superar el uno por mil.

El cable será continuo, sin puntos de corte entre los transformadores y las regletas de comprobación, ni tendrá magnetotérmicos de protección.

Los hilos estarán señalizados de forma indeleble y fácilmente inidentificable.

Tanto el cable externo como el interno del armario, cumplirán las condiciones de aislamiento, no propagación de la llama, emisión de CIH, resistencia a la tracción, etc.

9.7.3. Teleseñales

Se debe dejar preparada la instalación para que, mediante contacto libre de potencial, se envíe la señalización correspondiente al estado de los siguientes elementos.

- Interruptor de interconexión.

- Interruptor de circuito de aerogeneradores.

- Disparo por actuación de las protecciones de la interconexión. Esta señal agrupará el disparo por protecciones 27, 59, 81M y 81m. Debe mantenerse al menos durante 0,1 seg.

- Posición Local-Remota.

- Falta en servicios auxiliares.

9.7.4. Teledisparo

Se contemplará la instalación y mantenimiento de un sistema de teledisparo que producirá orden de apertura del interruptor de interconexión en los casos en que el generador pueda quedar funcionando en isla sobre parte del mercado de la red a que está conectado el parque, como consecuencia de la apertura del interruptor de cabecera.

El teledisparo estará diseñado para realizar las siguientes funciones:

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 47 de 577

- Evitar que el parque permanezca alimentando un defecto o manteniendo en tensión una parte de la red en defecto (por la seguridad de personas o bienes).

- Impedir la alimentación a otros clientes.

- Permitir los reenganches automáticos.

9.7.5. Comunicaciones

El enlace de comunicaciones de los sistemas de teledisparo y teleprotección deberá ser tal que permita cumplir los tiempos requeridos por las diferentes funciones de protección existentes en las instalaciones.

Para ello, es preciso disponer de un canal serie a 9.600 b.p.s. que debe cumplir además condiciones de estabilidad, fiabilidad y capacidad de control de su estado por parte de la red a la que se conecta el parque eólico.

Como solución base se define el enlace por fibra óptica monomodo.

El medio físico de comunicaciones entre equipos de protecciones y control y comunicaciones será fibra óptica.

9.7.6. Descripción de los equipos

Los equipos requeridos en la subestación para el sistema de telecontrol se describen a continuación:

- Unidades remotas de telecontrol, (RTU´S), y un multiplexor de señales eléctricas/F.O. por posición. Estos elementos estarán alojados en los armarios de protecciones y control de cada posición.

- Armario de 800x600x2.200 mm alojando la unidad de control de subestación (UCI).

- Armario que incluirá los equipos de sincronismo horario, y calidad de onda cuando proceda, entre otros.

- Tendido del cable de F.O. tipo HCS entre el armario de la UCI y los multiplexores de señales eléctricas /F.O. de cada posición, y entre estos últimos.

La captación de todas las señales de telecontrol en campo se realiza mediante las unidades remotas de telecontrol (RTU´s).

La UCI es el elemento que se encarga de recabar la información recogida por las remotas distribuidas tanto por las posiciones de la subestación para su envío al nivel superior cuando desde ésta sea interrogada.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 48 de 577

Actúa, pues, de maestro respecto a las remotas interrogándolas cíclicamente y de esclava con relación al Concentrador de Comunicaciones o Front End del nivel superior que será quien solicitará el envío del contenido de su base de datos.

La UCI incluirá una aplicación informática que permite la supervisión y control local de la subestación, recogiendo la información en tiempo real de la UCI y a la que ordena la ejecución de los mandos que imponga el operador.

Las funciones que soporta la UCI son principalmente las siguientes:

- Tratamiento y actualización de señales digitales y medidas analógicas en tiempo real.

- Gestión de la Base de Datos.

- Gestión de supervisión y control local como interfase Hombre-Máquina.

- Registro cronológico de incidencias.

- Gestión de archivo histórico.

- Tratamiento de alarmas.

- Gestión de programas especiales.

Como equipos necesarios para el tratamiento de la información de la subestación se consideran:

- Equipo de sincronización del reloj interno de los equipos de comunicaciones con un reloj patrón GPS.

- Equipo encargado de gestionar las comunicaciones de la telegestión de las diferentes protecciones presentes en la subestación.

- En caso de ser necesarios, multiplexores que se encargan de combinar varios canales de comunicaciones RS-232 enviándolos todos por una única línea de fibra óptica y demultiplexándolos a la llegada en el siguiente multiplexor.

- Unidades remotas de Telecontrol (RTUs) que se encargan de recopilar, captar y transmitir las diferentes señales de Telecontrol.

- Modems de comunicación para los sistemas de telemedidas y tele gestión.

9.8. Red de Tierras

Para realizar la red de tierras, se enterrará una malla básica de electrodos de cobre desnudo de sección 120 mm^2, paralelos en dirección longitudinal y transversal al recinto, formando retículas prácticamente uniformes en contacto con el terreno natural, colocadas a una profundidad de 0,8 m de la plataforma, para

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 49 de 577

permitir el control de los gradientes superficiales y garantizar que las tensiones de paso y contacto permanecerán en los límites marcados.

Todas las conexiones de malla a cruces y derivaciones deberán ser realizadas mediante soldadura aluminotérmica.

Las puestas a tierra de aparatos y estructuras se realizarán sacando un bucle de la malla de tierra (conexiones a malla dobles). Las conexiones en bucle se realizarán mediante una pieza especial en bronce con salida para varilla/cable, efectuándose la conexión a pie de estructura, soporte o aparato. Para la puesta a tierra de los aparatos montados sobre soportes se partirá de dicha pieza especial para bucle efectuando la conexión mediante terminales con tornillería inoxidable.

La puesta a tierra del edificio tendrá un anillo conectado en dos o más puntos a la red de tierras de la subestación, que enlaza con el exterior en la zona del acceso si la puerta es metálica, estando conectados todos los equipos y las masas metálicas del edificio mediante soldaduras aluminotérmicas, grapas y terminales de puesta a tierra.

También se contempla una red de tierras aéreas mediante puntas franklin, pararrayos con dispositivo de cebado, de este modo queda protegida toda la subestación contra sobretensiones de origen atmosférico.

9.9. Estructura metálica

Tanto para el amarre de las líneas como para soportes de aparatos se utilizarán estructuras metálicas formadas por perfiles angulares de la serie de fabricación normal en este país, con acero S275JR (s/CTE-SE-A) exigiéndole la calidad soldable y llevarán una protección de superficie galvanizada ejecutada de acuerdo con la norma EN/ISO 1461, siendo su peso en zinc de 5 grs. por dm^2 de superficie galvanizada.

Los soportes de aparatos están diseñados para admitir:

- Peso propio

- Cargas estáticas transmitidas por los aparatos

- Cargas dinámicas transmitidas por el aparallaje de maniobra

- Acción de un viento de 120 Km/h. de velocidad actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

En general todos los elementos sometidos a las acciones anteriormente citadas estarán dimensionados para no sobrepasar los 2.600 Kg/cm^2.

Toda la estructura metálica para soportes de aparamenta de 132 kV, 30 kV y pórticos de amarre de la línea de 132 kV se realizará mediante perfiles laminados normalizados de alma llena, de acero.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 50 de 577

La tornillería de unión de las diferentes partes de las estructuras entre sí, será galvanizada y para la fijación de equipos a las estructuras será de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación.

Las soldaduras, taladrados y punzonados necesarios se realizarán en taller previamente a su acabado superficial.

En el interior del edificio se instalará la estructura metálica necesaria para los montajes de las celdas de 30 kV, así como los soportes de sujeción de los cables de potencia desde las celdas, equipos de servicios auxiliares, mando y control.

9.10. Edificio control Subestación

El edificio de control de la subestación se ejecutará en una sola planta y será de forma rectangular, de 82,55 metros de longitud por 8,25 metros de ancho.

La iluminación natural y aireación será a través de ventanas practicables y rejillas.

Se contemplan las siguientes salas:

- Almacén
- 5 Salas de celdas de 30 kV.
- Sala de transformadores de SSAA
- Sala de control de SET y control de parque.
- Oficina 1 Y 2.
- Sala descanso.
- Pasillo
- Aseos.

Las salas se dotarán de ventilación, la sala de control tendrá un sistema de aire acondicionado y climatización.

Todos los accesos al interior del edificio se realizarán con puertas metálicas con cerraduras antipánico, aislamiento acústico-térmico y de dimensiones adecuadas para el paso de los equipos a montar.

En las salas de control de subestación y PE eólico se dispondrá de un suelo técnico.

En la sala de celdas se contemplan los fosos para el paso de los cables y la colocación de los soportes metálicos estructurales para las celdas de media tensión.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 51 de 577

La distribución de superficies se muestra en la siguiente tabla:

ESTANCIA	SUPERFICIE
ALMACEN	130,37 m²
SALA DE CELDAS PE TORRECILLA	38,17 m²
SALA DE CELDAS PE HAZAPIERNA	37,01 m²
SALA DE CELDAS PE PRADERAS ALTAS	37,01 m²
SALA DE CELDAS PSFV ORQUIDEA	37,01 m²
SALA DE CELDAS PE TURKANA	37,01 m²
SALA TSA	42,45 m²
SALA CONTROL SUBESTACIÓN Y EOLICO	408,83 m²
OFICINA 1	9,24 m²
OFICINA 2	9,24 m²
SALA DESCANSO	12,53 m²
ASEO 1	16,81 m²
ASEO 2	16,81 m²
PASILLO	23,55 m²

Tabla 3. Superficies edificio de control

10. OBRA CIVIL SUBESTACIÓN

10.1. Movimiento de tierras

10.1.1. Limpieza

La primera operación a realizar en la zona donde se ubicará la subestación consistirá en la limpieza y el desbroce del terreno por medios mecánicos, incluyendo el destoconado, arranque y posterior traslado de los árboles y de la vegetación existente. Los residuos generados serán cargados y transportados a la zona de acopio, vertedero o gestor autorizado.

10.1.2. Retirada de la tierra vegetal

Posterior a la limpieza, se procederá a retirar la capa de tierra vegetal. Para ello se retirarán 20 cm de tierra vegetal mediante el empleo de medios mecánicos. A continuación se procederá al acopio del material resultante dentro de la obra, para su posterior utilización en las tareas de restauración medioambiental Estos acopios se consistirán en montones de altura inferior a 2 m. El material sobrante se trasladará a un vertedero o gestor autorizado.

10.1.3. Rellenos

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 52 de 577

Se realizarán los rellenos necesarios para conseguir el nivel previo a la capa de pavimento final de la plataforma. Para ello se suministrará el material granular que cumpla con las características establecidas en el proyecto constructivo, pudiendo emplear el material generado en la fase de excavación siempre que cumpla también con dichas características.

Para establecer el nivel final de la plataforma de la subestación se realizará una capa de pavimento de 25 cm. de espesor. Para ello se utilizará el granulado que cumpla con las especificaciones marcadas en el proyecto.

Se procederá al extendido del material, con medios mecánicos, y a la humectación necesaria para conseguir el grado de humedad óptimo. La ejecución de la compactación se realizará por tongadas, de forma que la densidad obtenida sea igual o mayor que la establecida en el proyecto.

Los trabajos de relleno con tierras comprenden el perfilado de taludes, el rasanteo de la superficie de coronación y la preparación de la superficie de asiento y acabado.

10.2. Urbanización

10.2.1. Drenaje

La red de drenajes de una subestación tendrá como objetivo evitar la acumulación de agua en los parques, tanto de intemperie como en el interior de los edificios.

Se proyectará una red de drenaje formada por tubos DREN, colocados en el fondo de zanjas de grava, rodeadas de material filtrante (geotextil) para evitar que se colmaten. Se podrá utilizar el recorrido de los canales de control para este fin.

Se colocarán arquetas de registro en los puntos de confluencia de las distintas zanjas y pozos de registro donde vierten todas las aguas provenientes de la zanja de gravas.

El drenaje de la Subestación se realizará mediante una red de desagüe que conectará con la red general de alcantarillado de la zona. En caso de que no exista dicha red se verterá en un pozo de gravas envuelto de geotextil, lo cual evitará que los finos colmaten las gravas e inutilicen el pozo con el transcurso del tiempo.

Si todo lo anterior no fuera posible se verterá hacia los terrenos colindantes.

10.2.2. Cerramiento

El cerramiento estará compuesto de un muro corrido de hormigón armado que sobresaldrá 40 cm. por encima de la plataforma acabada.

Encima del muro de cimentación se instalará un vallado de 2.10 metros de altura formado por postes de chapa de acero lacado, colocados cada 2,5 metros (aproximadamente), provistos de cremallera

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 53 de 577

longitudinal donde se fijarán las abrazaderas necesarias para sustentar un bastidor una malla electrosoldada, de dimensiones de luz de malla de 200 mm de altura por 50 mm y diámetro del alambre 5 mm.

Para el acceso principal a la subestación se prevé la fabricación y colocación de una puerta corredera motorizada de una longitud de paso de 5 metros, formada por tubulares de acero mecanizado y galvanizados montada sobre una guía metálica embebida en una cimentación corrida de hormigón armado. La puerta peatonal quedará integrada dentro de la misma corredera, tal como se muestra en la documentación gráfica.

Para la correcta instalación de la puerta corredera, será necesaria la construcción de dos columnas laterales que servirán para fijar las guías superiores de ambos lados.

10.2.3. Canalizaciones

En el interior de la subestación se contempla canalizaciones y arquetas para albergar el cableado de las distintas instalaciones.

En la superficie ocupada por la instalación de intemperie se prevén un conjunto de canales de cables de control de hormigón armado o prefabricado tipo BREINCO o AVE. prefabricada registrable con tapas desmontables. Estas canalizaciones se realizarán mediante elementos prefabricados tipo BREINCO o AVE. provistos de drenaje inferior hacia un tubo dren colocado debajo. En el fondo de la canalización, en toda su longitud se instalará una bandeja para cables.

Los cruces de viales se ejecutarán mediante tubos de protección embebidos en hormigón.

En los lugares indicados en el plano de canalizaciones, se construirán las arquetas de cables que facilitarán el registro o el cambio de dirección de las canales y las conducciones. Serán de hormigón armado y tendrán las dimensiones que se especifican en la documentación gráfica.

Para garantizar la circulación rodada por la subestación y posibilitar el acceso a pie de equipos, así como el montaje de los mismos, se construirán varios viales internos, que consistirán en una losa de hormigón armado con una malla electrosoldada de barras de acero corrugado, delimitada por dos alineaciones de bordillo prefabricado, todo construido sobre una base de material granular seleccionado debidamente compactada. La superficie del vial se terminará con un acabado liso remolinado, aplicando los medios necesarios para garantizar el curado idóneo y para que la superficie resultante esté exenta de coqueras o defectos superficiales.

Se realizarán juntas de hormigonado según las distancias indicadas en el proyecto de ejecución y, preferentemente al corte con radial, se ejecutarán en coincidencia con las fases de hormigonado de cada tramo.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 54 de 577

Para evitar la acumulación del agua de lluvia en la superficie de los viales, se realizarán las pendientes transversales necesarias para evacuarla hacia los dos extremos.

10.3. Cimentaciones aparamenta parque de intemperie

Las cimentaciones de los elementos de intemperie se realizarán con zapatas aisladas de hormigón armado. Como medida de seguridad, se entibarán los taludes de la zona de excavación para las cimentaciones en los puntos en que se muestre necesario para evitar el derrumbe de tierras. También se procederá al achique de agua que pueda aparecer en el transcurso de la excavación. En líneas generales su realización se llevará a cabo en dos fases:

- En la primera de ellas se excavará, encofrará y hormigonará hasta la cota apropiada, dejando embebidos los pernos de anclaje, a los que se atornillarán los soportes metálicos de los diferentes aparatos. También en esa primera fase, y en aquellas cimentaciones que así lo requieran, se dejarán instalados los tubos previstos para el paso de cables eléctricos y del cable de puesta a tierra.
- En la segunda fase de hormigonado, se alcanzará la cota de coronación y se realizará el acabado en forma de punta de diamante.
- Una vez efectuadas las cimentaciones se realizará el relleno localizado de la sobre excavación, mediante tierras clasificadas, extendidas y compactadas hasta alcanzar el nivel requerido de compactación.

10.3.1. Bancada de transformador

Para el transformador de potencia se realizará una cimentación tipo bancada con fosos comunicados. Estos fosos, debidamente impermeabilizados, se utilizarán para recoger el aceite de un posible derrame y conducirlo hasta el depósito de recogida.

La bancada dispondrá de un sistema apagafuegos.

El transformador de potencia apoyará sobre carriles embebidos en vigas armadas, contenidas en el propio foso del transformador, de modo que el foso quedará dividido en tres cuerpos.

Su construcción se realizará en hormigón armado, con carriles de acero, y tubos de acero inoxidable para el paso de líquidos entre cada uno de los cuerpos y salida hacia el depósito.

10.3.2. Depósito de recogida de aceite

Se contempla un depósito de recogida de aceite conectado al foso de los transformadores mediante tuberías de acero inoxidable.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 55 de 577

En el depósito recoge el aceite en caso de derrame de los transformadores, evitando así el vertido por el terreno.

La capacidad mínima del depósito será un 30% superior al volumen de aceite del transformador de mayor tamaño.

La construcción del depósito se realizará mediante en hormigón armado, y dispondrán de una boca de acceso y una escalera para permitir el acceso.

Deberá ser estanco, y se realizará un sellado interior y exterior. La unión de hormigones entre la base y las paredes deberá ser estanca.

La evacuación del agua de lluvia se realizará mediante tubos de acero inoxidable a modo de sifón; de tal manera que el agua sobrante salga por presión del volumen total o por presión a la llegada de aceite en caso de accidente.

10.4. Edificio de control

Este apartado se estructura en los capítulos establecidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE), que es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

10.4.1. Sustentación del edificio

El dimensionado de secciones se realizará según la Teoría de los Estados Limites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE). El comportamiento de la cimentación se comprobará frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.

Las verificaciones de los Estados Límites se basarán en el uso de un modelo adecuado para al sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.

Se considerarán las acciones que actúen sobre el edificio soportado según el documento DB-SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento DB-SE en los apartados (4.3 - 4.4 –4.5).

10.4.2. Sistema estructural

10.4.2.1. Cimentaciones

Se prevé la construcción de zapatas aisladas de hormigón armado combinadas con vigas riostras y zapatas corridas, todo realizado de forma directa en las excavaciones de la cimentación.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 56 de 577

El dimensionado de secciones se realizará según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE). El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.

Las cimentaciones soportarán un edificio de una sola planta de 4 metros de altura interior con un forjado de placa alveolar y un muro perimetral de 1,20 metros de altura. Se tendrán en cuenta las correspondientes sobrecargas de uso y peso propio incluido pavimento y tabiquería.

10.4.2.2. Estructura vertical

La estructura vertical consistirá en pilares de hormigón armado de sección cuadrada con arranques embebidos en el interior de las cimentaciones.

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Limites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE). El comportamiento de los soportes debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.

10.4.2.3. Estructura horizontal

Se prevé la colocación de placas prefabricadas alveolares colocadas sobre vigas horizontales de hormigón armado. El cálculo de los pórticos a construir se realizará considerándolos pórticos hiperestáticos.

La estructura portante soportará las correspondientes sobrecargas de uso y peso propio incluido pavimento y tabiquería.

Para la obtención de las solicitaciones se considerarán los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad.

El método de cálculo a aplicar será de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes, sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a:

- Equilibrio.
- Agotamiento o rotura.
- Adherencia.
- Anclaje y fatiga (si procede).

En los estados límites de utilización, se comprueba:

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 57 de 577

- Deformaciones (flechas).
- Vibraciones (si procede).

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad y las hipótesis básicas definidas en la norma.

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

Para la obtención de las solicitaciones determinantes en el dimensionado de los elementos de los forjados se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.

10.4.3. Sistema envolvente

Se enumeran en este apartado las soluciones constructivas de los distintos subsistemas de la envolvente del edificio.

10.4.3.1. Fachadas

Todos los cerramientos exteriores del edificio se realizarán mediante muro de bloques de hormigón prefabricado de 20 cm. de grueso tomados con mortero de cemento, revestidos por la cara exterior con un mortero monocapa.

Las fachadas se ejecutarán con materiales que no provoquen capilaridad.

10.4.3.2. Carpintería exterior

Las puertas serán estables al fuego y se fabricarán con perfiles de acero galvanizado para los marcos, y con chapa galvanizada con aislamiento térmico para las hojas. Se terminarán con dos capas de esmalte sintético y satinado.

Dispondrán de un módulo desmontable superior para permitir el paso de armarios y equipos en el interior de la subestación, y se colocarán los correspondientes herrajes, bisagras, pomos y cerraduras de seguridad.

Todas las puertas de fachada abrirán hacia el exterior y se les colocarán barras antipánico por la parte interior.

Las ventanas serán de doble hoja corredera con perfiles de aleación de aluminio lacado clase 3, según norma UNE-38337, para recibir el acristalamiento doble tipo “Climalit” 3+3/8/3+3mm de seguridad 10/2,5/10mm.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 58 de 577

Se dispondrán rejas de seguridad realizadas con tubular cuadrado de acero soldado y galvanizado, terminado con dos capas de imprimación antióxido y dos de acabado con esmalte sintético.

10.4.3.3. Cubiertas en contacto con aire exterior

Cubierta plana no transitable, no ventilada, tipo invertida, compuesta de forjado de placa alveolar como elemento resistente, formación de pendientes mediante hormigón ligero de 10 cm de espesor medio, lámina bituminosa para impermeabilización, poliestireno extruido de 60 mm de espesor como aislante térmico y capa de grava de 10 cm.

La recogida de aguas se realizará mediante cazoletas en superficie, que recogerán el agua de la cubierta por gravedad y canalizarán el agua por las bajantes exteriores.

10.4.3.4. Suelos apoyados sobre terreno

Sobre el terreno, y una vez rellenos los huecos generados durante la fase de cimentación, se realizarán las soleras a las cotas indicadas en la documentación gráfica, teniendo en cuenta los niveles para la instalación de suelo técnico, para las salas de control, o el aplacado directo con el material de acabado en los vestuarios, oficinas, zonas de paso, etc.

Las soleras consistirán en una losa de hormigón armado con una malla electrosoldada de barras de acero corrugado construida sobre una base de material granular seleccionado debidamente compactada. En la zona de almacenes, salas de control y de celdas, se terminará con un acabado liso remolinado, aplicando los medios necesarios para garantizar el curado idóneo y para que la superficie resultante esté exenta de coqueras o defectos superficiales. En el resto de las salas se procurará un acabado rugoso para facilitar el agarre del material adhesivo para la colocación del acabado.

Se ejecutarán los fosos para el registro del cableado y soporte de los armarios eléctricos de cada sala.

10.4.4. Sistema de compartimentación

Se entiende por partición interior, conforme al “Apéndice A: Terminología” del Documento Básico HE1, el elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales.

Se describirán en este apartado aquellos elementos de la carpintería que forman parte de las particiones interiores (carpintería interior).

10.4.4.1. Divisiones en salas de control y de celdas

Se realizarán mediante muro de bloques de hormigón prefabricado de 15 cm. de grueso tomados con mortero de cemento.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 59 de 577

10.4.5. Sistema de acabados

10.4.5.1. Revestimientos exteriores

Las fachadas se revestirán por la cara exterior con un mortero monocapa del color a elegir por la propiedad.

10.4.5.2. Revestimientos interiores

Los revestimientos de los muros interiores se realizarán mediante un revestido con una capa de mortero de cemento regleado y terminado remolinado.

A las diferentes estancias se aplicará un acabado a base de pintura plástica.

10.4.5.3. Acabados en techos

Se prevé, en oficinas, pasillos, salas húmedas y sala de descanso, la colocación de un falso techo de placas de escayola colocadas sobre un entramado de perfilería de plástico suspendido del techo con alambre galvanizado.

10.4.5.4. Solados

Los suelos serán los siguientes:

- Suelo técnico en salas de control.
- Pintura de poliuretano para suelos en sala de celdas, sala BT, sala TSSAA y almacén.

10.4.6. Sistema de acondicionamiento de instalaciones

10.4.6.1. Instalaciones de protección contra incendios

En las salas de celdas y zona de servicios comunes de la Subestación se contempla la existencia de sistemas de detección automática y manual, sistemas de alarma y equipos de extintores portátiles en cada zona.

El resto de áreas: estancia de los transformadores de servicios auxiliares, salas de comunicaciones, etc, estarán dotadas asimismo de detección automática y un equipo de extintores portátiles en cada zona.

Cada área de riesgo formará un sector de incendio (las salas de celdas junto con sus fosos de cable), que se protegerá con detectores ópticos, instalados según la normativa vigente, a razón de un detector por cada 60 m^2 o fracción, dependiendo de las irregularidades del recinto, y a una altura máxima de 10 m.

La actuación de uno cualquiera de ellos supondrá una señal de alarma, local y remota.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 60 de 577

Como complemento a la detección automática, se instalarán pulsadores manuales de alarma de incendio, que en caso de actuación, desencadenarán también la señal de alarma.

El área de riesgo de la bancada de los transformadores formará un sector de incendio, que se protegerá específicamente con detectores térmicos y pulsadores manuales de alarma de incendio.

El sistema de extinción contempla equipos portátiles de extinción manual. Estos extintores se ubicarán según el tamaño del área a proteger, instalando siempre uno de Polvo y otro de CO2 en los accesos y uno de CO2 por cada 250 m^2 o fracción, a una distancia no superior a 25 m. Se instalarán colgados en la pared a una altura desde el suelo a la maneta del extintor portátil no superior a 1,5 m.

Los elementos del sistema contraincendios serán.

- Central digital de 9 lazos.
- Detectores de humos ópticos y térmicos.
- Pulsadores manuales de alarma.
- Sirena interior y exterior.
- Indicadores ópticos de acción.
- Señalización de vías de evacuación.
- Instalación eléctrica (cableado, lazos, canalizaciones, cajas de registro, etc.)

10.4.6.2. Instalaciones de fuerza y alumbrado

Para cada sala del edificio, se estudiará el número de tomas necesario en función de las funciones a desarrollar en ella y de los puestos de trabajo previstos.

En las distintas salas técnicas del edificio se dispondrá de al menos una toma cada 5 metros de separación, además, en cada sala se dispondrá de al menos 2 tomas de tensión segura.

El edificio dispondrá de alumbrado perimetral exterior con luminarias estancas de montaje superficial sobre fachada.

Se dispondrá de un alumbrado general interior y alumbrado de emergencia. El alumbrado de emergencia entrará en funcionamiento cuando haya un fallo en el normal suministro, y se considera una autonomía de 2 horas.

De forma orientativa, la instalación eléctrica del edificio está compuesta por:

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 61 de 577

- Cuadro General de Mando y Protección de dimensiones aproximadas 600 x 400 x 250 mm. (Alto x ancho x fondo), completo de embarrado, puertas plenas con cerradura, tapas, carriles y etiquetas identificativas de circuitos, albergando en su interior la aparamenta necesaria.

- Líneas eléctricas Suministro e instalación de línea eléctrica Cu en las secciones necesarias, ES07Z1-K en instalación interior para su instalación bajo tubo flexible empotrado en pared.

- Pantallas Led de 32 W estancas IP-132 e IK-09 en salas del edificio.

- Equipo autónomo de emergencia y señalización adosada a pared de 8 W, 95 lm.

- Pantalla superficie Led provisto sistema óptico con difusor, balasto electrónico, incluso lámparas Led de 34W, con estructura vista de 600x600 mm, en sala de control.

- Tomas de corriente de 16 A, con toma de tierra, para usos varios.

- Puesto de trabajo, compuesto por caja de empotrar con capacidad para contener 2 tomas de corriente 10/16 A blanca y 2 tomas RJ 45 cat 6 UTP.

10.4.6.3. Instalación antiintrusismo

En la subestación se prevé una instalación de antintrusismo mediante contactos magnético en las puertas y las ventanas, detectores de infrarrojos, cerradura codificada, sirena de aviso y centralita conectada a servicio de aviso las 24 horas.

10.4.6.4. Instalaciones de ventilación y climatización

En la sala de celdas, sala BT y sala TSSAA se dispondrá de ventilación forzada accionada mediante termostatos.

En las salas de control, se dispondrá de equipos de climatización mediante aire acondicionado con bomba de calor.

11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD. PRUEBAS

11.1. Pruebas eléctricas

Las pruebas a realizar sobre la subestación de los parques eólicos para asegurar la calidad de la instalación son las siguientes:

- Verificación del conexionado de los cables de interconexión mediante timbrado.
- Pruebas en corriente continua en los conductores de 18/30 kV:
  - Comprobación de la continuidad del cable y del orden de fases.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 62 de 577

- Comprobación de la continuidad y resistencia óhmica de las pantallas.
- Ensayo de rigidez del aislamiento de la cubierta.

- Pruebas en corriente alterna en los conductores de 18/30 kV:
  - Ensayo de descargas parciales.
  - Ensayo de tensión posterior al ensayo de descargas parciales. Este ensayo se realizará estando todos los elementos conectados para verificar la integridad de todos los elementos y para localizar cualquier defecto en el sistema debidos a problemas de construcción o de instalación.
- Medición de la resistencia de puesta a tierra:
  - Resistencia de la subestación como tierra remota.
  - Resistencia de la subestación conectada al sistema de puesta a tierra de las líneas subterránea de evacuación y al sistema de puesta a tierra de las redes colectoras de los parques eólicos.
- Medición de las tensiones de paso y contacto en la subestación.
- Pruebas de reflectometría óptica en ambos sentidos para los cables de fibra óptica.
- Pruebas funcionales de los siguientes circuitos que han de estar de acuerdo con lo expuesto en los esquemas desarrollados respectivos:
  - Cierre y apertura de interruptores y seccionadores.
  - Señalizaciones y alarmas.
  - Comprobación de secuencias de enclavamientos mecánicos y eléctricos. Disparos y bloqueos.
  - Sistemas auxiliares de c.a. y c.c. (alimentaciones, calefacciones, etc.).
  - Cambio de tomas de regulación en transformadores.
- Inyección secundaria en todos los transformadores de corriente para verificar la continuidad de los circuitos y el correcto funcionamiento de los aparatos de medida, así como obtener la seguridad de que las protecciones miden intensidad.
- Inyección secundaria en todos los transformadores de tensión, verificando que todos los elementos que lo requieren miden tensión.

ingenieros VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 63 de 577

- Prueba de polaridad y verificación del bucle de salida en señal analógica de los convertidores de medida.
- Pruebas y puesta en servicio de las protecciones de las bahías de 132 kV y cabinas de 30 kV y de sus equipos de comunicación asociados. Se realizará todas las pruebas funcionales de estas protecciones, inyectando corriente por el primario.
- Megado y prueba en vacio 24 horas antes de meter carga al transformador.

Los aparatos de medida a utilizar deberán de encontrarse dentro de su período de calibración.

11.2. Obra civil

Pruebas a realizar en TERRAPLENES (núcleo y formación de plataforma):

- Ensayos de control de procedencia:
  - Granulometría por tamizado según Norma UNE-103101/95.
  - Límites de Atterberg según Norma UNE-103103/94-103104/93.
  - Contenido en Humedad según Norma UNE-EN-1097-5.
  - Proctor Modificado según Norma UNE-103501/94.
  - Índice C.B.R modificado según Norma UNE-103502/94.
  - Ensayo de Colapso de un suelo según Norma NLT-254.
  - Contenido en sales solubles según Norma NLT 114/UNE 103202.
  - Materia orgánica según Norma UNE-103204/94.
- Ensayos de control de ejecución:
  - Granulometría por tamizado según Norma UNE 103101/95.
  - Contenido en Humedad según Norma UNE-EN-1097-5.
  - Límites de Atterberg según Norma UNE 103103/94 y 103104/93.
  - Proctor Modificado según Norma UNE 103501/95.
  - Índice C.B.R modificado según Norma UNE 103502/94.
  - Contenido en sales solubles según Norma NLT 114/99.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 64 de 577

- Materia orgánica según Norma UNE 103204/94.

Pruebas a realizar en SUPERFICIE DE PLATAFORMA:

- Humedad y densidad por el método del densímetro nuclear según Normas ASTM D 2922/81 y 3017/88.
- Placa de carga E = 300 mm (sin elem. reacción) según Norma NLT 357/98.

Pruebas a realizar en HORMIGONES:

- Ensayos de control de procedencia:
  - Ensayos previos de áridos, agua y cemento de supervisión de planta, según requerimientos de la EHE.
- Ensayos de control de ejecución:
  - Toma de 4 series de 6 probetas cilíndricas de 15x30 cm, curado, refrentado y rotura a compresión a 7, 28 y 56 días, incluso medida de la consistencia (Cono de Abrams) según Normas UNE-EN 12350-1/06, UNE-EN 12390-2/01, UNE-EN 12390-3/03, UNE-EN 12350-2/06.

Pruebas a realizar en ACEROS CORRUGADOS PARA HORMIGÓN ARMADO:

- Ensayos de control de procedencia:
  - Ensayos previos de aceros de supervisión de fabricación, según requerimientos de la EHE
- Ensayos de control de ejecución:
  - Carga unitaria de rotura a tracción, sección media, límite elástico, alargamiento de rotura de barras de aceros, según Norma UNE-EN 10002-1/02.
  - Doblado y desdoblado según Norma UNE 36068/94.
  - Características geométricas de los resaltes de barras corrugadas según Norma UNE 36068/94.

12. CONCLUSIONES

Finalmente, con la descripción general indicadas en el presente documento así como con lo indicado en el resto de documentos del proyecto, se suficiente para obtener de la Administración competente la

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 65 de 577

Autorización administrativa previa y Autorización administrativa para construcción de la Subestación Hazapierna

Madrid, junio de 2023



D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado N° 3675 IngenierosVA



ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
PÁG. 66 DE 577

2.1. Cálculos eléctricos

Subestación Hazapierna

Junio 2023

capital energy

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 67 de 577

Índice

Cálculos eléctricos 4
1. OBJETIVO 4
2. NORMATIVA 4
3. CONDICIONES AMBIENTALES 5
4. CÁLCULO MECÁNICO DE EMBARRADOS RÍGIDOS EN 132 KV 6
4.1. HIPÓTESIS DE DISEÑO 6
4.2. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN 6
4.3. CONDICIONES DEL VANO 6
4.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES / EQUIPOS A INSTALAR 7
4.4.1. TUBO 150/134 mm. 7
4.4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES SOPORTE 7
5. CÁLCULO MECÁNICO DEL EMBARRADO PRINCIPAL DE 132 kV 7
5.1. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO 7
5.2. TENSIÓN EN EL TUBO 8
5.3. ESFUERZOS DINÁMICOS 10
5.4. REACCIONES SOBRE AISLADORES SOPORTES 13
6. CÁLCULO MECÁNICO DE EMBARRADOS RÍGIDOS EN 30 KV 15
6.1. HIPÓTESIS DE DISEÑO 15
6.2. CONDUCTOR RÍGIDO 15
6.3. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN 15
6.4. CONDICIONES DEL VANO 15
6.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES / EQUIPOS A INSTALAR 16
6.5.1. TUBO 63/51 mm. 16
6.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES SOPORTE 16
7. CÁLCULO MECÁNICO DEL EMBARRADO DE 30 kV 17
7.1. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO 17
7.2. TENSIÓN EN EL TUBO 17

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 68 de 577

7.3. ESFUERZOS DINÁMICOS 19
7.4. REACCIONES SOBRE AISLADORES SOPORTES 22
7.5. FLECHA EN EL TUBO 23
7.6. ELONGACIÓN DEL EMBARRADO 24
7.7. ESFUERZO TÉRMICO EN CORTOCIRCUITO 24
7.8. INTENSIDAD NOMINAL DE LAS BARRAS 25
8. DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS EN EMBARRADOS TENDIDOS 25
8.1. HIPÓTESIS DE DISEÑO 25
8.1.1. PARQUE DE 132KV 25
8.1.2. PARQUE DE 30KV 26
8.2. EFECTO EN CONDUCTORES POR CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO 27
8.3. APROXIMACIÓN DE CONDUCTORES 27
8.4. DISTANCIA MÍNIMA 29
8.4.1. DISTANCIAS MÍNIMAS A ADOPTAR 29
9. RED DE TIERRAS 29
9.1. HIPÓTESIS DE DISEÑO 29
9.2. RESISTIVIDAD DEL TERRENO 30
9.3. RED DE TIERRAS INFERIORES 30
9.3.1. TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES 30
9.3.2. CÁCULO DE LA RED DE TIERRAS 32
9.3.3. CONCLUSIONES 37
9.4. RED DE TIERRAS SUPERIORES. 37
9.4.1. METODOLOGÍA Y CÁLCULO 37
9.4.2. CÁLCULO DEL NIVEL DE PROTECCIÓN 38

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 69 de 577

Cálculos eléctricos

1. OBJETIVO

En el presente anejo se presentan los cálculos eléctricos justificativos de la nueva subestación eléctrica de generación que sirve para la evacuación de la energía eléctrica producida en los Parques Eólicos de Hazapierna, Praderas Altas Turkana y Torrecilla además del parque solar fotovoltaico Orquídea, denominada "Subestación Hazapierna", sita en el término municipal de Nepas, provincia de Soria y promovida por "GREEN CAPITAL POWER S.L"

El presente estudio tiene por objeto calcular las solicitaciones mecánicas y eléctricas que pudieran aparecer en los embarrados de la nueva Subestación Eléctrica Hazapierna 132/30 kV.

Se comprobará que los elementos y materiales sean capaces de soportar dichas solicitaciones durante el funcionamiento normal y en caso de cortocircuito.

Este documento incluye la justificación de los siguientes elementos:

- Cálculo mecánico de embarrados rígidos.
- Determinación de distancias mínimas en embarrados tendidos.
- Red de tierras.
- Estudio básico de cortocircuito

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

2. NORMATIVA

En esta sección se enumeran las normas técnicas aplicables al cálculo eléctrico.

Las siguientes normas se entiende que son en su edición actual:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 70 de 577

complementarias. Corrección de errores del Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero (BOE 174. 19 julio 2008). Corrección de erratas del Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero (BOE 120. 17 mayo 2008).

- 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. Corrección de errores del 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 (BOE 09.06.14)
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT.
- Real Decreto 10132/2001, 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.
- R.D. 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013 de 26 de Diciembre, del Sector Eléctrico.
- Normas Particulares de la Compañía Eléctrica de la zona.
- Normas UNE y CEI aplicables.
- Recomendaciones UNESA aplicables.
- IEC 60287 “Cálculos eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible”
- IEC 60949 “Cálculo de la corriente de cortocircuito térmicamente admisible”
- IEC 60909 “Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna”

3. CONDICIONES AMBIENTALES

Para el diseño de las instalaciones se adoptan las siguientes características principales.

- Altitud sobre el nivel del mar: 1100 m.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 71 de 577

- Tipo de zona: Zona C (según reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión).
- Temperaturas extremas: +40/-20ºC.
- Contaminación ambiental: Alta.
- Velocidad máxima del viento: 120 km/h.

4. CÁLCULO MECÁNICO DE EMBARRADOS RÍGIDOS EN 132 KV

4.1. HIPÓTESIS DE DISEÑO

La intensidad simétrica de cortocircuito trifásica establecida para el diseño de la instalación es:

Icc= 31,5 kA eficaces.

Esta intensidad está por encima de la considerada para la condición actual, permitiendo prever la instalación para los posibles incrementos de la potencia de cortocircuito.

- R/X (sistema) = 0,07
- Duración del cortocircuito = 0,5 s.

4.2. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN

La subestación se encuentra en una parcela a más de 1000 m. sobre el nivel del mar (Zona C según RLAT). Por lo tanto, se consideran las siguientes condiciones climatológicas:

- HIELO: Se considera una sobrecarga de un manguito de hielo de valor 0,36 x $\sqrt{d}$ (con d en mm) = 2,86 daN/m
- VIENTO: Presión de viento a 140 km/h = 95,28 daN/m2
- SISMO: Aceleración sísmica básica ab < 0,04*g
-

4.3. CONDICIONES DEL VANO

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

- Embarrado alto: Conexión entre apoyos.
- Longitud de vano 16 m
- Distancia entre fase: 3,2 m
- Anclaje: Empotrado-Elástico.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág. 72 de 577

4.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES / EQUIPOS A INSTALAR

4.4.1. TUBO 150/134 mm.

Las barras de 132kV, utilizarán tubo de Aluminio con las siguientes características:

- Aleación — Aluminio
- Diámetro exterior (D)/interior (d) — 150/134 mm
- Espesor de la pared (e). — 8 mm
- Peso propio (Ppt) — 9,63 Kg/m
- Sección (A) — 3567 mm2
- Carga de rotura del material (aR) — 248 N/mm2
- Momento de inercia (J) — 902.38 cm4
- Momento resistente (W) — 95.12 cm3
- Módulo de elasticidad (Young) (E) — 69.500 N/mm2
- Límite de fluencia mínimo del material (Rp0,2%) — 160 N/mm2
- Coeficiente de dilatación lineal (s) — 0,0235 mm/m ºC
- Intensidad nominal máxima — 3890 A

4.4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES SOPORTE

En el tramo de barras de 132kV, se instalarán aisladores tipo C8-650, de las siguientes características mecánicas:

- Tipo — C8-650
- Tensión nominal — 132/145 kV
- Tensión soportada al choque — 650 kV
- Carga de rotura a flexión — 8.000 N
- Carga de rotura a torsión — 4.000 Nm
- Altura del aislador — 1.500 mm
- Altura de la pieza soporte — 45 mm

5. CÁLCULO MECÁNICO DEL EMBARRADO PRINCIPAL DE 132 kV

5.1. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

A efectos de diseño, se asume que la intensidad simétrica de cortocircuito trifásico (Icc) es 31,5 kA.

La intensidad asimétrica o de cresta, trifásica, (S/ CEI 909) viene dada por la expresión:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 73 de 577

$$Ip = \chi \times \sqrt{2} \times Icc$$

en donde χ es un factor dimensional que varía entre 1 y 2 y es función del cociente entre la resistencia (R) y la reactancia (X)

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

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 0,07. Sustituyendo los valores tenemos:

χ = 1,81 con lo que Ip = 80,81 kA.

5.2. TENSIÓN EN EL TUBO

Según el RLAT (Apart. 3.1.2) una velocidad de viento de 140 km/h equivale a una presión de 95,28 daN/m2 sobre una superficie cilíndrica. Para obtener la presión debida al viento con otra velocidad se utiliza la expresión:

$$P_v = 70 \times \left(\frac{v}{120}\right)^2 \quad \text{<daN/m2>}$$

En este caso, para v = 140 km/h se obtiene una presión de 95,28 daN/m2

- Esfuerzos por viento:

$$F_v = P_v \cdot D_o \text{ <N/m>}$$

- Donde:
- Fv Fuerza del viento en (N/m)
- Pv Presión del viento (N/m) = 95,28·10 = 952,8 N/m
- Do Diámetro exterior del conductor = 0,12 m (150 mm)

Fv = 142,92 N/m

- Esfuerzos por peso propio:

El peso propio será el del tubo más los dos tramos de cable amortiguador que se montan en su interior amarrados a ambos extremos y cuya longitud es de 2/3 la longitud del vano:

$$F_{pc} = m \cdot g$$

Donde:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 74 de 577

- Fpc Fuerza peso del conductor (N/m)
- m Masa del conductor + tramo de cable amortiguador (kg/m) = 9,63 kg/m + 1,04*(2/3) kg/m = 7,40 kg/m

$$Fpc = 101{,}23\ N/m$$

- Esfuerzos por hielo:

Como la subestación eléctrica está por encima de los 1000 metros sobre el nivel del mar, se considera zona C según RLAT. Por lo que se considerar que los cables y conductores estarán sometidos por un manguito de hielo de valor:

$$Fh = 0{,}36 \cdot \sqrt{d}\ <daN/m>$$

Donde:

- D es el diámetro del conductor o cable a tierra en mm = 150 mm

$$Fh = 44{,}09\ N/m$$

- Esfuerzos por sismo:

Fs = 0 N/m

- Esfuerzos por cortocircuito: (Cálculo basado en la IEEE std.605 – 2008)

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

$$F_{m3st} = 0{,}866 \times \frac{\mu_0 \times I_{p3}^2}{2 \times \pi \times a}$$

Donde:

- Ip3 Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico (A) = 80,81 kA (80.810,00 A)
- A Distancia media entre fases. = 3,2 mts

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

$F_{m3st} = 353{,}46$ N/m

- Esfuerzos totales: (Cálculo basado en la IEEE std.605 – 2008)

- La fuerza total es la suma vectorial de las fuerzas verticales y horizontales.

$$F_T = \sqrt{F_H^2 + F_V^2} = \sqrt{(F_v + F_{m3st})^2 + \left(F_{pc} + F_h\right)^2} + F_s\ (N/m)$$

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 75 de 577

- Donde:
- FH Fuerza horizontal: Está compuesta por Fv (Fuerza del viento) = 142,32 N/m y Fm3st (Fuerza de cortocircuito) = 353,46 N/m
- FV Fuerza vertical: Está compuesta por Fpc (Fuerza peso del conductor) = 101,23 N/m, Fh (Fuerza peso del hielo) = 44,09 N/m
- Fs Fuerza del sismo = 0 N/m

FT = 517,21 N/m

5.3. ESFUERZOS DINÁMICOS

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:

- Vσ = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico
- Vr = factor que tiene en cuenta el reenganche
- La frecuencia de vibración de un tubo vale, según CEI 865:

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

Donde:

- fc Frecuencia vibración del tubo
- I Inercia de la sección (m4) = 398,16 ·10-8 m4 (398,16 cm4)
- m Masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador (kg/m) = 10,32 kg/m
- E Módulo de Young del material (N/m2) = 69.500·106 N/m2
- l Longitud del vano (m) = 16 mts
- γ Factor para la estimación de la frecuencia natural, este valor depende del tipo de arreglo, para este caso se escoge 1,57, porque el arreglo son soportes empotrados en ambos extremos.

f_c = 1,51 Hz

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal del sistema establece los valores de Vσ y Vr de la norma CEI – 865.

$f_c/50 = 0,03$

En estas condiciones y según el anexo 4 de la norma CEI-865, se hallan los siguientes factores

Vσ = 0,30

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 76 de 577

Vr = 1,8

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

$$\sigma_m = V_\sigma \times V_r \times \beta \times \frac{F_{m3st} \times l^2}{8 \times z}$$

Donde:

- β Factor para la fatiga del conductor = 1, según tabla 3 CEI-865, considerando que el embarrado estará sujetado a soportes fijos
- z Módulo resistente de la sección (cm3) = 95,12 cm3.
- Vσ Factor que tiene en cuenta el efecto dinámico = 0,29
- Vr Factor que tiene en cuenta el reenganche = 1,8.
- Fm3st Fuerza producida por el cortocircuito = 353,46 N/m
- l Longitud del vano = 16 m

$$\sigma_m = 63{,}66 \text{ N/mm}^2$$

También, hay que calcular la tensión de trabajo total (σ_i) en el tubo, la cual viene 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 (m) = 16 m
- Z Módulo resistente de la sección (cm3) = 95,12 cm3
- P carga repartida que produce cada esfuerzo. (Fpc, Fh, Fv, Fs) (N/m)

Los resultados para cada una de las cargas son:

$$\sigma_{pc+h} = 48{,}89 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_v = 48{,}08 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 0 \text{ N/mm}^2$$

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 77 de 577

La suma de estas tensiones, teniendo en cuenta su dirección, da como resultado una tensión de módulo. A este resultado se suma la tensión de trabajo producida por el sismo. El resultado es:

$$\sigma_T = 121{,}96 \text{ N/mm}^2$$

Con este valor, se calcula el coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia:

$$Cs = \frac{Rp_{0,2\%}}{\sigma_T}$$

Donde:

- Rp0,2% Límite de fluencia en N/mm2 = 160 N/mm2
- σ_T Tensión total de trabajo en N/mm2 = 121,96 N/mm2

Sustituyendo estos valores, se tiene:

Cs = 1,31

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

$$\sigma_T \leq q \cdot \mathrm{Rp}_{0,2\%}$$

Donde:

- q = factor de resistencia del conductor, y se calcula como:

$$q = 1{,}7 \cdot \frac{1 - (1 - \left(\frac{D-d}{D}\right)^3)}{1 - (1 - \left(\frac{D-d}{D}\right)^4)}$$

Donde:

- D Diámetro exterior = 150 mm
- d Diámetro interior = 134 mm

q = 1,34

De esta forma se debe verificar que

$$121{,}96 \leq 1{,}34 \cdot 160 = 216{,}16 \text{ N/mm}^2 \text{ (CUMPLE)}$$

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 78 de 577

Con este resultado se verifica que el tubo cumple con el límite para esfuerzos en cortocircuito.

5.4. REACCIONES SOBRE AISLADORES SOPORTES

Para realizar los cálculos de este apartado se aplica, como para el resto de cálculos hechos, superposición de esfuerzos y además se pondera cada esfuerzo producido en un vano con un coeficiente de 0,5 según Norma CEI 865.

Las fuerzas que considerar en este caso son solo horizontales:

- Viento sobre el tubo:

$$F_v = 142{,}92 \text{ N/m}$$

- Esfuerzo en cortocircuito

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

$$F_{m3d} = 0{,}866 \times Vf \times Vr \times \frac{\mu_0 \times I_{p3}^2}{2 \times \pi \times a}$$

Donde:

- Vf Factor de carga, dependiente de la frecuencia de vibración del tubo entre la frecuencia nominal fc/fn = 0,04. Según la Norma CEI-865, el valor de Vf = 0,33
- Vr Factor que tiene en cuenta el reenganche = 1,8.
- Ip3 Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico (A) = 80,81 kA.
- A Distancia media entre fases. = 3,2 mts

μ0 = 4π x 10-7

$$Fm3d = 207{,}22 \text{ N/m}$$

Los esfuerzos horizontales sobre el soporte valen:

$$F_{th} = (F_v + F_{m3d}) \cdot l \cdot \alpha$$

Donde:

- α 0,5, como coeficiente de reparto para el soporte crítico en ambos vanos (soportes empotrados) según la Norma CEI 865, y en este caso.
- l Longitud media (16 m de vano).
- Fv Fuerza del viento = 500,21 N/m
- Fm3d Fuerza de cortocircuito = 207,22 N/m

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 79 de 577

$$F_{th} = 2.801 \text{ N}$$

Este esfuerzo se produce sobre el eje del tubo, que está situado 145 mm por encima de la cabeza del aislador, punto sobre el que el fabricante garantiza el esfuerzo. Por lo tanto,

$$F_{thn} = \frac{F_{th} \cdot (Altura\ aislador + Altura\ pieza\ soporte)}{Altura\ Aislador}$$

Altura aislador = 1.500 mm
Altura pieza soporte = 145 mm

$$F_{thn} = 3.071{,}86 \text{ N}$$

considerando además la fuerza que el viento ejercen sobre la superficie total del aislador y haciendo un reparto de cargas para aplicar dicha fuerza en la cabeza del aislador obtenemos:

$$F_{va} = L_a \times D_a \times P_v \times 0{,}5$$

Donde:

- La longitud del aislador en m = 1,500
- Da diámetro medio del aislador en m = 0,350
- Pv presión del viento en N / m2 = 952,78

$$F_{va} = 500{,}21 \text{ N}$$

Sismo
No aplica:

$$Fas = 0$$

El aislador trabajará en las peores condiciones sometido a un esfuerzo de:

$$F_{total\ aislador} = F_{thn} + F_{va} + F_{as}$$

$$F_{total\ aislador} = 3.572{,}07 \text{ N}$$

Siendo esta fuerza menor que la carga de rotura a flexión del aislador (8.000 N), se cumple las condiciones de diseño, siendo el factor de seguridad:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 80 de 577

$$Cas = \frac{8.000}{2.716,22} = 2,95$$

6. CÁLCULO MECÁNICO DE EMBARRADOS RÍGIDOS EN 30 KV

6.1. HIPÓTESIS DE DISEÑO

La intensidad simétrica de cortocircuito trifásica establecida para el diseño de la instalación es:

Icc= 31,5 kA eficaces.

Esta intensidad está por encima de la considerada para la condición actual, permitiendo prever la instalación para los posibles incrementos de la potencia de cortocircuito.

- R/X (sistema) = 0,07
- Duración del cortocircuito = 0,5 s.

6.2. CONDUCTOR RÍGIDO

Se va a realizar el tendido bajo en 30 kV con un conductor rígido tipo tubo de cobre:

- Tubo: 63/51 mm.

6.3. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN

La subestación se encuentra en una parcela a más de 1000 m. sobre el nivel del mar (Zona C según RLAT). Por lo tanto, se consideran las siguientes condiciones climatológicas:

- HIELO: Se considera una sobrecarga de un manguito de hielo de valor 0,36 x $\sqrt{d}$ (con d en mm) = 2,86 daN/m
- VIENTO: Presión de viento a 140 km/h = 95,28 daN/m2
- SISMO: Aceleración sísmica básica ab < 0,04*g

6.4. CONDICIONES DEL VANO

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

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 81 de 577

- Embarrado alto: Conexión entre apoyos.
- Longitud de vano 3,5 m
- Distancia entre fase: 0,45 m
- Anclaje: Empotrado-Elástico.

6.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES / EQUIPOS A INSTALAR

6.5.1. TUBO 63/51 mm.

Las barras de 30kV, utilizarán tubo de Cobre con las siguientes características:

- Aleación Cobre
- Diámetro exterior (D)/interior (d) 63/51 mm
- Espesor de la pared (e). 6 mm
- Peso propio (Ppt) 9,67 Kg/m
- Sección (A) 1,074 mm2
- Carga de rotura del material (aR) 220 N/mm2
- Momento de inercia (J) 44,12 cm4
- Momento resistente (W) 11,52 cm3
- Módulo de elasticidad (Young) (E) 122.000 N/mm2
- Límite de fluencia mínimo del material (Rp0,2%) 240 N/mm2
- Coeficiente de dilatación lineal (s) 0,017 mm/m ºC
- Intensidad nominal máxima 1939 A

6.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS AISLADORES SOPORTE

En el tramo de barras de 30kV, se instalarán aisladores tipo C6-170, de las siguientes características mecánicas:

- Tipo C6-170
- Tensión nominal 30/36 kV
- Tensión soportada al choque 170 kV
- Carga de rotura a flexión 6.000 N

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 82 de 577

- Carga de rotura a torsión 1.500 Nm
- Altura del aislador 445 mm
- Altura de la pieza soporte 45 mm

7. CÁLCULO MECÁNICO DEL EMBARRADO DE 30 kV

7.1. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

A efectos de diseño, se asume que la intensidad simétrica de cortocircuito trifásico (Icc) es 31,5 kA.

La intensidad asimétrica o de cresta, trifásica, (S/ CEI 909) viene dada por la expresión:

$$Ip = \chi \times \sqrt{2} \times Icc$$

en donde □ es un factor dimensional que varía entre 1 y 2 y es función del cociente entre la resistencia (R) y la reactancia (X)

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

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 0,07. Sustituyendo los valores tenemos:

χ = 1,81 con lo que Ip = 80,81 kA.

7.2. TENSIÓN EN EL TUBO

Según el RLAT (Apart. 3.1.2) una velocidad de viento de 140 km/h equivale a una presión de 95,28 daN/m2 sobre una superficie cilíndrica. Para obtener la presión debida al viento con otra velocidad se utiliza la expresión:

$$P_v = 70 \times \left(\frac{v}{120}\right)^2 \quad \text{<daN/m2>}$$

En este caso, para v = 140 km/h se obtiene una presión de 95,28 daN/m2

- Esfuerzos por viento:

$$F_v = P_v \cdot D_o \text{ <N/m>}$$

Donde:

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 83 de 577

F_v Fuerza del viento en (N/m)

P_v Presión del viento (N/m) = 95,28·10 = 952,8 N/m

D_o Diámetro exterior del conductor = 0,063 m (63 mm)

$$F_v = 60{,}03 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por peso propio:

El peso propio será el del tubo más los dos tramos de cable amortiguador que se montan en su interior amarrados a ambos extremos y cuya longitud es de 2/3 la longitud del vano:

$$F_{pc}=m \cdot g$$

Donde:

F_{pc} Fuerza peso del conductor (N/m)

m Masa del conductor + tramo de cable amortiguador (kg/m) = 9,67 kg/m + 1,04*(2/3) kg/m = 10,36 kg/m

$$F_{pc} = 101{,}63 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por hielo:

Como la subestación eléctrica está a más de 1000 metros sobre el nivel del mar, se considera zona C según RLAT. Por lo que se considerar que los cables y conductores estarán sometidos por un manguito de hielo de valor:

$$Fh = 0{,}36 \cdot \sqrt{d} \text{ <daN/m>}$$

Donde:

D es el diámetro del conductor o cable a tierra en mm = 63 mm

$$Fh = 2{,}86 \text{ daN/m} = 28{,}6 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por sismo:

$$Fs = 0 \text{ N/m}$$

- Esfuerzos por cortocircuito: (Cálculo basado en la IEEE std.605 – 2008)

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

$$F_{m3st} = 0{,}866 \times \frac{\mu_0 \times I_{p3}^2}{2 \times \pi \times a}$$

Donde:

Ip3 Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico (A) = 80,81 kA (80.810,00 A)

A Distancia media entre fases. = 0.45 mts

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

$$F_{m3st} = 2513{,}50 \text{ N/m}$$

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 84 de 577

- Esfuerzos totales: (Cálculo basado en la IEEE std.605 – 2008)

La fuerza total es la suma vectorial de las fuerzas verticales y horizontales.

$$F_T = \sqrt{F_H^2 + F_V^2} = \sqrt{(F_v + F_{m3st})^2 + \left(F_{pc} + F_h\right)^2} + F_s\ (N/m)$$

Donde

F_H Fuerza horizontal: Está compuesta por Fv (Fuerza del viento) = 60,03 N/m y F_{m3st} (Fuerza de cortocircuito) = 2513,50 N/m

F_V Fuerza vertical: Está compuesta por Fpc (Fuerza peso del conductor) = 101,63 N/m, Fh (Fuerza peso del hielo) = 28,6 N/m

Fs Fuerza del sismo = 0 N/m

F_T = 2576,82 N/m

7.3. ESFUERZOS DINÁMICOS

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:

Vσ = factor que tiene en cuenta el efecto dinámico
Vr = factor que tiene en cuenta el reenganche

La frecuencia de vibración de un tubo vale, según CEI 865:

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

Donde:

fc Frecuencia vibración del tubo
I Inercia de la sección (m4) = 44,12 ·10-8 m4 (44,12 cm4)
m Masa unitaria del tubo, incluido cable amortiguador (kg/m) = 10,36 kg/m
E Módulo de Young del material (N/m^2) = $69.500 \cdot 10^6$ N/m^2
/ Longitud del vano (m) = 3,5 mts
γ Factor para la estimación de la frecuencia natural, este valor depende del tipo de arreglo, para este caso se escoge 1,57, porque el arreglo son soportes empotrados en ambos extremos.

f_c = 9,24 Hz

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 85 de 577

La relación entre la frecuencia de oscilación y la frecuencia nominal del sistema establece los valores de Vσ y Vr de la norma CEI – 865.

$$f_c/50 = 0{,}18$$

En estas condiciones y según el anexo 4 de la norma CEI-865, se hallan los siguientes factores

$$V\sigma = 0{,}67$$

$$Vr = 1{,}45$$

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

$$\sigma_m = V_\sigma \times V_r \times \beta \times \frac{F_{m3st} \times l^2}{8 \times z}$$

Donde:

β	Factor para la fatiga del conductor = 1, según tabla 3 CEI-865, considerando que el embarrado estará sujetado a soportes fijos
z	Módulo resistente de la sección (cm^3) = 11,52 cm^3.
Vσ	Factor que tiene en cuenta el efecto dinámico = 0,67
Vr	Factor que tiene en cuenta el reenganche = 1,8.
F_{m3st}	Fuerza producida por el cortocircuito = 2513,50 N/m
/	Longitud del vano = 3,5 m

$$\sigma_m = 322{,}54 \text{ N/mm}^2$$

También, hay que calcular la tensión de trabajo total (σ_i) en el tubo, la cual viene 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 (m) = 3,5 m
Z	Módulo resistente de la sección (cm^3) = 11,52 cm^3
P	carga repartida que produce cada esfuerzo. (Fpc, Fh, Fv, Fs) (N/m)

Los resultados para cada una de las cargas son:

$$\sigma_{pc+h} = 15{,}41 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_v = 7{,}98 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 0 \text{ N/mm}^2$$

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 86 de 577

La suma de estas tensiones, teniendo en cuenta su dirección, da como resultado una tensión de módulo. A este resultado se suma la tensión de trabajo producida por el sismo. El resultado es:

$$\sigma_T = 330{,}88 \text{ N/mm}^2$$

Con este valor, se calcula el coeficiente de seguridad del tubo frente al límite de fluencia:

$$Cs = \frac{Rp_{0,2\%}}{\sigma_T}$$

Donde:

$Rp_{0,2\%}$ Límite de fluencia en N/mm^2 = 240 N/mm^2

σ_T Tensión total de trabajo en N/mm^2 = 330,88 N/mm^2

Sustituyendo estos valores, se tiene:

$$Cs = 0{,}73$$

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

$$\sigma_T \leq q \cdot Rp_{0,2\%}$$

Donde:

q = factor de resistencia del conductor, y se calcula como:

$$q = 1{,}7 \cdot \frac{1 - (1 - \left(\frac{D-d}{D}\right)^3)}{1 - (1 - \left(\frac{D-d}{D}\right)^4)}$$

Donde:

D Diámetro exterior = 63 mm

d Diámetro interior = 51 mm

$$q = 1{,}4$$

De esta forma se debe verificar que

$$330{,}8 \leq 1{,}40 \cdot 240 = 335{,}76 \text{ N/mm}^2 \text{ (CUMPLE)}$$

Con este resultado se verifica que el tubo cumple con el límite para esfuerzos en cortocircuito.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 87 de 577

7.4. REACCIONES SOBRE AISLADORES SOPORTES

Para realizar los cálculos de este apartado se aplica, como para el resto de los cálculos hechos, superposición de esfuerzos y además se pondera cada esfuerzo producido en un vano con un coeficiente de 0,5 según Norma CEI 865.

Las fuerzas a considerar en este caso son solo horizontales:

- Viento sobre el tubo:

$$F_v = 60{,}03 \text{ N/m}$$

- Esfuerzo en cortocircuito

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

$$F_{m3d} = 0{,}866 \times Vf \times Vr \times \frac{\mu_0 \times I_{p3}^2}{2 \times \pi \times a}$$

Donde:

Vf Factor de carga, dependiente de la frecuencia de vibración del tubo entre la frecuencia nominal fc/fn = 0,18. Según la Norma CEI-865, el valor de Vf = 0,74

Vr Factor que tiene en cuenta el reenganche = 1,45.

I_{p3} Intensidad de cresta de cortocircuito trifásico (A) = 80,81 kA.

A Distancia media entre fases. = 0,45 mts

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

$$F_{m3d} = 2716{,}90 \text{ N/m}$$

Los esfuerzos horizontales sobre el soporte valen:

$$F_{th} = (F_v + F_{m3d}) \cdot l \cdot \alpha$$

Donde:

α 0,5, como coeficiente de reparto para el soporte crítico en ambos vanos (soportes empotrados) según la Norma CEI 865, y en este caso.

/ Longitud media (3,5 m de vano).

F_v Fuerza del viento = 60,03 N/m

F_{m3} Fuerza de cortocircuito = 2716,90 N/m

$$F_{th} = 4.859{,}62 \text{ N}$$

Este esfuerzo se produce sobre el eje del tubo, que está situado 45 mm por encima de la cabeza del aislador, punto sobre el que el fabricante garantiza el esfuerzo. Por lo tanto,

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 88 de 577

$$F_{thn} = \frac{F_{th} \cdot (Altura\ aislador + Altura\ pieza\ soporte)}{Altura\ Aislador}$$

Altura aislador = 445 mm

Altura pieza soporte = 45 mm

F_{thn} = 5351,02 N

considerando además la fuerza que el viento ejercen sobre la superficie total del aislador y haciendo un reparto de cargas para aplicar dicha fuerza en la cabeza del aislador obtenemos:

$$F_{va} = L_a \times D_a \times P_v \times 0{,}5$$

donde:

L_a longitud del aislador en m = 0,445

D_a diámetro medio del aislador en m = 0,205

P_v presión del viento en N / m^2 = 952,78

F_{va} = 86,92 N

- Sismo

No aplica:

$$Fas = 0$$

El aislador trabajará en las peores condiciones sometido a un esfuerzo de:

$$F_{total\ aislador} = F_{thn} + F_{va} + F_{as}$$

$F_{total\ aislador}$ = 5,437,96 N

Siendo esta fuerza menor que la carga de rotura a flexión del aislador (6.000 N), se cumple las condiciones de diseño, siendo el factor de seguridad:

$$Cas = \frac{6.000}{2.716{,}22} = 1{,}10$$

7.5. FLECHA EN EL TUBO

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

$$f_{MAX} = \frac{1}{185} \cdot \frac{P \cdot l^4}{E \cdot J}$$

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 89 de 577

Donde:

P Carga vertical distribuida (F_{pc} + F_h) =130,23 N/m

/ Longitud del vano (m) = 3,5 m

E Módulo de Young (N/mm^2) = 122.000 N/mm^2

J Inercia de la sección (cm^4) = 44,12 cm^4

La carga a considerar en este caso es el peso propio del tubo.

Sustituyendo,

$$f_{MÁX} = 0{,}00019 \text{ m } (0{,}19 \text{ cm})$$

7.6. ELONGACIÓN DEL EMBARRADO

El tubo que forma el embarrado, por efectos térmicos se dilatará, de acuerdo con la expresión:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta$$

Donde:

l_0 = longitud inicial del tubo (m) = 3,5 m

α = coeficiente de dilatación lineal del tubo = 0,017 mm/m ºC

$\Delta\theta$ = incremento de temperatura entre la de montaje (35º) y la de servicio (80º)

En estas condiciones,

$$\Delta l = 2{,}68 \text{ mm.}$$

7.7. ESFUERZO TÉRMICO EN CORTOCIRCUITO

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

$$I_\theta = I_p \cdot \sqrt{m+n}$$

Donde:

m y n son coeficientes térmicos de disipación, que valen 0,097 y 2,5654, respectivamente

Ip Corriente de cortocircuito pico = 80,81 kA

$$I_\theta = 131{,}86 \text{ kA.}$$

Este valor debe ser menor que la capacidad térmica del tubo, con densidad de corriente en cortocircuito r de 160 A/mm^2 (proceso adiabático).

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 90 de 577

Para el tubo actual, la capacidad térmica es:

$$Sth = S \cdot \rho_{\square} \ <kA>$$

Sth Capacidad térmica

S Sección en mm^2 = 1.074 mm^2

$\rho_{\square}$ Densidad de corriente del material = 160 A/mm^2 (Cobre)

Sth = 171,84 kA

Se verifica la condición de que Sth > I_{θ}.

7.8. INTENSIDAD NOMINAL DE LAS BARRAS

La intensidad nominal teórica del tubo elegido, según fabricante es de 1.939 A con 30º C de temperatura ambiente y 85ºC de temperatura de trabajo del tubo.
Según la norma DIN 43670, esta intensidad debe ser corregida con distintos factores en función de la composición del tubo, la altitud, y la temperatura máxima de trabajo (Según ITC RAT 5).

Así, deben tenerse en cuenta los siguientes factores:
Según la citada norma,

$$I_{máx} = In \cdot k1 \cdot k2 \cdot k3 \cdot k4.$$

k1 = 0,925 por la aleación elegida
k2 = 1,25 para temperatura final de 85 ºC
k3 = 1 por ser tubo
k4 = 0,94 para instalación a más de 1000 m.s.n.m.

$$I_{máx} = 2.107 \text{ A} – 109,5 \text{ MVA}.$$

Se verifica que la $S_{nb} > S_{trf}$ (60 MVA)

8. DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS MÍNIMAS EN EMBARRADOS TENDIDOS

8.1. HIPÓTESIS DE DISEÑO

8.1.1. PARQUE DE 132KV

Características de los conductores flexibles de 132kV:
La intensidad máxima se dará en la posición de línea y será de 743 Amperios. En las demás posiciones se empleará el mismo tipo de conductor a pesar de que las intensidades sean inferiores.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 91 de 577

Posiciones de transformador y línea

- Número de conductores por fase: 1
- Denominación: LA-455
- Área del conductor: 454,50 mm^2
- Diámetro exterior: 27,72 mm.
- Peso: 1,491 daN/m.
- Carga de rotura: 12.400 daN.
- Módulo de elasticidad: 6.900 daN/mm^2.
- Resistencia eléctrica a 20 ºC: 0.0718 Ohm/km.
- Intensidad máxima admisible: 798 A.

8.1.2. PARQUE DE 30KV

Características de los conductores de 30kV:

- Transformador 1 40/50MVA (962,3A)
  - Conductores por fase 3
  - Denominación: Al aislado RHZ1
  - Área del conductor: 630 mm^2
  - Diámetro exterior: 57,6 mm.
  - Peso: 3600 kg/km.
  - Intensidad máxima admisible (con factores de temperatura , Nº ternas y profundidad de instalación: 1107,87 A.

- Transformador 2 45/55MVA (1058,5A)
  - Conductores por fase 3
  - Denominación: Al aislado RHZ1
  - Área del conductor: 630 mm^2
  - Diámetro exterior: 57,6 mm.
  - Peso: 3600 kg/km.
  - Intensidad máxima admisible (con factores de
  - temperatura , Nº ternas y profundidad de instalación: 1107,87 A.

- Transformador 3 45/55MVA (1058,5A)
  - Conductores por fase 3
  - Denominación: Al aislado RHZ1
  - Área del conductor: 630 mm^2
  - Diámetro exterior: 57,6 mm.
  - Peso: 3600 kg/km.
  - Intensidad máxima admisible (con factores de

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 92 de 577

- temperatura , Nº ternas y profundidad de instalación: 1107,87 A.

- Transformador 4 20MVA (385A)
  - Conductores por fase 1
  - Denominación: Al aislado RHZ1
  - Área del conductor: 630 mm^2
  - Diámetro exterior: 57,6 mm.
  - Peso: 3600 kg/km.
  - Intensidad máxima admisible (con factores de
  - temperatura , Nº ternas y profundidad de instalación: 422 A.

- Transformador 5 10MVA (192,5A)
  - Conductores por fase 1
  - Denominación: Al aislado RHZ1
  - Área del conductor: 240 mm^2
  - Diámetro exterior: 44.3 mm.
  - Peso: 1990 kg/km.
  - Intensidad máxima admisible (con factores de
  - temperatura , Nº ternas y profundidad de instalación: 248 A.

8.2. EFECTO EN CONDUCTORES POR CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

La máxima corriente de cortocircuito admisible por el conductor se calcula mediante la expresión:

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

Donde:

K: coeficiente dependiente del tipo de conductor: 94 A/mm2 para Aluminio.
S: sección del conductor en mm^2: 454,50 mm^2.
T: duración del cortocircuito en segundos: 1 seg.

Para este caso la intensidad máxima que puede pasar por el cable es de:

Icc = 42,72 kA, para un conductor.
Icc = 2x42,72 kA = 85,45 kA, para dos conductores.

Por lo tanto, al ser una intensidad de cortocircuito superior a 31,5 kA, corriente de diseño del sistema de 132 kV y de 30 KV, se valida este conductor según este criterio.

8.3. APROXIMACIÓN DE CONDUCTORES

Se adoptarán las distancias indicadas en el reglamento RLAT-ITC 07 y MIE-RAT-12.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 93 de 577

Entre ejes de conductores

La distancia mínima elegida como aislamiento, se elige para cubrir los requisitos de impulso tipo maniobra, más el ancho de los conductores, más el ancho de las piezas de sujeción del embarrado, más el ancho de las cabezas de aparamenta, etc.

Por tanto, la distancia para conductores rígidos, que no oscilaran por viento ni por cortocircuito, será de 3,2 m. entre ejes de aparellaje en 132kV, cuando la mínima exigida es de 1,32 m.

Entre ejes de conductores flexibles, es decir, entre ejes de los conductores tendidos, la distancia inicial elegida será de 3 m. y 0,45 m. para 132kV y 30kV, respectivamente. Para la que habrá que comprobar que cumple con los requisitos de la norma UNE 207003:

- Si los conductores se balancean bajo la influencia del viento deben mantenerse como mínimo el 75% de las distancias mínimas de aislamiento:

  En 132kV: 0,75 x 1,1 = 0,825 m.
  En 30kV: 0,75 x 0,32 = 0,24 m.

- Si los conductores se balancean bajo la influencia de las fuerzas de cortocircuito, deben mantenerse al menos el 50% de las distancias mínimas de aislamiento:

  En 132kV: 0,5 x 1,1 = 0,55 m.
  En 30kV: 0,5 x 0,32 = 0,16 m.

Entre fases

Según RLAT-ITC 07, las distancias entre fases debe cumplir la siguiente fórmula:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{PP}$$

Donde:

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento (K = 0,7).
K' = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea (K' = 0,85 para líneas de categoría especial).
F = flecha máxima en metros (F = 0,033 m)
L = longitud en metros de la cadena de suspensión = 0, en el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 94 de 577

Dpp = distancia mínima aérea para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido (Dpp = 1,4 m.)
La distancia mínima exigida entre fases será de 1,32 m. En el caso de nuestra subestación, la distancia entre fases elegida será de 3,2 m.

8.4. DISTANCIA MÍNIMA

8.4.1. DISTANCIAS MÍNIMAS A ADOPTAR

Se adoptarán las distancias indicadas en el reglamento RLAT-ITC 07 y MIE-RAT-15.

8.4.1.1. EMBARRADO DE 132 KV

Altura de embarrados bajos

El Reglamento exige una altura mínima de elementos en tensión no protegidos sobre pasillos de 3,60 m. En nuestro caso se elegirá la altura de 4,5 m.
Altura embarrados altos

Esta distancia será teóricamente la de los embarrados bajos más la de los aisladores, pues cuando uno de los dos esté en tensión y el otro no, será como una distancia de aislamiento fase-tierra.

Habría que tener en cuenta la flecha de los embarrados, pero como no se permite colocar un conductor rígido con una flecha superior a l/300 del vano, la flecha se considerará despreciable.

Siendo la mínima exigida 4,5+1,5=6,00 m. Y en nuestro caso se ha optado por una altura de 7,0 m.

8.4.1.2. EMBARRADO DE 30 KV

Altura de embarrados bajos
El Reglamento exige una altura mínima de elementos en tensión no protegidos sobre pasillos de 2,82 m. En nuestro caso se elegirá la altura de 4,5 m.

9. RED DE TIERRAS

9.1. HIPÓTESIS DE DISEÑO

Para el cálculo de la red de tierras se tendrán en cuenta los valores máximos de tensiones de paso y contacto que establece el reglamento de Centros de Transformación, en su artículo MIE-RAT 13, así como la norma IEEE-80-2000: “IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding”.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 95 de 577

9.2. RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Se considerará a efectos de cálculo una resistividad del terreno de 100 Ω·m.

9.3. RED DE TIERRAS INFERIORES

9.3.1. TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES

Los datos utilizados para el cálculo de la red de tierras son:

Tiempo de despeje de la falta (t): 0,5 s.

Intensidad de falta monofásica a tierra 6,3 kA

Resistividad de la capa superficial (grava): 3000 Ω·m.

Según el MIE-RAT 13, las tensiones de paso y contacto máximas admisibles son:

$$\text{Tensión de paso: } U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1.000}\right]$$

$$\text{Tensión de contacto: } U_c = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1{,}5 \cdot \rho_s}{1.000}\right]$$

Dónde:

R_{a1} Es la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se tomará como valor de referencia 2.000 Ω.

ρ_s Es la resistividad del suelo cerca de la superficie. Se calcula cómo $\rho_s = \rho^* \cdot C_s$,

Donde:

C_s coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.

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

Donde:

h_s Espesor de la capa superficial, en metros = 0,1 m

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 96 de 577

ρ Resistividad del terreno natural = 150 Ω·mts

ρ^* Resistividad de la capa superficial = 3000 Ω·mts

U_{ca} Tensión de contacto aplicada admisible, la tensión que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies. Para una falla con tiempo de despejes de 1 seg, se tiene por norma MIE-RAT 13, que la U_{ca} = 204 V

U_p Tensión de paso máxima admisible.

U_c Tensión de contacto máxima admisible.

Resolviendo las anteriores ecuaciones nos dan los siguientes resultados:

C_s = 0,67

ρ_s = 1.995 Ω · mts

$U_{p\ admisible}$ = 13.880,63 V

$U_{c\ admisible}$ = 427,27 V

Según IEEE-80-2000 dichos valores son (para una persona de 70 kg):

Tensión de paso: (para una persona de 70 kg)

$$E_{step\ admisible} = (1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot \frac{0{,}157}{\sqrt{t_s}}$$

Tensión de contacto: (para una persona de 70 kg)

$$E_{touch\ admisible} = (1000 + 1{,}5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \cdot \frac{0{,}157}{\sqrt{t_s}}$$

Donde:

$\rho_s = \rho^*$ (Solo para el caso de IEEE)

Siendo C_s el factor de reducción siguiente:

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

Cs = 0,67

$E_{step\ admisible}$ = 2.036,69 V

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 97 de 577

$$E_{touch\ admisible} = 626{,}92\ V$$

9.3.2. CÁCULO DE LA RED DE TIERRAS

9.3.2.1. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA (Rg)

Para calcular la resistencia de la red de tierra utilizaremos los métodos de $R_{MIE\text{-}RAT\ 13}$ y de la IEEE .std 80-2000

- Método $_{MIE\text{-}RAT\ 13}$

$$Rg_{MIE-RAT\ 13} = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L}$$

Donde

ρ Resistividad del terreno en Ω·m = 100 Ω ·m

L Longitud total de conductor enterrado Lc= (n1*L2) + (n2*L1)+Lpm = 3.262,50 m

r Radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla. Siendo el área = 8.455 m^2

$$Rg_{MIE\text{-}RAT\ 13} = 0{,}51\ \Omega$$

- Método IEEE STD.80 2000

$$Rg_{IEEE\ STD.80-2000} = \rho \cdot \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{\frac{20}{A}}}\right)\right)$$

Donde:

ρ Resistividad del terreno (Ω·m) = 100 Ω·m

L Longitud total de conductor enterrado Lc= (n1*L2) + (n2*L1)+Lpm = 3.255 m

h Profundidad de enterramiento del conductor (m) = 0,8 m

A Superficie ocupada por la malla (m^2) = 8.455 m^2

$$Rg_{IEEE\ STD.80\ 2000} = 0{,}52\ \Omega$$

Se ha considerado la malla de nueva instalación, compuesta por cable de Cu de 120 mm^2. El diámetro de este conductor es 0,0126 m.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 98 de 577

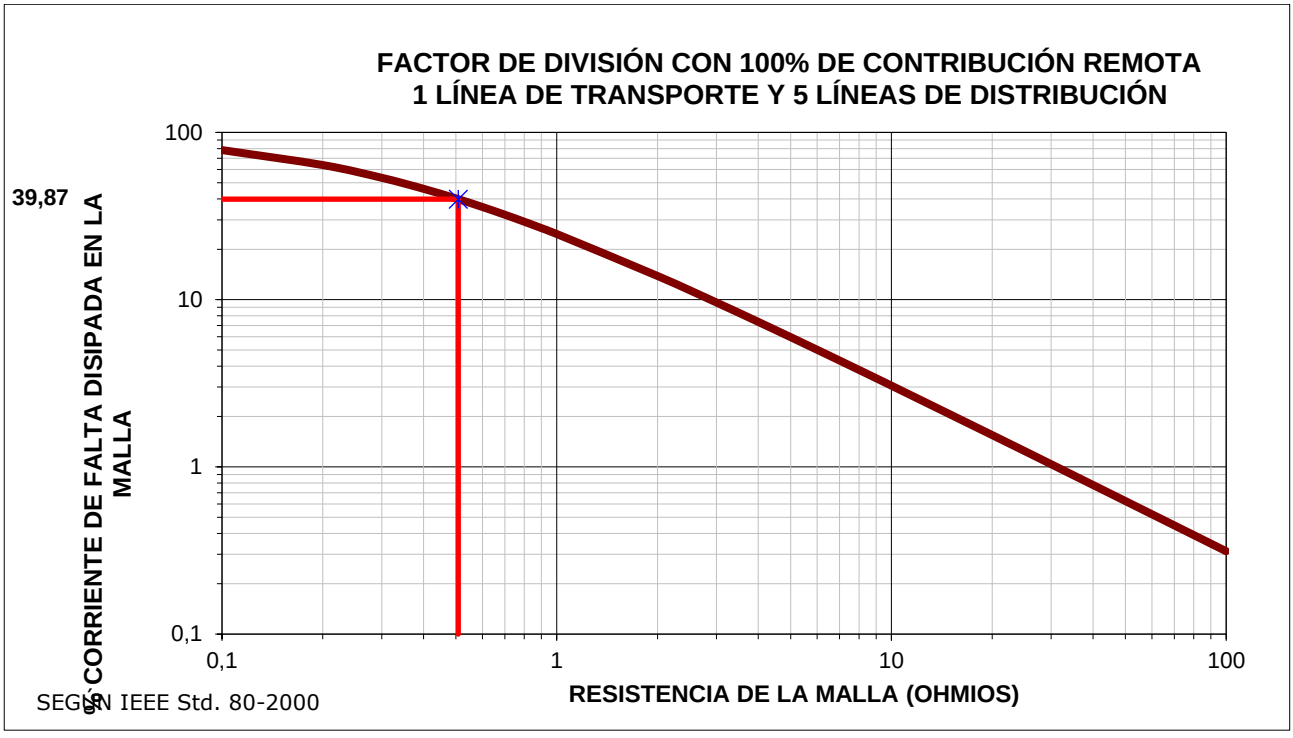
9.3.2.2. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA

El valor tomado de intensidad de cortorcircuito para la subestación Medinaceli , propiedad de REE, es 15 kA. Se trasladará este valor de corriente de cortocircuito a la subestación Hazapierna aplicando sobre este valor se consideran los siguientes factores:

- Factor de incremento (Cp) por futuras ampliaciones del sistema lo consideramos en 1,3.

- Según la norma IEEE std.80-2000 se puede aplicar un factor de reducción (S_f) en función de los contribución de la intensidad de cortocircuito por los caminos de retornos adicionales que suponen los hilos de guarda de las líneas de transmisión que llegan a la subestación. Para este caso se adopta un 100% de contribución remota con una resistencia de las torres de transmisión a tierra de 15 Ω.

Para determinar esta reducción se utiliza el gráfico siguiente, partiendo de la resistencia de puesta a tierra (Rg) y el número de líneas de transmisión y de distribución (en este caso se tiene que la subestación tiene 1 línea de transmisión y 5 de distribución).



Teniendo que la resistencia de puesta a tierra es 0,52, se obtiene un factor resultante es 45.86%

Por lo tanto la intensidad total disipada por la malla será:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 99 de 577

Intensidad de malla:

$$Ig = 15\ kA \times 1,3 \times 0.45 = 3,76\ kA$$

9.3.2.3. EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Utilizando el estándar IEEE 80, se pueden calcular los valores previstos de tensiones de paso y contacto para 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 (ρ) 100 Ω·m
- Espaciado medio entre conductores enterrado (D) 5.5 m
- Profundidad del conductor enterrado (h) 0,8 m
- Diámetro del conductor (95 mm^2) (d) 0,0126 m
- Longitud del conductor enterrado (malla+picas) (Lc) 3.254 m
- Intensidad de defecto (Ig) 3,84 kA

Partiendo de los valores indicados, e introducidos en las fórmulas desarrolladas en la norma IEEE std.80 2000, se obtienen los siguientes valores intermedios:

n = Nº de conductores equivalente en una dirección: $n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$

Donde:

$$n_a = \frac{2*Lc}{Lp}$$

$$n_b = \sqrt{\frac{Lp}{4x\sqrt{A}}}$$

n_c = 1 para mallas cuadradas y rectangulares

n_d = 1 para mallas cuadradas, rectangulares y en forma de L

Donde,

Lp Longitud del perímetro de la malla = 369,2 m

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 100 de 577

Resolviendo,

n_a = 17,66

n_b = 1,00

Nº de conductores equivalente en una dirección = 7,84

El factor de espaciamiento de la malla para la tensión de paso (K_s) se calcula como:

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

Sustituyendo y resolviendo tenemos que: K_s = 0,30

El factor de espaciamiento de la malla para la tensión de contacto (K_m) se calcula como:

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

Donde:

$$K_h = \sqrt{1+\frac{h}{h_0}} = 1{,}34 \text{ siendo } h_0 \text{ igual a } 1$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n)^{\frac{2}{n}}} = 1{,}00$$

Sustituyendo y resolviendo tenemos que: K_m = 0,59

El factor de corrección por la geometría de la malla (K_i) se calcula como:

$$K_i = 0{,}644 + 0{,}148 \cdot n = 3{,}26$$

De acuerdo con la IEEE std. 80-2000, la ecuación que permite obtener el valor de la tensión de paso prevista es:

$$E_{PASO} = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L_S}$$

Siendo

$$L_s = 0{,}75 \cdot L_c + 0{,}85 \cdot L_R$$

Donde,

L_C Longitud total de conductor enterrado (m) = 3.267 m

L_R Longitud total de las picas enterradas (m) = 0 m

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 101 de 577

Sustituyendo:

Tensión de paso prevista:

$$E_{paso\ prevista} = 155{,}57\ V$$

Y la ecuación que permite obtener la tensión de contacto:

$$E_{CONTACTO} = \rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L_m}$$

Siendo Lm = L, debido a que no se contemplan picas de tierra. Resolviendo la ecuación tenemos:

Tensión de contacto prevista:

$$E_{contacto\ prevista} = 217{,}37\ V$$

Se verifica que $E_{contacto\ prevista} < Uc_{admisible}$ y que $E_{paso\ prevista} < Up_{admisible}$

9.3.2.4. SECCIÓN MÍNIMA DEL CONDUCTOR

Para determinar la sección mínima del conductor se utiliza la expresión que indica norma IEEE std. 80 2000, para conductores de cobre:

$$A = I \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r}\right) \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}}$$

Donde:

I	Es la intensidad de cortocircuito en kA
t_c	Tiempo máximo de falta = 0,5 s
t_m	Temp. máxima que pueden alcanzar el conductor y las uniones = 200 ºC (Según norma MIE RAT-13)
T_a	Temperatura ambiente = 45 ºC
TCAP	Capacidad Térmica del conductor 3,42 J/cm3·ºC (Ver tabla 1 de IEEE-80-2000)
α_r	coeficiente térmico de resistividad a 20 ºC, 0,00381 1/ºC (Ver tabla 1 de IEEE-80-2000)
ρ_r	resistencia del conductor a 20 ºC; 1,78 μΩ·cm (Ver tabla 1 de IEEE std.80-2000)
K_o	inversa del coef. Térmico de resistividad a 0 ºC. 242 (Ver tabla 1 de IEEE std.80-2000)
A	Sección mínima del conductor (mm^2)

Sustituyendo estos valores tenemos que:

Sección mínima del conductor:

$$A = 52{,}62\ mm^2$$

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 102 de 577

La sección mínima necesaria es menor que 120 mm2 del cable de Cu que se va a utilizar, por lo que no habría problemas.

Por otro lado, la densidad de corriente máxima que puede soportar el cable de Cu es de 160 A/mm2. Entonces para el cable de 120 mm2 la máxima intensidad que puede circular es de:

$$I_{máx} = 2 \cdot 160 \cdot 120 = 38{,}4 \text{ kA.}$$

El anterior valor es mayor que la corriente de falta prevista. Se utiliza la mitad del valor, ya que el diseño de la malla se establece de forma que en cada punto de p. a t. llegan al menos dos conductores.

9.3.3. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos los valores de las tensiones de paso y contacto están por debajo de los permitidos por el MIE-RAT 13, y del IEEE STD. 80 2000, por lo que no habría problemas.

De todas formas, se medirán de forma práctica los valores de las tensiones de paso y contacto, una vez construida la Subestación, para asegurarse de que no hay peligro en ningún punto de la instalación.

9.4. RED DE TIERRAS SUPERIORES.

El objetivo de este capítulo es presentar la metodología y los cálculos necesarios para el diseño del sistema de protección contra descargas atmosféricas para la Subestación de Hazapierna 132/30 kV, así como la verificación de que dicho sistema protege eficazmente todas las áreas y equipos situados dentro de la subestación.

Se presentarán los cálculos del Sistema de Protección contra Descargas Atmosféricas de la Subestación Hazapierna 132/30 kV.

La normativa en la que se basa el cálculo del Sistema de Protección contra Descargas Atmosféricas, se indica a continuación, considerándose válida la última edición vigente de las mismas:

- IEC 61024-1-1: “Protection of structures against Lighting. Part I: Guide A- Selection of Protection Levels for Lighting Protection Systems.”

- UNE 21186: Protección contra el rayo: Pararrayos con dispositivo de cebado.

9.4.1. METODOLOGÍA Y CÁLCULO

Un sistema de Protección contra el rayo (SPCR) tiene cuatro objetivos básicos:

1. Capturar el rayo.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023

2. Conducir la corriente del rayo de forma segura a tierra.
3. Disipar la corriente del rayo en tierra.
4. Proteger contra los efectos secundarios del rayo.

Para la elección del pararrayos, se sigue el método conocido como “La esfera rodante”. Este método está basado en un modelo electrogeométrico que asume que el último tramo del trazador descendente puede propagarse hacia cualquier dirección.

El modelo se representa con una esfera (de radio variable según el nivel requerido) cuyo centro es la punta del rayo.

Esta esfera se hace rodar por la superficie exterior de la zona a proteger, de forma que los puntos en contacto con la esfera son susceptibles de recibir el impacto de un rayo.

9.4.2. CÁLCULO DEL NIVEL DE PROTECCIÓN

9.4.2.1. FRECUENCIA ESPERADA DE IMPACTOS DIRECTOS DE RAYOS (ND) EN LA SUBESTACIÓN.

La frecuencia anual media de impactos directos sobre la superficie de la subestación N_d, se evalúa de acuerdo a la norma UNE 21186, a partir de la siguiente expresión:

$$[1]\ N_d = N_g \cdot 1{,}1 \cdot A_d \cdot C_d \cdot 10^{-6}/\text{año}$$

Donde:

N_g: es la densidad anual media de impactos de rayo por km^2 en la región donde está situada la subestación.

1,1: es el coeficiente de seguridad ligado a la evaluación de impactos.

A_d: Es la superficie de la subestación en m^2.

C_d: Es el coeficiente relacionado con el entorno.

- Área de la Subestación

La subestación en estudio tiene una superficie de 8450 m^2 aproximadamente, con lo cual:

$$Ad = 8.450$$

- Coeficiente relacionado con el entorno

Para el cálculo del coeficiente C_d, se debe fijar, de acuerdo a la norma UNE 21186, la situación relativa de acuerdo a los criterios de la tabla 2 que apliquen.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 104 de 577

Situación relativa	C_d
Estructura situada en un espacio donde hay otras estructuras o árboles de la misma altura o más altos.	0.5
Estructuras aisladas: Ninguna otra estructura en los alrededores	1
Estructura aisladas situada sobre una colina o promontorio	2

Tabla 2. Coeficiente relacionado con el entorno

El valor del coeficiente Cd, se determinó teniendo en cuenta que la instalación en estudio es una subestación en la cual no existen estructuras en los alrededores, resultando:

$$C_d=2$$

- Densidad anual media de impactos de rayos

La densidad anual media de impactos de rayos en la región, N_g, se obtiene del "Documento Básico SU 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo" del Código Técnico de la Edificación.

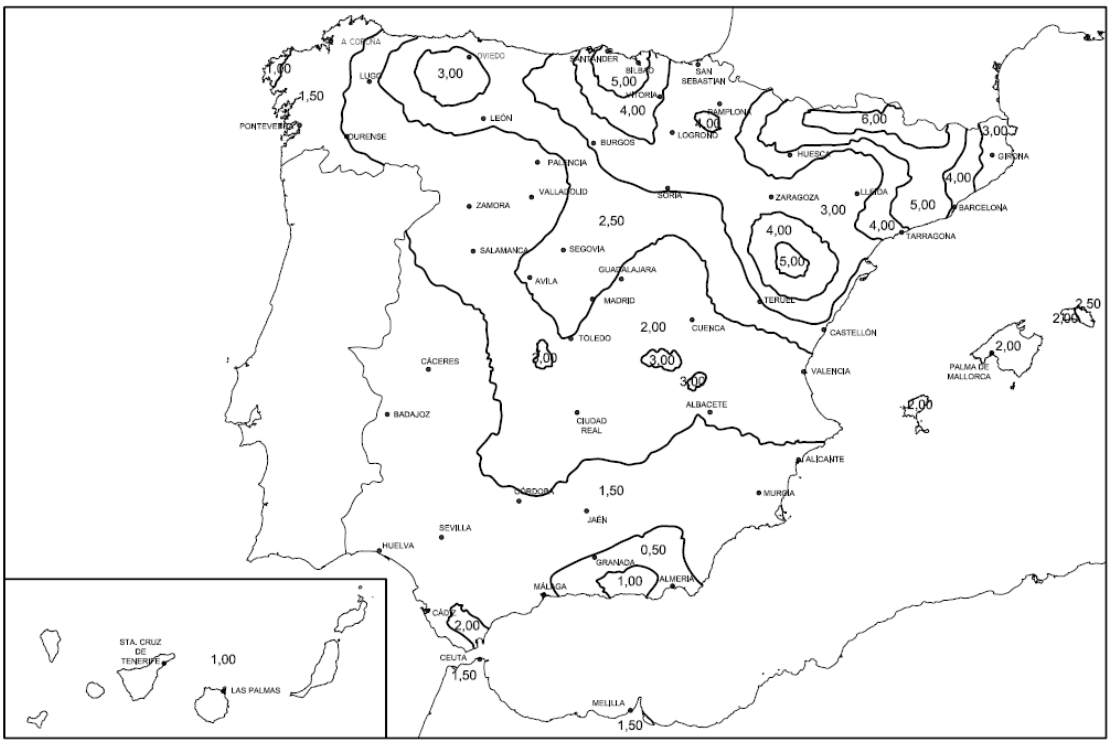


Figura 1. Mapa de densidad anual media de impactos sobre el terreno Ng.

Para el término municipal de Nepas, en la provincia de Soria, el valor es:

$$N_g = 2{,}5 \quad \text{Impactos / año km}^2$$

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 105 de 577

Al sustituir los parámetros A_d, C_d y N_g en la expresión [1], se tiene que la frecuencia anual media de impactos sobre la subestación Hazapierna 132/30 kV es:

$$[1]\ N_d = N_g \cdot 1{,}1 \cdot A_d \cdot C_d \cdot 10^{-6}/\text{año}$$

$$[1]\ N_d = 2 * 1{,}1 * 1.769 * 2 * 10^{-6}/\text{año}$$

N_d =0,0083 / año

9.4.2.2. FRECUENCIA ACEPTABLE DE RAYOS (NC) SOBRE UNA ESTRUCTURA

El valor de N_c se calcula, de acuerdo a la norma UNE 21186, de acuerdo a la expresión:

$$[2]\ N_c = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{C}$$

Siendo C,

$$[3]\ C = C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5$$

El parámetro C se estima a través del análisis del riesgo de daños teniendo en cuenta varios factores, entre los que se encuentran:

- El tipo de construcción. (C_2)

En las siguientes tablas se selecciona, de acuerdo a la norma UNE 21186, de acuerdo a los requerimientos de la instalación, los valores de estos coeficientes:

Suelo				
		Metálico	No Metálico	Inflamable
Estructura	Metálico	0,5	1	2
	No Metálico	1	1	2,5
	Inflamable	2	2,5	3

Tabla 3. Coeficiente C_2.

La subestación se considera una estructura metálica con suelo no metálico, por lo cual:

C_2=1.

- El contenido de la estructura. (C_3)

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 106 de 577

La importancia de una instalación, de acuerdo con la norma UNE 21186, depende del valor material y del grado de inflamabilidad contenido en la instalación. El coeficiente C3 relaciona lo anterior en la siguiente tabla:

Valor de la Instalación	C_3
Sin valor o no inflamable	0.5
Valor común o normalmente inflamable	2
Gran valor o particularmente inflamable	5
Valor excepcional, irremplazable o muy inflamable, explosivo	10

Tabla 4. Coeficiente C_3.

La subestación en estudio se considera una instalación de gran valor y particularmente inflamable, con lo cual:

$$C_3=5$$

- La ocupación de la estructura. (C_4)

Para la selección del nivel de protección contra descargas atmosféricas se requiere considerar, entre otras cosas, la ocupación de la estructura a proteger. En este caso, el coeficiente C_4, de acuerdo a la norma UNE 21186, relaciona lo anterior en la tabla 5 ante diferentes escenarios de ocupación.

Ocupación	C_4
Sin ocupar	0.5
Normalmente ocupada	3
De difícil evacuación o riesgo de pánico	7

Tabla 5. Coeficiente C_4.

En este caso, la subestación en estudio se considera una estructura desocupada, por lo cual se ha seleccionado el coeficiente de ocupación C_4 igual a:

$$C_4=0,5$$

- Las consecuencias sobre el entorno. (C_5)

En aras de seleccionar adecuadamente la protección contra descargas atmosféricas, se deberán prever las consecuencias que tiene sobre el entorno la interrupción del servicio de que presta la instalación. En

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 107 de 577

este caso, el coeficiente C_6, de acuerdo a la norma UNE 21186, relaciona lo anterior en la tabla 6, tal como sigue:

Consecuencias sobre el entorno	C_5
Sin necesidad de continuidad en el servicio y alguna consecuencia sobre el entorno	1
Necesidad de continuidad en el servicio y alguna consecuencia sobre el entorno	5
Consecuencia para el entorno	10

Tabla 6. Coeficiente C_5.

La interrupción del servicio eléctrico de la subestación Hazapierna 132/30 kV podría afectar al entorno, por lo cual el coeficiente C_5 resulta:

$$C_5=5.$$

Por tanto, el parámetro C tomará el siguiente valor:

$$[3]\ C = C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5$$

$$[3]\ C = 1 \cdot 5 \cdot 0{,}5 \cdot 5$$

$$C = 12{,}5$$

Al sustituir C, en la expresión para el cálculo de la frecuencia aceptable de impactos sobre la estructura, se tiene que:

$$[2]\ \ N_C = \frac{2{,}5 \cdot 10^{-3}}{12{,}5}$$

$$Nc = 0{,}00012$$

9.4.2.3. SELECCIÓN DEL NIVEL DE PROTECCIÓN

El valor de la frecuencia aceptable de rayos N_c será comparable con el valor de la frecuencia esperada de rayos sobre la estructura N_d.

Esta comparación permite decidir si es necesario un sistema de protección contra el rayo y, si lo es, qué nivel de protección:

Si $N_d \leq N_c$, el sistema de protección no es necesario.

Si $N_d > N_c$, se debe instalar un SPCR de eficiencia:

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 108 de 577

$$Nd = 0{,}0083 > Nc = 0{,}00012$$

En este caso, es necesario instalar una protección contra descargas atmosféricas, para ello, se deberá calcular la eficacia que el dispositivo requiera y con base a este valor, determinar el nivel de protección.

La eficacia vendrá dada por la expresión:

$$E \geq 1 - \frac{N_C}{N_d}$$

Sustituyendo los valores de N_c y N_d, se obtiene:

$$E \geq 1 - \frac{0{,}00012}{0{,}0083}$$

$$E = 0{,}9855$$

En este caso, se observa que la eficacia calculada es menor que 0,98. Ubicando este valor en la tabla 7, el nivel de protección requerido en la Subestación Hazapierna 132/30 kV es **Nivel I.**

Nivel de Protección	Eficacia Calculada: E
Nivel I	E > 0,98
Nivel II	0,95 < E ≤ 0,98
Nivel III	0,80 < E ≤ 0,95
Nivel IV	0 < E ≤ 0,80

Tabla 7. Niveles de protección.

9.4.2.4. CÁLCULO DE ZONA DE PROTECCIÓN.

El sistema de protección contra descargas atmosféricas de la subestación Hazapierna 132/30 kV constará de puntas Franklin con dispositivo de cebado ubicadas en un mástil en medio del parque de intemperie.

El radio de protección de un PDC depende de su altura (h) en relación con la superficie a proteger, de su avance de cebado y del nivel de protección elegido, tal como indica la siguiente expresión:

$$R_p = \sqrt{2Dh - h^2 + \Delta L(2D + \Delta L)}$$, para h ≥ 5 m.

Donde,

Rp es el radio de protección.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 109 de 577

h es la altura de la punta del PDC en relación al plano horizontal que pasa por el vértice del elemento a proteger.

D para un Nivel de Protección I, D = 30 m.

ΔL $\Delta L = v \cdot \Delta t$

Siendo "Δt" la ganancia en el instante de cebado del trazador ascendente continuo, y "v" la velocidad de propagación de los trazadores e igual a 1 m/μs.

La subestación se protegerá con una punta captadora con dispositivo de cebado (altura=1m) ubicada sobre un mástil, que tiene una altura de 19 metros, por lo tanto, la altura de la punta captadora será de 20m.

Calculando el radio de protección para la altura del transformador, el cual es el equipo más alto en la subestación, y que tiene una altura de 7 metros y un dispositivo de cebado con una ganancia de 60 μs.:

$$R_p = \sqrt{2 \times 20 \times 20 - 20^2 + 60(2 \times 20 + 60)}$$

$$R_p = 80\ m$$

Madrid, junio de 2023



D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado N° 3675 IngenierosVA



ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 110 de 577

2.2. Cálculo de campos magnéticos
Subestación Hazapierna

Junio 2023

capital energy

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 11 de 577

Índice

2.2 Estudio de campos magnéticos 3

1. Objetivo 3
2. Introducción 3
3. Normativa y recomendaciones internacionales 4
4. Límites de exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos 4
   - 4.1. Restricciones básicas ..... ¡Error! Marcador no definido.
   - 4.2. Niveles de referencia ..... ¡Error! Marcador no definido.
5. Criterios de diseño 6
6. Cálculos 7
   - 6.1. Descripción general 7
   - 6.2. Cálculo del campo magnético en la red colectora de 30kV 7
     - 6.2.1. Características 7
     - 6.2.2. Cálculo del campo magnético ..... ¡Error! Marcador no definido.
   - 6.3. Conclusiones 8

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 12 de 577

Estudio de campos magnéticos

1. Objetivo

Con el fin de conocer los posibles riesgos, tanto para la salud como para el medioambiente, es importante estudiar los campos electromagnéticos producidos por las infraestructuras eléctricas.

Este estudio tiene por objeto realizar el cálculo de los campos magnéticos producidos en la Subestación Eléctrica Hazapierna.

Los niveles de tensión de la subestación son 30 kV (red colectora de los parques eólicos y del parque fotovoltaico) y 132 kV (evacuación de los parques eólicos y del parque fotovoltaico).

Para determinar los niveles del campo magnético producidos por las redes de media y alta tensión en estudio, se ha empleado el programa informático CRMAG, para el cálculo y representación tridimensional de los campos magnéticos producidos por la circulación de corrientes en instalaciones eléctricas

2. Introducción

En física se denomina 'campo' a la zona del espacio donde se manifiestan fuerzas; por ejemplo, el campo gravitatorio sería la zona donde hay una fuerza gravitatoria, responsable de que los cuerpos tengan un determinado peso. Asimismo, un campo electromagnético es una zona donde existen campos eléctricos y magnéticos, creados por las cargas eléctricas y su movimiento, respectivamente.

Los campos electromagnéticos se dan de forma natural en nuestro entorno, y nuestro organismo está habituado a convivir con ellos a lo largo de nuestras vidas; por ejemplo, el campo eléctrico y magnético estático natural de la Tierra, los rayos X y gamma provenientes del espacio y los rayos infrarrojos y ultravioletas que emite el Sol, sin olvidarnos de que la propia luz visible es una radiación electromagnética.

Actualmente estamos sometidos también a numerosos tipos de campos electromagnéticos de origen artificial: radiofrecuencias utilizadas en la telefonía móvil, ondas de radio y televisión, sistemas antirrobo, detectores de metales, radares, mandos a distancia, comunicación inalámbrica y un largo etcétera.

Todos ellos forman parte del 'espectro electromagnético' y se diferencian en su frecuencia, que determina sus características físicas y, por lo tanto, los efectos biológicos que pueden producir en los organismos expuestos.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 113 de 577

A muy altas frecuencias la energía que transmite una onda electromagnética es tan elevada que puede llegar a dañar el material genético de la célula (ADN), siendo capaz de iniciar un proceso cancerígeno; éste es el caso de los rayos X. A las radiaciones situadas en esta zona del espectro se les conoce como 'ionizantes'.

Sin embargo, el sistema eléctrico funciona a una frecuencia extremadamente baja (50 Hz, ó 60 Hz en países como Estados Unidos, lo que se denomina “frecuencia industrial”), dentro de la región de las radiaciones no ionizantes del espectro, por lo que transmiten muy poca energía. Además, a frecuencias tan bajas el campo electromagnético no puede desplazarse (como lo hacen, por ejemplo, las ondas de radio), lo que implica que desaparece a corta distancia de la fuente que lo genera.

Al igual que cualquier otro equipo o aparato que funcione con energía eléctrica, las líneas eléctricas de alta tensión generan un campo eléctrico y magnético de frecuencia industrial. Su intensidad dependerá de diversos factores, como el voltaje, potencia eléctrica que transporta, geometría del apoyo, número de conductores, distancia de los cables al suelo, etc.

Las mediciones realizadas en las instalaciones de RED ELÉCTRICA proporcionan valores máximos -en el punto más cercano a los conductores- que oscilan entre 3-5 kV/m para el campo eléctrico y 1-15 µT para el campo magnético en las líneas a 400 kV. Además, la intensidad de campo disminuye muy rápidamente a medida que aumenta la distancia a los conductores: a 30 metros de distancia los niveles de campo eléctrico y magnético oscilan entre 0,2-2,0 kV/m y 0,1-3,0 µT respectivamente, siendo habitualmente inferiores a 0,2 kV/m y 0,3 µT a partir de 100 metros de distancia.

En el caso de las líneas a 220 kV estos valores son inferiores, registrándose en el punto más cercano a los conductores valores entre 1-3 kV/m para el campo eléctrico y 1-6 µT para el campo magnético. A 30 metros de distancia los niveles de campo eléctrico y magnético oscilan entre 0,1-0,5 kV/m y 0,1-1,5 µT, siendo generalmente inferiores a 0,1 kV/m y 0,2 µT a partir de 100 metros de distancia.

3. Normativa y recomendaciones internacionales

- 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, por el que se aprueba el” Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas 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

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023

recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μT)

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

✓ 1.-ITC-RAT-14. INSTLACIONES ELECTRICAS DE INTERIOR 4.7: Limitación de los campos magnéticos de la proximidad de instalaciones de alta tensión.

✓ 2.-ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELECTRICAS DE EXTERIOR 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de las instalaciones de alta tensión.

✓ 3.-ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS 3.2.1: Memoria.

- Norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, "Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia"
- Norma UNE20833 de abril de 1997:" Medida de los campos eléctricos a frecuencia industrial".
- Norma UNE-EN 62110 de mayo de 2013. "Campos eléctricos y magnéticos generados por sistemas de alimentación en corriente alterna. Procedimientos de medida de los niveles de exposición del público en general".
- Norma UNE-EN 61786-1 de octubre de 2014. "Medición de campos magnéticos en corriente continua, campos eléctricos y magnéticos en corriente alterna de 1 Hz a 100 kHz. Parte 1: Requisitos para los instrumentos de medida"
- Norma IEC 61786-2 de diciembre de 2014. "Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100kHz with regard to exposure of human beings. Part 2: Basic standard for measurements

4. Límites de exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos

Para prevenir los posibles efectos a corto plazo, varias agencias nacionales e internacionales han elaborado normativas de exposición a campos eléctricos y magnéticos. Actualmente la normativa internacional más extendida es la promulgada por ICNIRP (Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación No Ionizante), organismo vinculado a la Organización Mundial de la Salud.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023

La Unión Europea, siguiendo el consejo del Comité Científico Director, se basó en ICNIRP para elaborar la Recomendación del Consejo Europeo relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz), 1999/519/CE, publicada en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas en julio de 1999. Su objetivo es únicamente prevenir los efectos agudos (a corto plazo) producidos por la inducción de corrientes eléctricas en el interior del organismo, puesto que no existe evidencia científica de que los campos electromagnéticos estén relacionados con enfermedad alguna.

Tras establecer diversos factores de seguridad, el Consejo de la Unión Europea recomienda como restricción básica para el público limitar la densidad de corriente eléctrica inducida a 2 mA/m2 en sitios donde pueda permanecer bastante tiempo, y calcula de forma teórica unos niveles de referencia para el campo electromagnético de 50 Hz: 5 kV/m para el campo eléctrico y 100 μT para el campo magnético.

5. Criterios de diseño

A continuación se citan los criterios utilizados para el diseño del sistema de colector de 30 kV de los parques eólicos Hazapierna, Praderas Altas, Turkana y Torrecilla y del parque solar fotovoltaico Orquídea:

- Conductor de Aluminio XLPE 90ºC 18/30 kV, cubierta de poliolefina termoplástica y pantalla de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira de 16 mm².
- Tensión nominal del cable (Uo/U): 18/30 kV
- Cableado directamente enterrado en zanja recubierto por capa de arena, en configuración trébol.
- Profundidad del cableado 1 m
- Separación entre ternas 25 centímetros
- Secciones del conductor consideradas 150, 240, 400 y 630 mm²

Como la Línea aérea de Alta Tensión de simple circuito (LAAT de 132 kV S/C Duplex) para la evacuación de energía desde la Subestación eléctrica Hazapierna hasta el apoyo Nº 1 de la LAT 132 kV no es objeto de este proyecto, se ha considerado que tiene las siguientes características generales:

- Tensión Nominal: 132 kV
- Nº de circuitos: 1
- Disposición de conductores: Horizontal
- Longitud de la Línea: 35 m de línea de 132 kV
- Conductores por circuito: Dos Al-Ac LA-280, (242-AL1/39-ST1A)
- Cables de Tierra: Alumoweld 7 Nº8AWG y OPGW48

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 116 de 577

- Apoyos: metálicos de celosía.

6. Cálculos

6.1. Descripción general

La ITC 20 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (RD 337/2014), establece en el apartado 3.2.1, punto g), que en la memoria del Proyecto Técnico Administrativo se incorporará el Estudio de los Campos Magnéticos en la proximidad de las instalaciones de alta tensión.

Por ello, se aporta en este anejo de cálculo, el estudio de los campos magnéticos en las inmediaciones de la subestación generados por la red colectora de 30 kV de los parques mencionados y por la línea aérea 132 kV S/C de transmisión, desde la Subestación Eléctrica Hazapierna hasta el apoyo Nº1 de la línea aérea de 132kV.

6.2. Cálculo del campo magnético en la red colectora de 30kV

6.2.1. Características

Las características de la red colectora de los parques eólicos y del parque solar fotovoltaico son las siguientes:

- Parque eólico Hazapierna: se compone de 4 circuitos. La potencia total del parque será de 49,5 MW. La sección de los conductores en la acometida a la subestación será de será de 240 mm² (1C) y de 630 mm² (3C).
- Parque eólico Praderas Altas: se compone de 5 circuitos. La potencia total del parque será de 49,5 MW. La sección de los conductores en la acometida a la subestación será de 400 mm² (1C) y de 630 mm² (3C).
- Parque eólico Turkana: se compone de 4 circuitos. La potencia total del parque será de 44 MW. La sección de los conductores en la acometida a la subestación será de 400 mm² (1C) y de 630 mm² (3C).
- Parque eólico Torrecilla: se compone de 2 circuitos. La potencia total del parque será de 15,21 MW. La sección de los conductores en la acometida a la subestación será de 630 mm² (2C).
- Parque solar fotovoltaico Orquídea: se compone de 1 circuito. La potencia total del parque será de 8,76 MW. La sección de los conductores en la acometida a la subestación será de 240 mm².

Se utilizarán cables de 18/30 kV con conductor de Aluminio y aislamiento XLPE. En los parques eólicos mencionados, el número total de circuitos que llega a la sala de celdas de la subestación es de 11 circuitos de 630 mm², 2 circuitos de 400 mm², 1 circuitos de 240 mm² y 1 circuito de 240 mm².

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 117 de 577

Se utilizarán zanjas para la instalación de los circuitos de la red colectora 30 kV entre los aerogeneradores y el conjunto de maniobra de 30 kV de la Subestación Eléctrica

Para la situación particular de entrada a la sala de celdas de la Subestación Eléctrica Hazapierna, a efectos de cálculo se considera que los 15 circuitos entran por cinco zanjas paralelas con una separación de 3m. entre zanjas. Los conductores estarán enterrados a 1 m. de profundidad y con una separación de 25 cm entre los ternos de cables unipolares de cada zanja.

A continuación quedan reflejados los resultados del cálculo del campo magnético para la entrada de los 15 circuitos a la sala de celdas de la SET.

6.3. Conclusiones

El campo magnético generado por las diferentes corrientes eléctricas dependerá de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableado. En este caso se calcula para la condición más desfavorable, teniendo en cuenta la aparamenta de alta tensión en 132kV, los cables de AT que conectan dicha aparamenta al transformador, el transformador de potencia y las celdas de 30 KV situadas en el edificio.

Por lo que respecta a los niveles de campo magnético permitidos, según el RD 1066/2001, por el que se establece 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, Anexo II, apartado 3.1 (Cuadro 2), se establece el límite de campo magnético admitido que se calculará como 5/f, siendo f la frecuencia en KHz. De esta manera, el límite de campo electromagnético es de 100 μT a 50Hz. Dicho valor no debe ser excedido en localizaciones públicas exteriores de la instalación.

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E — (V/m)	Intensidad de campo H — (A/m)	Campo B — (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana — (W/m^2)
0-1 Hz	—	$3{,}2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3{,}2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	—
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	—
10-400 MHz	28	0,73/f	0,092	2
400-2.000 MHz	$1{,}375\ f^{1/2}$	$0{,}0037\ f^{1/2}$	$0{,}0046\ f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería Meta Engineering Group

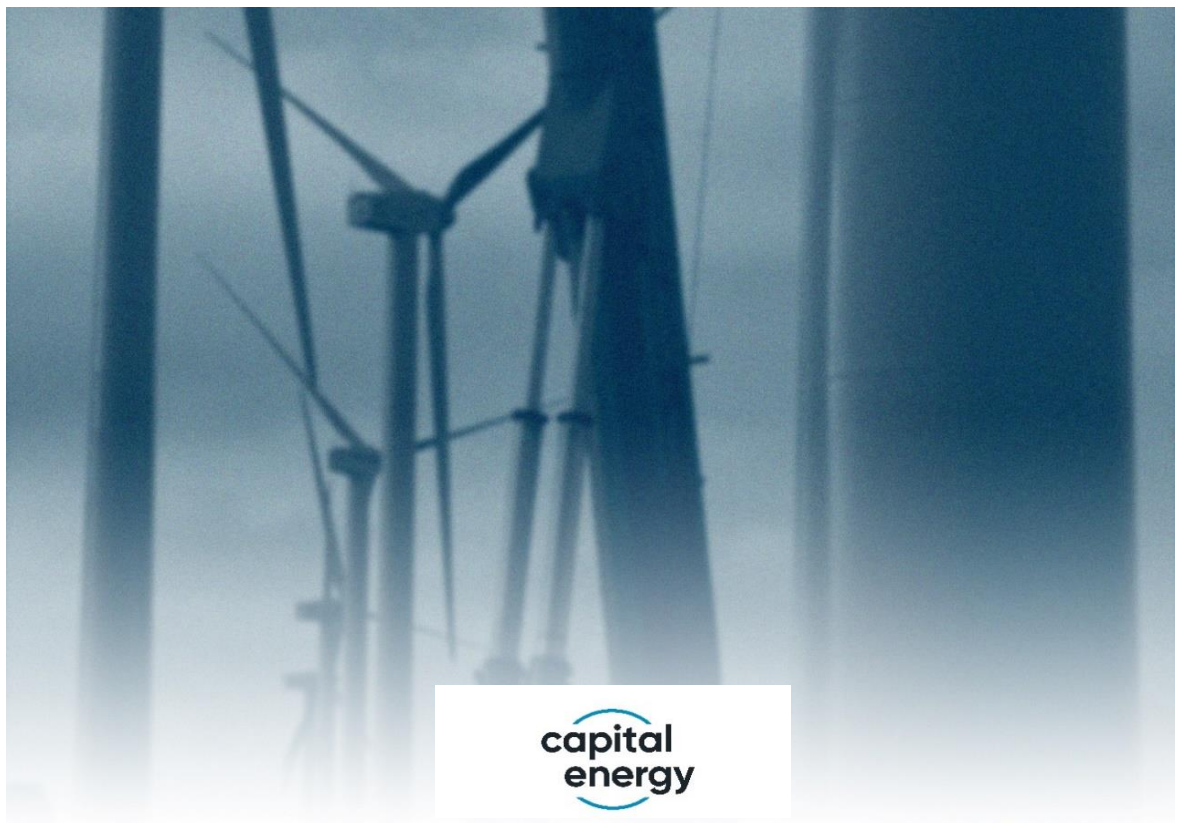
D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

Cumpliendo con lo establecido en la norma, los campos electromagnéticos son menores a 100 μT fuera de las instalaciones.

Para una información más precisa, véase el plano mostrado de Campos Electromagnéticos.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 118 de 577



PROYECTO SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

3. PRESUPUESTO

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	PREPARADO	CONTROLADO	APROBADO
00	12/06/2023		IZH	IZH	IZH

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros Va
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 119 de 577

CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: OBRA CIVIL
1.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS
1.2.- CIMENTACIONES, BANCADAS Y DEPÓSITOS
1.3.- EDIFICIOS
1.4.- URBANIZACIÓN
1.5.- RED DE TIERRAS
1.6.- CANALIZACIONES ELÉCTRICAS
1.7.- ESTRUCTURA METÁLICA
CAPÍTULO 2: OBRA ELECTROMECÁNICA
2.1.- INSTALACIONES PARQUE INTEMPERIE 132 kV
2.2.- INSTALACIONES 30 kV
2.3.- INSTALACIONES SERVICIOS PROPIOS
2.4.- CONTROL Y TELEMANDO
2.5.- MEDIDA
CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
3.1.- PROTECCIÓN COLECTIVA
3.2.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
3.3.- SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD
3.4.- INSTALACIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR
3.5.- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS
3.6.- FORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD
CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
4.1.- VALORACION DEL COSTE DE GESTIÓN
CAPÍTULO 5: OTROS
5.1.- INGENIERÍA, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA
5.2.- VARIOS

NOTAS

Todas las partidas incluyen el suministro, transporte y su ejecución así como aquellos medios y elementos complementarios para su adecuada ejecución finalización y puesta en servicio para que desarrolle correctamente el fin para el que ha sido diseñado.

Las mediciones, tanto partidas como cantidades, son orientativas, quedando dentro del alcance del contratista su revisión, y modificación si fuese necesario, así como la inclusión de cualquier otro material, trabajo o servicio necesario para la ejecución llave en mano (precio cerrado). Si en alguna de las partidas se modifican cantidades estas se deben resaltar.

Se incluyen todos los trabajos derivados del replanteo necesario para la correcta ejecución de los trabajos relacionados a continuación.
Dado que la instalación se encuentra a más de 1000 m de altitud, el nivel de aislamiento debe corregirse de acuerdo a lo indicado en la norma IEC o IEEE de aplicación. De igual manera la distancia entre fases y fase-tierra se corregirá en función de la altura.

Ingenieros VA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosva
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 120 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	OBRA CIVIL				1.168.903,79 €
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS				60.438,90 €
1.1.1	**Limpieza y desbroce del terreno** en plataforma y vial de acceso por medios mecánicos, incluido destoconado, arranque, carga y transporte a zona de acopio, vertedero o gestor autorizado.	11.194,38	m^2	1,67 €	18.694,61 €
1.1.2	Retirada de **tierra vegetal** mediante el empleo de medios mecánicos i/ carga y acopio dentro de la obra, incluso almacenamiento en montones de altura inferior a 2 m para posterior utilización y restitución de la tierra vegetal y/o carga y transporte de sobrantes a vertedero autorizado.	2.778,85	m^2	1,80 €	5.001,93 €
1.1.3	Suministro de material y ejecución de **relleno** y compactación (terraplenado) con material procedente de la excavación, mediante medios mecánicos en plataforma y vial de acceso. Incluye extendido, humectación y compactación incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento, control de humedad y compactación con medios mecánicos, por especialista en Geotecnia, totalmente terminado.	3.537,60	m^3	5,54 €	19.598,30 €
1.1.4	**Excavación** en cielo abierto en todo tipo de terreno, incluso roca, con medios mecánicos, para explanación de zonas localizadas incluso carga y transporte a vertedero autorizado o lugar de empleo.	3.246,98	m^3	5,28 €	17.144,05 €
1.2	FIRMES				14.853,31 €
1.2.1	Suministro de materiales y ejecución de capa de rodadura en viales y plataformas, realizada con material granular procedente de machaqueo de la excavación o de préstamos, con un CBR=60% conforme a las propiedades definidas en el proyecto. Incluye extendido, humectación y compactación incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento,control de humedad y compactación con medios mecánicos, por especialista en Geotecnia, totalmente terminado. Incluye adecuación final tras los trabajos de montaje de los aerogeneradores. Incluso aporte de material si fuera necesario, con las mismas características que la capa de pavimento inicial, reparaciones, nivelación, compactación, etc. mediante el empleo de medios mecánicos adecuados como niveladora, humectación, compactadora, etc. Totalmente ejecutado para dotar los viales de un perfecto estado de conservación hasta obtención del Take Over Certificate (TOC).	1.972,22	m^3	7,50 €	14.791,65 €
1.2.2	Suministro de materiales y ejecución de capa de base en viales y plataformas, realizada con material granular procedente de machaqueo de la excavación o de préstamos, con un CBR=40% conforme a las propiedades definidas en el proyecto. Incluye extendido, humectación y compactación incluso perfilado de taludes, rasanteo de la superficie de coronación y preparación de la superficie de asiento,control de humedad y compactación con medios mecánicos, por especialista en Geotecnia, totalmente terminado. Incluye adecuación final tras los trabajos de montaje de los aerogeneradores. Incluso aporte de material si fuera necesario, con las mismas características que la capa de pavimento inicial, reparaciones, nivelación, compactación, etc. mediante el empleo de medios mecánicos adecuados como niveladora, humectación, compactadora, etc. Totalmente ejecutado para dotar los viales de un perfecto estado de conservación hasta obtención del Take Over Certificate (TOC).	10,54	m^3	5,85 €	61,66 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosva
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág121 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.3	CIMENTACIONES, BANCADAS Y DEPÓSITOS				255.075,95 €
1.3.1	Suministro de materiales y ejecución de bancada para transformador trifásico de potencia de 132/30 kV - 55 MVA. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, hormigón de resistencia característica indicada en proyecto, ejecución de carriles con sus soportes embebidos y pernos de anclaje, plantilla de pernos necesarios, rejilla metálica sobre vigas estructurales perfilería variada, canalizaciones para aceite, impermeabilizaciones internas, grava filtrante y todos los materiales y trabajos necesarios, totalmente terminada. Según planos.	2,00	ud	31.850,00 €	63.700,00 €
1.3.2	Suministro de materiales y ejecución de bancada para transformador trifásico de potencia de 132/30 kV - 50 MVA. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, hormigón de resistencia característica indicada en proyecto, ejecución de carriles con sus soportes embebidos y pernos de anclaje, plantilla de pernos necesarios, rejilla metálica sobre vigas estructurales perfilería variada, canalizaciones para aceite, impermeabilizaciones internas, grava filtrante y todos los materiales y trabajos necesarios, totalmente terminada. Según planos.	1,00	ud	31.850,00 €	31.850,00 €
1.3.3	Suministro de materiales y ejecución de bancada para transformador trifásico de potencia de 132/30 kV - 20 MVA. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, hormigón de resistencia característica indicada en proyecto, ejecución de carriles con sus soportes embebidos y pernos de anclaje, plantilla de pernos necesarios, rejilla metálica sobre vigas estructurales perfilería variada, canalizaciones para aceite, impermeabilizaciones internas, grava filtrante y todos los materiales y trabajos necesarios, totalmente terminada. Según planos.	1,00	ud	27.850,00 €	27.850,00 €
1.3.4	Suministro de materiales y ejecución de bancada para transformador trifásico de potencia de 132/30 kV - 10 MVA. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, hormigón de resistencia característica indicada en proyecto, ejecución de carriles con sus soportes embebidos y pernos de anclaje, plantilla de pernos necesarios, rejilla metálica sobre vigas estructurales perfilería variada, canalizaciones para aceite, impermeabilizaciones internas, grava filtrante y todos los materiales y trabajos necesarios, totalmente terminada. Según planos.	1,00	ud	22.350,00 €	22.350,00 €
1.3.5	Construcción **depósito de aceite** de acuerdo a planos, totalmente terminado. Incluye: Sifón mediante tuberías en el interior del depósito, instalación para conducción de aceite mediante arquetas y tuberías de acero inoxidable desde la bancada del transformador al depósito de recogida, pintura impermeabilizante, instalación para conducción de agua mediante arquetas y tuberías desde el depósito de aceite a la red de drenaje. Incluso excavación, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada. Según planos.	1,00	ud	29.750,00 €	29.750,00 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosva
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág122 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.3.6	Cimentación para Botella Terminal y Autoválvula de 132 kV. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada, según características indicadas en planos.	3,00	ud	425,15 €	1.275,45 €
1.3.7	Cimentación para autoválvula 132 kV Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada. Según planos.	15,00	ud	318,15 €	4.772,25 €
1.3.8	Cimentación para transformadores de tensión de 132 kV. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada. Según planos.	6,00	ud	318,15 €	1.908,90 €
1.3.9	Cimentación para transformadores de intensidad de 132 kV. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada. Según planos.	18,00	ud	318,15 €	5.726,70 €
1.3.10	Cimentación para Interruptor automático Unipolar132 kV. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada. Según planos.	1,00	ud	1.912,50 €	1.912,50 €
1.3.10	Cimentación para Interruptor automático tripolar 132 kV. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada. Según planos.	5,00	ud	1.912,50 €	9.562,50 €
1.3.11	Cimentación para seccionador tripolar de 132 kV. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	7,00	ud	1.912,50 €	13.387,50 €
1.3.12	Cimentación para embarrado 132 kV. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	5,00	ud	955,50 €	4.777,50 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosva
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág123 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.3.13	Cimentación para aislador de pedestal 132 kV. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	6,00	ud	318,15 €	1.908,90 €
1.3.14	Cimentación para **reactancia de puesta a tierra de 30 kV.** Incluye los tubos, pernos de anclaje, y plantilla de pernos necesarios. Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	5,00	ud	1.402,50 €	7.012,50 €
1.3.15	Cimentación para **portico de salida de cables de 30 kV para conexión a transformador.** Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	5,00	ud	1.062,50 €	5.312,50 €
1.3.16	Cimentación para **equipo de alumbrado exterior.** Incluye: Excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	33,00	ud	318,75 €	10.518,75 €
1.3.17	Construcción **de muro cortafuego** y cimentación de muro cortafuegos para transformador de potencia. Incluye: Ejecución de pantalla prefabricada o de hormigón armado, excavaciones, perfilados y rellenos, capa de hormigón de limpieza, armadura con barras corrugadas de acero, encofrados y desencofrados, pernos de anclaje y plantilla de pernos, canalizaciones para cables con tubos de polietileno corrugado de alta densidad de varios diámetros, hormigón, rabillos y soldaduras a malla de red de tierras, a ejecutar en dos fases. Totalmente terminada.	1,00	ud	11.500,00 €	11.500,00 €
1.4	**EDIFICIOS**				**189.250,00 €**
1.4.1	Completa ejecución de **edificio de control** de la subestación, incluyendo la estructura metálica galvanizada para el soporte de los equipos de la subestación, estructura vertical y horizontal de hormigón armado, cubierta, canalón y bajantes pluviales, cerramientos exteriores e interiores, carpintería interior y exterior, acabados exteriores de fachada, acabados interiores (pavimentos, suelos técnicos, revestimientos en suelos y paredes, falsos techos, pinturas, etc.),sanitarios y otros elementos de fontanería y saneamiento interiores del edificio. Urbanización exterior (acera y bordillo), incluyendo fosa séptica, arqueta separadora de grasas, depósito de agua potable provisto de equipo de presión, tuberías y material auxliar de instalació. Incluida la parte proporcional de medios mecánicos y auxiliares, mano de obra y herramientas. Totalmente terminado.	1,00	ud	185.000,00 €	185.000,00 €
1.4.2	Completa ejecución de **edificio de punto limpio,** incluyendo la estructura metálica galvanizada, estructura vertical y horizontal de hormigón armado, cubierta inclinada, canalón y bajantes pluviales, cerramientos exteriores, acabados exteriores de fachada, (pavimentos, revestimientos en suelos y paredes, pinturas, etc.), Incluida la parte proporcional de medios mecánicos y auxiliares, mano de obra y herramientas. Totalmente terminado.	1,00	ud	3.650,00 €	3.650,00 €
1.4.3	Completa ejecución de **Hornacina de obra para instalación de contadores**, incluyendo cerramientos exteriores y acabados exteriores de fachada (revestimientos paredes, pinturas, etc.), Incluida la parte proporcional de medios mecánicos y auxiliares, mano de obra y herramientas. Totalmente terminado.	1,00	ud	600,00 €	600,00 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosva
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág124 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.5	URBANIZACIÓN				115.854,56 €
1.5.1	Completa ejecución del **drenaje** de la subestación y su entorno, conforme a planos. Incluye red de drenaje cuneta exterior al cerramiento en hormigón, tubos dren por el interior de la parcela y colectores de conducción al punto de menor cota, registros, arquetas y recogida de bajantes del edificio. Totalmente ejecutada conforme a normas y especificaciones.	1,00	pa	11.905,00 €	11.905,00 €
1.5.2	Completa ejecución de **vial interior** de subestación, ejecutados en hormigón o material asfáltico. Incluida la parte proporcional de preparación de la base y la subbase, encofrados y desencofrados, armados y acabados. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	1.639,00	m²	33,29 €	54.562,31 €
1.5.3	Completa ejecución de **cerramiento perimetral** de subestación a base de murete de hormigón armado visto y cercado de malla metálica electrosoldada lacada de 2,5 m de altura. Incluida la parte proporcional de encofrados y desencofrados, armados y acabados. Totalmente terminados y ejecutados conforme a normas y especificaciones.	279,00	ml	45,05 €	12.568,95 €
1.5.5	Completa ejecución de **puerta de acceso vehicular a subestación** ubicada en muro perimetral, corredera, luz de 5 metros, formada por perfiles y plancha metálica soldados y galvanizados, guía tipo cremallera, cerraduras y herrajes necesarios. Incluida la obra civil necesaria para la ejecución de cimentación corrida y columnas de hormigón armado. Totalmente terminada y ejecutada conforme a normas y especificaciones. Incluye puerta de acceso peatonal a subestación.	1,00	ud	950,00 €	950,00 €
1.5.6	Capa de **grava** uniforme de 10 centímetros de espesor, extendida en zona de aparamentas de alta y media tensión, espacio entre muro perimetral y viales, zona de entrada y por 1 metro de ancho en todo el perímetro exterior. Totalmente terminado y ejecutado conforme a normas y especificaciones.	5.410,00	m^2	6,63 €	35.868,30 €
1.6	RED DE TIERRAS				113.559,82 €
1.6.1	Zanja para tendido de conductor de Cu desnudo de 120 mm² de sección mínima para ejecución de la red de tierras inferiores, incluyendo conductor de cobre desnudo de 120 mm², apertura y posterior relleno de zanjas, tendido del conductor, parte proporcional de soldaduras aluminotérmicas para formación de cuadrículas, moldes y demás medios auxiliares. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	3.400,00	ml	20,40 €	69.360,00 €
1.6.2	Suministro y tendido de conductor de Cu desnudo de 120 mm² de sección mínima, tendido por estructuras y soportes para puesta a tierra de elementos metálicos. Incluso parte proporcional de auxiliares. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	1.200,00	ml	14,56 €	17.472,00 €
1.6.3	Suministro e instalación de pica toma tierra 3 m longitud totalmente instaladas. Incluso parte proporcional de auxiliares. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	5,00	ud	60,00 €	300,00 €
1.6.4	Ejecución de arqueta para electrodo profundo. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego	4,00	ud	100,00 €	400,00 €
1.6.5	Ejecución de arqueta registrable medida de tierra Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	1,00	ud	100,00 €	100,00 €
1.6.6	Suministro de materiales e instalación para conexión a la red de tierra de las instalaciones ubicadas en el interior del edificio de la subestacion. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	1,00	pa	7.276,41 €	7.276,41 €
1.6.7	Suministro e instalación de tierras superiores del parque de intemperie de la subestación, incluso piezas para fijación de cable de tierras superiores sobre estructuras Incluso parte proporcional de auxiliares, totalmente instaladas.	1,00	pa	9.276,41 €	9.276,41 €
1.6.8	Suministro e instalación de pararrayos de tipo dieléctrico sobre el edificio, sobre el pórtico o sobre muro cortafuegos, incluyendo cable de Cu, incluso parte proporcional de anclajes y auxiliares para fijación y montaje, totalmente instalados.	5,00	ud	1.875,00 €	9.375,00 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosva
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág125 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.7	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS				189.095,87 €
1.7.1	Ejecución de canalización para cables de control en la subestación (incluso paso entubado bajo vial, arquetas para cables de control y tubos para acceso al canal desde mandos de aparamenta). Tipo 1 Incluye canal prefabricado con tapas y drenaje, arquetas y tubos de PE doble capa bajo vial. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	280,00	ml	350,00 €	98.000,00 €
1.7.2	Ejecución de canalización para cables de control en la subestación (incluso paso entubado bajo vial, arquetas para cables de control y tubos para acceso al canal desde mandos de aparamenta). Tipo 2 Incluye canal prefabricado con tapas y drenaje, arquetas y tubos de PE doble capa bajo vial. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	266,00	ml	255,00 €	67.830,00 €
1.7.3	Ejecución de canalización para cables desde canaletas a equipos de instalación intemperie, PEAD doble capa 90 mm Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	180,00	ml	45,00 €	8.100,00 €
1.7.4	Ejecución de arquetas para cables de MT procedentes de los Parques Eólicos en exterior de cerramiento de subestación y en interior para entrada de cables, en hormigón armado. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	8,00	ud	360,00 €	2.880,00 €
1.7.5	Ejecución de arquetas a pie de equipos AT en parque intemperie de la subestacionr, en hormigón armado. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	52,00	ud	180,00 €	9.360,00 €
1.7.6	Ejecución de canalización para alumbrado exterior de la subestación. Incluye tubos de PEAD doble capa 110 mm. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	1,00	pa	35,87 €	35,87 €
1.7.7	Ejecución de arquetas para alumbrado exterior de la subestacion, en hormigón armado. Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	34,00	ud	85,00 €	2.890,00 €
1.8	ESTRUCTURA METÁLICA				230.775,38 €
1.8.1	Suministro e instalación de estructura metálica para soportes de botellas terminales y autoválvulas 132 kV realizados con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	3,00	ud	3.150,86 €	9.452,58 €
1.8.2	Suministro e instalación de estructura metálica para soportes autoválvulas 132 kV realizados con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	15,00	ud	2.766,86 €	41.502,90 €
1.8.3	Suministro e instalación de estructura metálica para soportes de transformador de tensión de 132 kV realizados con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	6,00	ud	2.766,86 €	16.601,16 €
1.8.4	Suministro e instalación de estructura metálica para soportes de transformador de intensidad de 132 kV realizados con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	18,00	ud	2.766,86 €	49.803,48 €
1.8.5	Suministro e instalación de estructura metálica para soporte de Interruptor automático trifasico de 132 kV mando unipolar, realizado con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	1,00	ud	3.100,00 €	3.100,00 €
1.8.6	Suministro e instalación de estructura metálica para soporte de Interruptor automático tripolar de 132 kV mando unipolar, realizado con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	5,00	ud	3.100,00 €	15.500,00 €
1.8.7	Suministro e instalación de estructura metálica para soportes de seccionador trifásico de 132 kV realizados con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones.Totalmente terminada, según características indicadas en planos y pliego.	7,00	ud	3.500,00 €	24.500,00 €
1.8.8	Suministro e instalación de estructura metálica para soporte embarrado de 132 kV, realizado con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	5,00	ud	5.073,85 €	25.369,25 €
1.8.9	Suministro e instalación de estructura metálica para soporte de Aislador soporte de 132 kV, realizado con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	6,00	ud	2.766,86 €	16.601,16 €
1.8.10	Suministro e instalación de estructura metálica para soportes de **pararrayos** realizados con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	3,00	ud	3.100,00 €	9.300,00 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosva
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág126 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.8.11	Suministro e instalación de estructura metálica para soporte para **reactancia de puesta a tierra** de 30 kV y equipos auxiliares realizados con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	5,00	ud	865,85 €	4.329,25 €
1.8.12	Suministro e instalación de estructura metálica para soportes de **celdas de 30 kV** en el edificio realizados con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	1,00	pa	3.000,00 €	3.000,00 €
1.8.13	Suministro e instalación de estructura metálica para soportes de **embarrados de 30 kV** salida tranasformadores, en el parque intemperie realizados con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	5,00	ud	865,85 €	4.329,25 €
1.8.14	Suministro e instalación de estructura metálica para soportes de **aparellaje de 30 kV** en el parque de intemperie realizados con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado. Se instalara en cada posicion de transformador un conjunto completo.	1,00	pa	1.500,00 €	1.500,00 €
1.8.15	Suministro e instalación de estructuras metálica para **soportes de alumbrado** (columnas y soportes para proyectores de instalación baja) en el parque de intemperie, de acero galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	1,00	pa	4.292,60 €	4.292,60 €
1.8.16	Suministro e instalación de herrajes auxiliares para soporte de **aparellaje de baja tensión**, control, protecciones y medida realizados con perfiles de acero normalizado laminados, en alma llena, galvanizado en caliente, incluso parte proporcional de anclajes para fijación a cimentaciones, totalmente terminado.	1,00	pa	1.593,75 €	1.593,75 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosva VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág127 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	OBRA ELÉCTROMECÁNICA				4.018.100,61 €
2.1	INSTALACIONES PARQUE INTEMPERIE 132 kV				2.394.898,50 €
2.1.1	Suministro e instalación de Botellas terminal y autoválvulas de 132 kV. Según características indicadas en pliego y especificaciones de proyecto. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento.	3,00	ud	6.500,00 €	19.500,00 €
2.1.2	Suministro e instalación de autoválvulas de 132 kV. Según características indicadas en pliego y especificaciones de proyecto. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento.	15,00	ud	2.850,00 €	42.750,00 €
2.1.3	Suministro e instalación de transformador de tensión capacitivo de 132 kV. Incluyendo caja de centralización de tensiones Según características indicadas en pliego y especificaciones de proyecto. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento.	3,00	ud	7.354,00 €	22.062,00 €
2.1.4	Suministro e instalación de transformador de tensión inductivo de 132 kV. Incluyendo caja de centralización de tensiones Según características indicadas en pliego y especificaciones de proyecto. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento.	3,00	ud	7.354,00 €	22.062,00 €
2.1.5	Suministro e instalación de transformador de intensidad de 132 kV. Incluyendo caja de centralización de intensidades Según características indicadas en pliego y especificaciones de proyecto. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento.	18,00	ud	7.354,00 €	132.372,00 €
2.1.6	Suministro e instalación de seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra de 132 kV. Según características indicadas en fichas tecnicas, planos, pliego y especificaciones de proyecto. Incluyendo armario para mando motorizado Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	7.230,00 €	7.230,00 €
2.1.7	Suministro e instalación de seccionador tripolar sin cuchillas de puesta a tierra de 132 kV. Según características indicadas en fichas tecnicas, planos, pliego y especificaciones de proyecto. Incluyendo armario para mando motorizado Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	6,00	ud	5.980,00 €	35.880,00 €
2.1.8	Suministro e instalación de Interruptor automático trifasico mando unipolar de 132 kV Según características indicadas en pliego y especificaciones de proyecto. Incluyendo armario para mando motorizado Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	30.000,00 €	30.000,00 €
2.1.9	Suministro e instalación de Interruptor automático trifasico mando tripolar de 132 kV Según características indicadas en pliego y especificaciones de proyecto. Incluyendo armario para mando motorizado Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	5,00	ud	28.000,00 €	140.000,00 €
2.1.10	Suministro e instalación de aislador de pedestal de 132 kV. Según características indicadas en pliego. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	6,00	ud	3.802,50 €	22.815,00 €
2.1.11	Suministro e instalación de aisador de embarrado de 132 kV. Según características indicadas en pliego. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	15,00	ud	3.802,50 €	57.037,50 €
2.1.12	Suministro e instalación de embarrado de aluminio 150/134 mm 132 kV. Según características indicadas en fichas tecnicas, planos y pliego. Incluye todos los accesorios, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	5.500,00 €	5.500,00 €
2.1.13	Suministro e instalación de cable 402-AL1/52-ST1A (LA-455) para conexión entre aparamenta del parque de intemperie 132 kV. Según características indicadas en fichas tecnicas, planos pliego y y especificaciones de proyecto. Incluye todos los accesorios, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento.	1,00	pa	3.500,00 €	3.500,00 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosva VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág128 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2.1.14	Suministro e instalación de piezas de conexión y derivaciones para cables con aparellaje 132 kV (1 bahía de línea 132 kV /5 transformador 132/30 kV). Según características indicadas en pliego y especificaciones de proyecto. Incluye todos los accesorios, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento.	1,00	pa	3.690,00 €	3.690,00 €
2.1.15	Suministro e instalación de transformador trifásico de potencia de 50 / 55 MVA (ONAN/ONAF), 132/30 kV, regulación en carga en 132 kV. Según características indicadas en pliego. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	2,00	ud	520.000,00 €	1.040.000,00 €
2.1.16	Suministro e instalación de transformador trifásico de potencia de 45 / 50 MVA (ONAN/ONAF), 132/30 kV, regulación en carga en 132 kV. Según características indicadas en pliego. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	430.000,00 €	430.000,00 €
2.1.17	Suministro e instalación de transformador trifásico de potencia de 20 MVA (ONAN), 132/30 kV, regulación en carga en 132 kV. Según características indicadas en pliego. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	235.000,00 €	235.000,00 €
2.1.18	Suministro e instalación de transformador trifásico de potencia de 10 MVA (ONAN), 132/30 kV, regulación en carga en 132 kV. Según características indicadas en pliego. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	165.000,00 €	165.000,00 €
2.2	**INSTALACIONES 30 kV**				**1.193.170,00 €**
2.2.1	Suministro e instalación de Cabina modular, según características indicadas en pliego, para 30 kV - 25 kA, con barras de 1.250 A para **salida a transformador de potencia**, con disyuntor y seccionador con puesta a tierra, disyuntor de 1.250 A, mando motorizado con telemando, Transformadores de intensidad, transformadores de tensión de barras y Cajón BT para ubicación de UCB con relé de protección multifunción y enclavamientos. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalada, probada y puesta en funcionamiento según normas.	5,00	ud	37.751,00 €	188.755,00 €
2.2.2	Suministro e instalación de Cabina modular de ruptofusible para **protección de transformador de servicios auxiliare**s, 400A con interruptor-seccionador en SF6 con bobina de apertura, fusibles con señalización fusión, seccionador p.a.t., mando CI1 manual, indicadores presencia de tension, .según características indicadas en fichas tecnicas, planos y pliego, para 30 kV - 25 kA. Según características indicadas en fichas tecnicas, planos y pliego. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalada, probada y puesta en funcionamiento según normas.	2,00	ud	26.148,00 €	52.296,00 €
2.2.3	Suministro e instalación de Cabina modular, según características indicadas en pliego, para 30 kV - 25 kA, con barras de 1.250 A para **protección de línea**, con disyuntor y seccionador con puesta a tierra, disyuntor de 630 A, mando motorizado con telemando, Transformadores de intensidad, Cajón BT para ubicación de UCB con relé de protección multifunción, y enclavamientos. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalada, probada y puesta en funcionamiento según normas.	16,00	ud	33.453,00 €	535.248,00 €
2.2.4	Suministro e instalación de **transformador de servicio propio** encapsulado seco. Potencia nominal: 250 kVA. Relación: 30/0.42 kV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 6 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dy11, según características indicadas en pliego. Incuso obra civil auxiliar de fosos para cables, solera, conexión del neutro del transformador a la red de tierra, termometro para protección térmica de transformador. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalada, probada y puesta en funcionamiento según normas.	2,00	ud	5.750,00 €	11.500,00 €
2.2.5	Suministro e instalación de **autoválvula** para sistema de 30 kV, según características indicadas en pliego. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalada, probada y puesta en funcionamiento según normas.	15,00	ud	1.426,00 €	21.390,00 €
2.2.6	Suministro e instalación de **reactancia de puesta** a tierra zig-zag para sistema de 30 kV, según características indicadas en pliego. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalada, probada y puesta en funcionamiento según normas.	5,00	ud	23.000,00 €	115.000,00 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros va
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 129 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2.2.7	Suministro e instalación de **seccionador tripolar** de 30 kV, accinamiento manual, según características indicadas en pliego. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalada, probada y puesta en funcionamiento según normas.	5,00	ud	2.500,00 €	12.500,00 €
2.2.8	Suministro e instalación de **aisladores** de 30 kV, según características indicadas en pliego. Incluye todos los accesorios, conexión con el cable de tierra, totalmente instalada, probada y puesta en funcionamiento según normas.	15,00	ud	450,00 €	6.750,00 €
2.2.9	Suministro y tendido cables unipolares **RHZ1-OL 18/30 kV**, para conexión entre transformador de servicios auxiliares y celda de protección, según normas y pliego **(sección Al 150 mm²)**). Incluye todos los accesorios, conexión de la pantalla con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	151,00	ml	12,00 €	1.812,00 €
2.2.10	Suministro y tendido cables **RHZ1-OL 18/30 kV** , para conexión entre transformador de potencia y celda de protección **(sección Al 630 mm²)** , según normas y pliego. Incluye todos los accesorios, conexión de la pantalla con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	4.356,00	ml	36,00 €	156.816,00 €
2.2.11	Suministro y tendido cables **RHZ1-OL 18/30 kV,** para conexión entre transformador de potencia y celda de protección **(sección Al 240 mm²)** , según normas y pliego. Incluye todos los accesorios, conexión de la pantalla con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	347,00	ml	20,00 €	6.940,00 €
2.2.12	Suministro y tendido cables unipolares **RHZ1-OL 18/30 kV**, para conexión entre reactancia de puesta a tierra **(sección Al 400 mm²)** y transformador de potencia según normas y pliego. Incluye todos los accesorios, conexión de la pantalla con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	825,00	ml	28,00 €	23.100,00 €
2.2.13	Suministro e instalación de terminales unipolares para conexión de cable de alimentación del transformador de servicio propio a celdas subestación, para cable RHZ1-OL 18/30 kV Al 150 mm² según normas y pliego. Incluye todos los accesorios, conexión de la pantalla con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	12,00	ud	156,00 €	1.872,00 €
2.2.14	Suministro e instalación de terminales unipolares para conexión de cable de alimentación del transformador de potencia a celdas subestación, para cable RHZ1-OL 18/30 kV Al 630 mm² según normas y pliego. Incluye todos los accesorios, conexión de la pantalla con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	27,00	ud	605,50 €	16.348,50 €
2.2.15	Suministro e instalación de terminales unipolares para conexión de cable de alimentación del transformador de potencia a celdas subestación, para cable RHZ1-OL 18/30 kV Al 240 mm² según normas y pliego. Incluye todos los accesorios, conexión de la pantalla con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	3,00	ud	270,50 €	811,50 €
2.2.16	Suministro e instalación de terminales unipolares para conexión de cable de alimentación al transformador de potencia, para instalación exterior, para cable RHZ1-OL 18/30 kV Al 630 mm² según normas y pliego. Incluye todos los accesorios, conexión de la pantalla con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	27,00	ud	605,50 €	16.348,50 €
2.2.17	Suministro e instalación de terminales unipolares para conexión de cable de alimentación al transformador de potencia, para instalación exterior, para cable RHZ1-OL 18/30 kV Al 240 mm² según normas y pliego. Incluye todos los accesorios, conexión de la pantalla con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	3,00	ud	270,50 €	811,50 €
2.2.18	Suministro e instalación de terminales unipolares para conexión de cable de alimentación a la reactancia de puesta a tierra para instalación exterior, para cable RHZ1-OL 18/30 kV Al 240 mm² según normas y pliego. Incluye todos los accesorios, conexión de la pantalla con el cable de tierra, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	30,00	ud	445,70 €	13.371,00 €
2.2.19	Suministro e instalación de conjunto de conductores y/o embarrados para conexión del transformador de potencia en lado de 30 kV, a base de cable/tubo de sección adecuada a la intensidad prevista, i/ racores y piezas especiales de conexión. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas. Se instalara un conjunto por posición de transformador.	5,00	ud	1.500,00 €	7.500,00 €
2.2.20	Suministro e instalación de piezas de conexión y derivaciones para embarrados de tubos y cables con aparellaje 30 kV. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas. Se instalara un conjunto por posición de transformador	1,00	pa	1.000,00 €	1.000,00 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros va
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág130 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2.2.21	Suministro e instalación de material auxiliar para montaje cables de 18/30 kV. Totalmente instalado. Se instalara un conjunto por posición de transformador	1,00	pa	3.000,00 €	3.000,00 €
2.3	INSTALACIONES SERVICIOS PROPIOS				118.370,73 €
2.3.1	Instalación de **climatización y ventilación** del edificio de control de la subestación. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	pa	8.758,00 €	8.758,00 €
2.3.2	**Cableado para instalación de baja tensión** para servicio propio de la subestación, tendido bajo tubo o bandeja, i/ terminales y pequeño material de conexión. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	pa	5.436,25 €	5.436,25 €
2.3.3	Suministro e instalación de **bandejas y tubos de protección** incluyendo pequeño material auxiliar para las instalaciones de servicio propio de la subestación. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	pa	2.777,27 €	2.777,27 €
2.3.4	Instalaciones de alumbrado y alumbrado de emergencia del parque de intemperie de 132 kV de la subestación y del edificio de control de la subestación. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	pa	8.900,00 €	8.900,00 €
2.3.5	Suministro e instalación de **tablero de servicio propio a 400 - 230 Vca** de la subestación. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	3.812,00 €	3.812,00 €
2.3.6	Suministro e instalación de **tablero de servcio propio a 125 Vcc y 48 Vcc** de la subestación. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	16.845,00 €	16.845,00 €
2.3.7	Suministro e instalación de **tablero de servicio propio edificio** de la subestación. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	2.500,00 €	2.500,00 €
2.3.8	Instalación de detección y protección contra incendios del parque de intemperie de 132 kV de la subestación y del edificio de control de la subestación. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	pa	12.529,06 €	12.529,06 €
2.3.9	Suministro e instalación de **tablero de sistemas de detección y protección contra incendios** de la subestación. Incluso integración del sistema automático de extinción del transformador de potencia. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	2.733,18 €	2.733,18 €
2.3.10	Instalación **telefonía** de la subestación. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	pa	1.000,00 €	1.000,00 €
2.3.11	Instalación de **recogida de aguas pluviales** del edificio de control de la subestacion. Incluye, sistema de tuberías y registros para su completa instalación. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	pa	3.500,00 €	3.500,00 €
2.3.12	Instalación **anti-intrusión y CCTV** de la subestación. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	pa	5.600,00 €	5.600,00 €
2.3.13	Suministro e instalación de **tablero de antintrusismo y CCTV** de la subestación. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	2.049,00 €	2.049,00 €
2.3.14	Suministro e instalación de equipo **rectificador/cargador de baterias** trifásico con posibilidad de funcionamiento como cargador de 2 baterías. Incluye equipo rectificador/cargador 400 Vca / 125 Vcc, convertidor 125 Vcc / 48 Vcc, inversor 125 Vcc / 230 Vca. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	9.809,00 €	9.809,00 €
2.3.15	Suministro e instalación de equipo **rectificador/cargador de baterias** trifásico con posibilidad de funcionamiento como cargador de 2 baterías. Incluye equipo rectificador/cargador 400 Vca / 125 Vcc, Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	8.500,00 €	8.500,00 €
2.3.16	Suministro e instalación de **baterias de 125 Vcc** con ultra bajo mantenimiento, autonomía mínima de 8 h. Incluye todos los accesorios. Totalmente instaladas, probadas y puestas en funcionamiento según normas.	1,00	ud	5.621,97 €	5.621,97 €
2.3.17	Suministro e instalación de **Grupo electrógeno insonorizado de 160 KVA,** trifásico 400/230 Vca, incluyendo cuadro electrico para conmutación de redes.automática. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	18.000,00 €	18.000,00 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros va
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág131 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2.4	CONTROL Y TELEMANDO				295.400,00 €
2.4.1	Suministro e instalación de panel de protección, control y medida de la bahía de línea de 132 kV y transformador de potencia 132 kV/30 kV. Incluye protecciones, equipo de medida, control y maniobra. Incluye armario metálico, con zócalo, y accesos anterior y posterior, y con puerta delantera acristalada para alojar los equipo de la bahía, montados en un bastidor de 19". Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	41.250,00 €	41.250,00 €
2.4.2	Suministro e instalación de panel de proteccion y control para transformador 132/30 kV. Incluye equipo de regulación Tapcom o similar, protecciones, control y maniobra de la posicion. Incluye armario metálico, con zócalo, y accesos anterior y posterior, y con puerta delantera acristalada para alojar los equipos, montados en un bastidor de 19". Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	5,00	ud	20.010,00 €	100.050,00 €
2.4.3	Suministro y montaje de Unidad de Control de subestación, para la realización del control y supervisión del funcionamiento del equipamiento eléctrico. Incluye armario metálico, con zócalo, y accesos anterior y posterior, y con puerta delantera acristalada para alojar el equipo de la UCS y el concentrador de comunicaciones con las UCBs, montados en un bastidor de 19". Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	34.390,00 €	34.390,00 €
2.4.4	Suministro e instalación de armario de comunicaciones para comunicación de la subestacion de generación con la subestación de conexion de la compañía eléctrica, incluyendo equipo de comunicaciones y un equipo de teleprotección y teledisparo. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	10.850,00 €	10.850,00 €
2.4.5	Suministro y montaje de la **Unidad de Control y Protección de bahía (UCB) para las celda**s. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	20,00	ud	4.481,00 €	89.620,00 €
2.4.6	Suministro y montaje **Puesto de Operación Local.** Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	1.190,00 €	1.190,00 €
2.4.7	Suministro e instalación de armario distribuidor de fibra óptica. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	2.300,00 €	2.300,00 €
2.4.8	Ingeniería completa de las unidades de protección de bahía 132 kV (configuración de protecciones y funciones de control, comunicaciones con UCS, enclavamientos entre UCBs, etc).	1,00	ud	4.500,00 €	4.500,00 €
2.4.9	Pruebas de puesta en marcha completas del Sistema Integrado de Control y Protección de la subestacion 132 kV.	1,00	ud	1.000,00 €	1.000,00 €
2.4.10	Suministro y montaje de cables para instalaciones de control y protección de las bahías de línea 132 kV de la subestacion. Cable con pantalla, material de aislamiento XLPE, material de relleno y cubierta libre de halógenos, tensión mínima de nominal del aislamiento fase-fase 1 kV. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	pa	3.500,00 €	3.500,00 €
2.4.11	Suministro y montaje de cables para instalaciones de control y protección de celdas de 30kV . Cable con pantalla, material de aislamiento XLPE, material de relleno y cubierta libre de halógenos, tensión mínima de nominal del aislamiento fase-fase 1 kV. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	pa	1.500,00 €	1.500,00 €
2.4.12	Suministro y montaje de cables de F.O. TIPO TFVT multimodo de 48 fibras, para instalaciones de control y protección de la bahía de línea y transformadores de132 kV de la subestación. Cable óptico subterráneo directamente enterrado, entubado o en canalizaciónes, el cable estará formado por un material dieléctrico, ignífugo y con protección antirroedores. compuesto por una cubierta interior de material termoplástico ignífugo, sobre la que se dispondrá una protección antirroedores dieléctrica. Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico e ignífugo. Segun norma IEC 60794 Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	pa	2.350,00 €	2.350,00 €
2.4.13	Suministro e instalación de bandejas y tubos de protección incluyendo pequeño material auxiliar para las instalaciones de control y protección de la subestación. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	pa	1.900,00 €	1.900,00 €
2.4.14	Ejecución de la comunicación entre UCS y UCBs (132/30 kV).	1,00	ud	1.000,00 €	1.000,00 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros va
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 132 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2.5	MEDIDA				16.261,38 €
2.5.1	Suministro e instalación de panel de medida de tarificación (equipo de medida principal + equipo de medida redundante). Incluye comunicación con el sistema de control de la subestación y todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	1,00	ud	2.500,00 €	2.500,00 €
2.5.2	Suministro e instalación de panel de medida comprobante. Incluye comunicación con en el sistema de control de la subestación y todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	5,00	ud	2.500,00 €	12.500,00 €
2.5.3	Suministro e instalación de cableado de medida de tarificación, tendido bajo tubo entre aparamenta y cuadros, i/ terminales y pequeño material de conexión. Incluye todos los accesorios. Totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento según normas.	6,00	pa	210,23 €	1.261,38 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 133 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
3	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD				28.436,26 €
3.1	PROTECCIÓN COLECTIVA	1,00	ud	4.783,73	4.783,73 €
3.2	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	1,00	ud	6.850,40	6.850,40 €
3.3	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD	1,00	ud	1.051,79	1.051,79 €
3.4	INSTALACIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR	1,00	ud	13.567,53	13.567,53 €
3.5	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	1,00	ud	374,57	374,57 €
3.6	FORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD	1,00	ud	1.808,24	1.808,24 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 134 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
4	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS				2.733,98 €
4.1	VALORACION DEL COSTE DE GESTIÓN	1,00	ud	2.733,98	2.733,98 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 135 de 577

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
5	OTROS				31.888,40 €
5.1	INGENIERÍA, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA				17.131,90 €
5.1.1	Medición de tensiones de paso y contacto y resistencia de puesta a tierra de la subestación, realizada por empresa certificada.	1,00	ud	1.736,90 €	1.736,90 €
5.1.2	Trámites de legalización de la instalación eléctrica de 132 kV, 30 kV y baja tensión frente a organismos técnicos y públicos, incluyendo redacción de documentos requeridos.	1,00	pa	8.500,00 €	8.500,00 €
5.1.3	Pruebas y puesta en servicio de la subestación. Incluye asistencia en pruebas conjuntas con terceros.	1,00	pa	6.895,00 €	6.895,00 €
3.2	VARIOS				14.756,50 €
5.2.1	Suministro e instalación según normas del siguiente material de seguridad: - Armario de primeros auxilios. - Un juego de guantes homologado para 36 kV, clase 3. Cofret para su alojamiento - Una banqueta aislante para 36 kV - Un extintor de eficacia 89B - Una pértiga detectora de tension - Una pértiga de maniobra - Una lampara de emergencia portátil provista de batería y cargador	1,00	ud	680,00 €	680,00 €
5.2.2	Suministro e instalación de conjunto formado por placa de primeros auxilios y riesgos eléctricos.	1,00	ud	76,50 €	76,50 €
5.2.3	Documentación final "As-Built"	1,00	ud	10.000,00 €	10.000,00 €
5.2.4	Suministro e instalación de equipos de señalización de la subestación.	1,00	pa	2.500,00 €	2.500,00 €
5.2.5	Suministro y colocación de mobiliario y equipamiento básico para el edificio de control de la subestación. Totalmente montado.	1,00	ud	1.500,00 €	1.500,00 €

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros va
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 136 de 577

CONTENIDOS

	CAPÍTULOS	IMPORTES
CAPÍTULO 1:	OBRA CIVIL	
1.1.-	MOVIMIENTO DE TIERRAS	60.438,90 €
1.2.-	FIRMES	14.853,31 €
1.3.-	CIMENTACIONES, BANCADAS Y DEPOSITOS	255.075,95 €
1.4.-	EDIFICIOS	189.250,00 €
1.5.-	URBANIZACIÓN	115.854,56 €
1.6.-	RED DE TIERRAS	113.559,82 €
1.7.-	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS	189.095,87 €
1.8.-	ESTRUCTURA METÁLICA	230.775,38 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 1:	1.168.903,79 €
CAPÍTULO 2:	OBRA ELECTROMECÁNICA	
2.1.-	INSTALACIONES PARQUE INTEMPERIE 132 kV	2.394.898,50 €
2.2.-	INSTALACIONES 30 kV	1.193.170,00 €
2.3.-	INSTALACIONES SERVICIOS PROPIOS	118.370,73 €
2.4.-	CONTROL Y TELEMANDO	295.400,00 €
2.5.-	MEDIDA	16.261,38 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 2:	4.018.100,61 €
CAPÍTULO 3:	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	
3.1.-	PROTECCIÓN COLECTIVA	4.783,73 €
3.2.-	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	6.850,40 €
3.3.-	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD	1.051,79 €
3.4.-	INSTALACIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR	13.567,53 €
3.5.-	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	374,57 €
3.6.-	FORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD	1.808,24 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 3:	28.436,26 €
CAPÍTULO 4:	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	
4.1.-	VALORACION DEL COSTE DE GESTIÓN	2.733,98 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 4:	2.733,98 €
CAPÍTULO 5:	OTROS	
5.1.-	INGENIERÍA, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	17.131,90 €
5.2.-	VARIOS	14.756,50 €
	SUBTOTAL CAPÍTULO 3:	31.888,40 €
	TOTAL P.E.M.	5.250.063,04 €
	GASTOS GENERALES (13%) + BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	997.511,98
	SUMA P.E..M. + GG + BI	6.247.575,02 €
	IVA (21 %)	1.311.990,75
	TOTAL PRESUPUESTO	7.559.565,77 €

Madrid, junio de 2023

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado N° 3675 IngenierosVA

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-C



ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 137 de 577

4.Planos

Subestación Hazapierna

Junio 2023

capital energy

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 138 de 577

PLANOS:

01-SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

02-PLANTA GENERAL

03-SECCIONES GENERALES

04-MOVIMIENTO DE TIERRAS

- 04.1- Localización
- 04.2- Localización de secciones
- 04.3- Secciones longitudinales 1
- 04.4- Secciones longitudinales 2
- 04.5- Perfil longitudinal vial acceso
- 04.6- Secciones transversales vial acceso

05-PLANTA DE MALLA DE PUESTA A TIERRAS

06-PLANTA GENERAL DRENAJES

07-PLANTA GENERAL CANALIZACIONES

08-CIERRE PERIMETRAL

- 04.1- Planta general
- 04.2- Vallado externo
- 04.3- Puerta de acceso Planta y alzado
- 04.4- Puerta de acceso detalles

09-EDIFICIO CONTROL

10-EDIFICIO DE RESIDUOS

11-DIAGRAMAS_UNIFILARES

- 11.1-Unifilar simplificado 132/30kV
- 11.2-Unifilar desarrollado 132kV
- 11.3-Unifilar desarrollado 30kV PE Torrecilla
- 11.4-Unifilar desarrollado 30kV PE Hazapierna
- 11.5-Unifilar desarrollado 30kV PE Praderas Altas
- 11.6-Unifilar desarrollado 30kV PSFV Orquideas
- 11.7-Unifilar desarrollado 30kV PE Turkana

12-PLANTA CAMPOS MAGNÉTICOS

13-PLANTA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

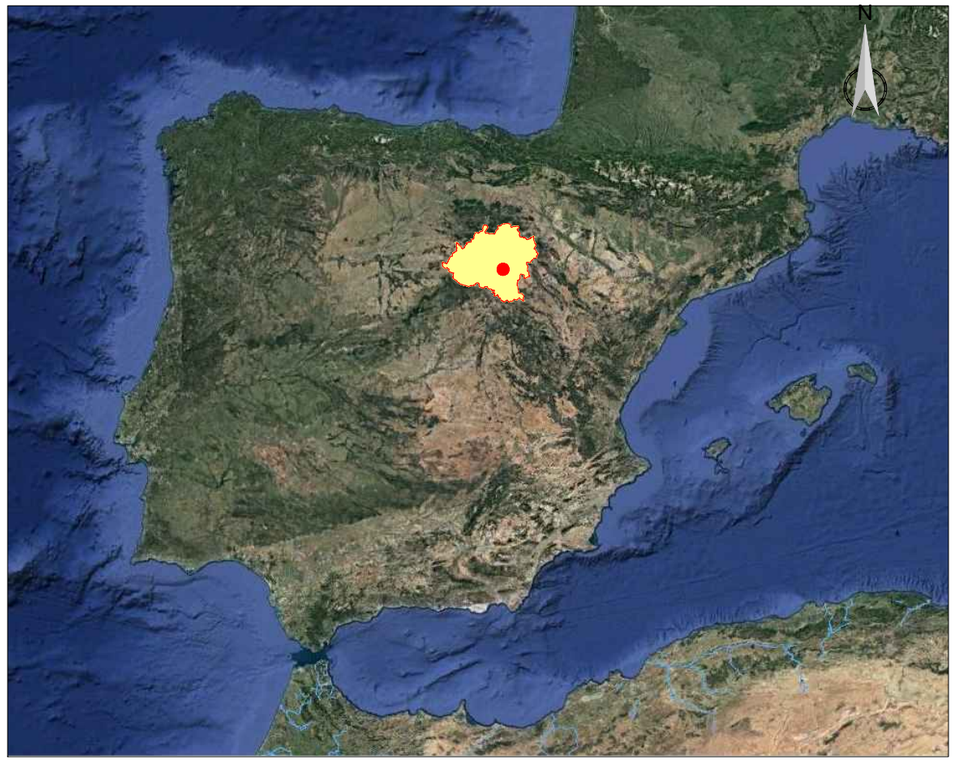
Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

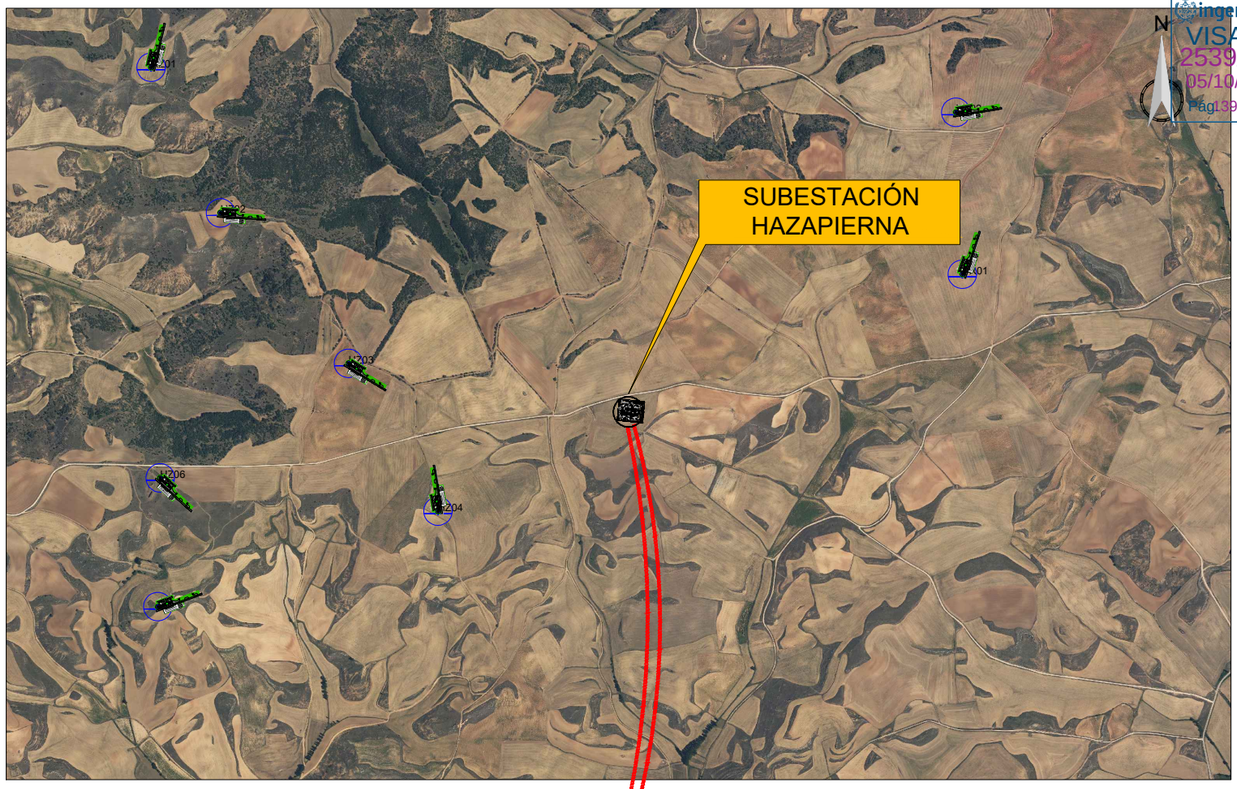
D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado N° 3675 IngenierosVA

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág.39 de 577



1 Situación en España
XXXXXX
SIN ESCALA

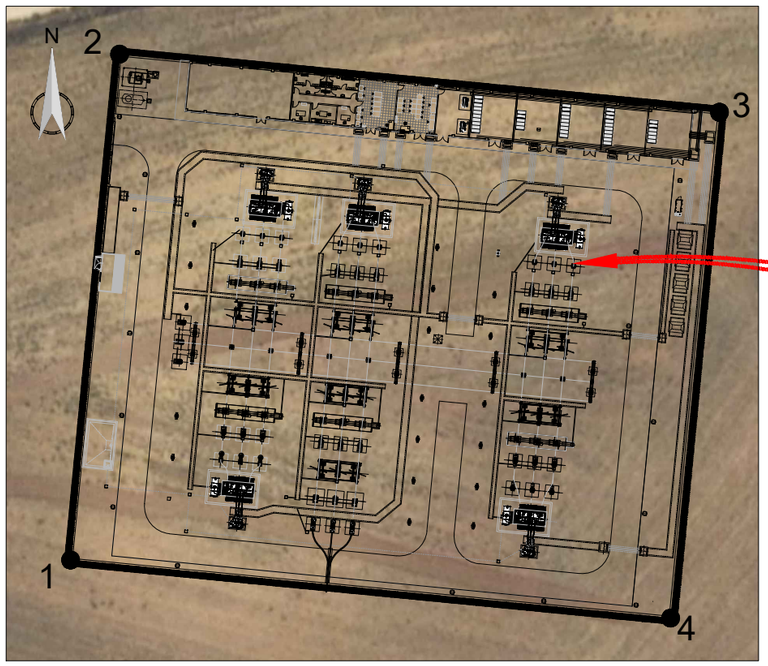


2 Situacion en Termino Municipal
XXXXXX
ESCALA 1/25.000

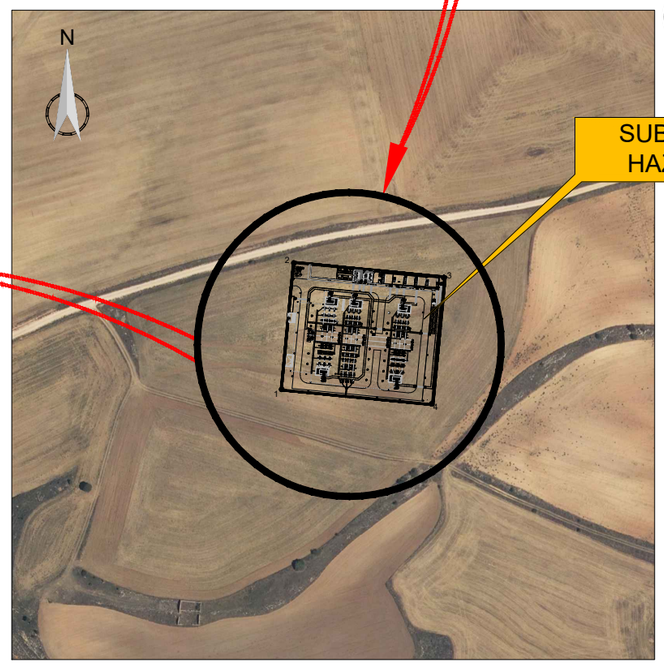
SUBESTACIÓN HAZAPIERNA
TÉRMINO MUNICIPAL DE NEPAS
PROVINCIA DE SORIA

Coordenadas valla perimetral:

	UTM X	UTM Y
1	548583,970	4592537,110
2	548591,950	4592619,540
3	548689,810	4592610,070
4	548681,830	4592527,640



4 Situación en Parcela
XXXXXX
ESCALA 1/1.000



3 Situación
XXXXXX
ESCALA 1/4.000

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

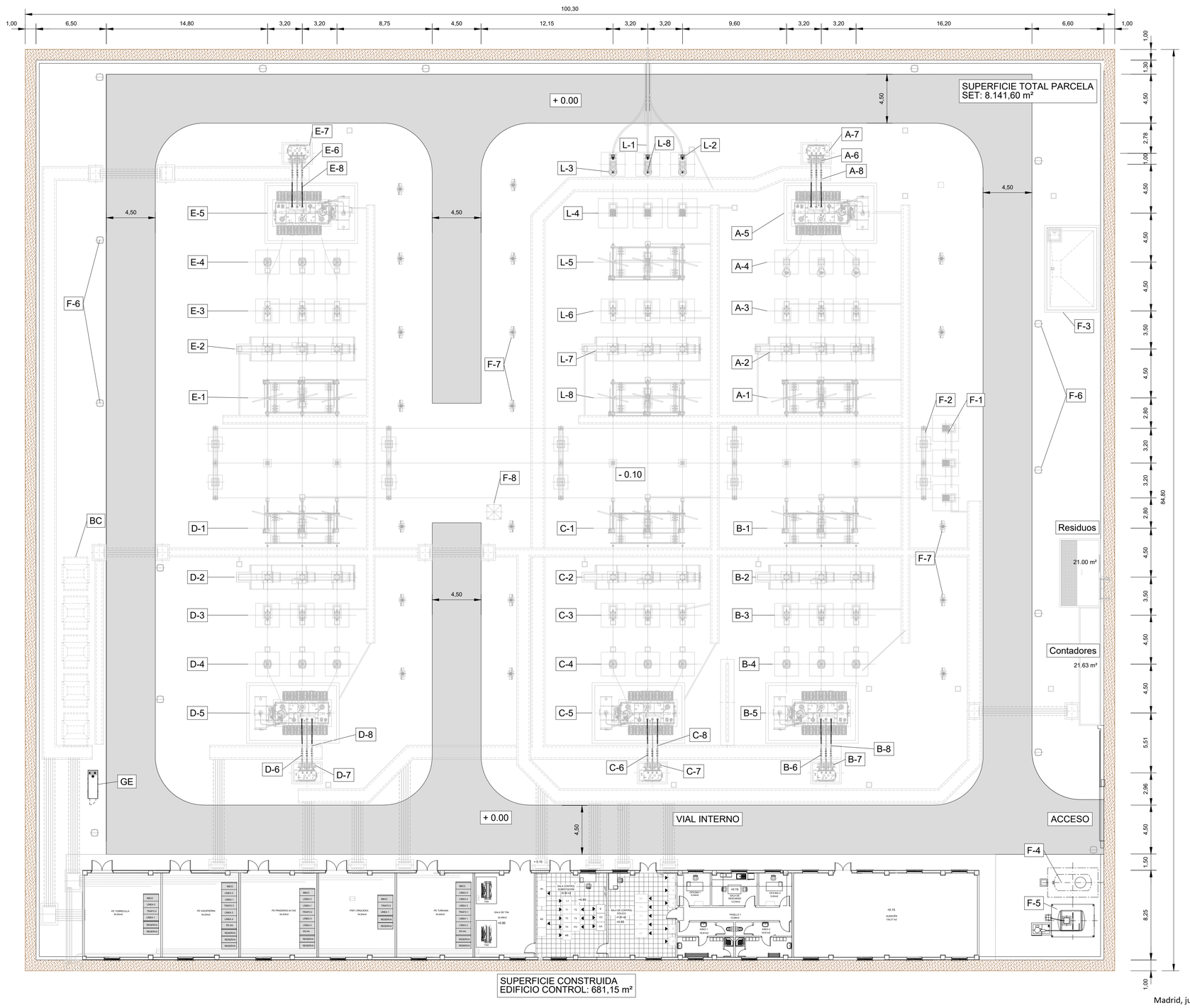
D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado N° 3675 IngenierosVA

Cliente : capital energy	Autor : IZHARIA ingeniería	Clasificación: SUBESTACIÓN HAZAPIERNA	EMISIÓN INICIAL: 01/06/2023	ESCALA : S/E	REV. / FECHA / Dibujado / Revisado / Aprobado: — — — — —
		Tipo : PROYECTO ADMINISTRATIVO	Dibuj. / Rev. / Aprob.		COMENTARIOS CLIENTE
			Fecha: 01/06/23 / 01/06/23 / 01/06/23		MOTIVO. ESTADO DE LA REVISIÓN
			Autor: IZH / IZH / IZH		SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
					Fichero : 01-SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO · Nº : 01 · Rev : 01
					Reemplaza : · Hoja: 01 · Sigue: · DIN : A3

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág.40 de 577



LISTADO DE EQUIPOS		
POS.	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
L-1	3	CABLE SUBTERRÁNEO 145kV
L-2	3	BOTELLAS TERMINALES 145kV
L-3	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 145 kV
L-4	3	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN 145 kV
L-5	1	SECCIONADOR TRIPOLAR CON PUESTA A TIERRA
L-6	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 145 kV
L-7	1	INTERRUPTOR MANDO UNIPOLAR 145 kV
L-8	1	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA
A-1	1	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA
A-2	1	INTERRUPTOR MANDO TRIPOLAR 145 kV
A-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 145 kV
A-4	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 145 kV
A-5	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 132/30 kV 10 MVA PSFV ORQUIDEA
A-6	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 30 kV
A-7	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 30 kV / 500 A 30 S
A-8	1	EMBARRADO 30 kV
B-1	1	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA
B-2	1	INTERRUPTOR MANDO TRIPOLAR 145 kV
B-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 145 kV
B-4	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 145 kV
B-5	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 132/30 kV 50 MVA PE TURKANA
B-6	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 30 kV
B-7	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 30 kV / 500 A 30 S
B-8	1	EMBARRADO 30 kV
C-1	1	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA
C-2	1	INTERRUPTOR MANDO TRIPOLAR 145 kV
C-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 145 kV
C-4	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 145 kV
C-5	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 132/30 kV 55 MVA PE PRADERAS ALTAS
C-6	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 30 kV
C-7	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 30 kV / 500 A 30 S
C-8	1	EMBARRADO 30 kV
D-1	1	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA
D-2	1	INTERRUPTOR MANDO TRIPOLAR 145 kV
D-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 145 kV
D-4	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 145 kV
D-5	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 132/30 kV 55 MVA PE HAZAPIERNA
D-6	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 30 kV
D-7	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 30 kV / 500 A 30 S
D-8	1	EMBARRADO 30 kV
E-1	1	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA
E-2	1	INTERRUPTOR MANDO TRIPOLAR 145 kV
E-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 145 kV
E-4	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 145 kV
E-5	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 20 MVA PE TORRECILLA
E-6	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 30 kV
E-7	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 30 kV / 500 A 30 S
E-8	1	EMBARRADO 30 kV
F-1	3	TRANSFORMADOR DE TENSION BARRAS 145 kV
F-2	18	AISLADOR SOPORTE EMBARRADO 145 kV
F-3	1	DEPOSITO DE ACEITE
F-4	1	FOSA SÉPTICA CON ARQUETA SEPARADORA DE GRASAS
F-5	1	DEPÓSITO DE AGUA POTABLE
F-6	15	LUMINARIA EXTERIOR VIAL
F-7	19	LUMINARIA INTERIOR SUBESTACIÓN
F-8	1	PARARRAYOS CON DISPOSITIVO DE CEBADO
BC	--	PREVISIÓN DE ESPACIO PARA BATERIAS DE CONDENSADORES 30 kV
GE	1	GRUPO ELECTRÓGENO

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO	
SISTEMA DE 132 kV	
- TENSIÓN DE SERVICIO:	132 kV
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL:	145 kV
- NIVEL BÁSICO DE IMPULSO :	650 kV
- TENSION FREC. INDUSTRIAL 1 MINUTO:	230 kV
- RÉGIMEN DE NEUTRO:	RIGIDO A TIERRA
- INTENSIDAD NOMINAL BARRAS:	3150 A
- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL:	31,5 kA
- DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO:	0,5 s
- TENSIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES:	125 Vc.c. ; 400/230 Vc.a.
- FRECUENCIA:	50 Hz
- MOTORIZACIÓN INTERRUPTORES / SECCIONADORES:	Tensión 125 Vcc
SISTEMA DE 30 kV	
- TENSIÓN DE SERVICIO:	30 kV
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL:	36 kV
- NIVEL BÁSICO DE IMPULSO:	170 kV
- TENSION FREC. INDUSTRIAL 1 MINUTO:	70 kV
- RÉGIMEN DE NEUTRO:	A TRAVES IMPEDANCIA
- INTENSIDAD NOMINAL BARRAS:	1250 A
- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL:	25 kA
- DURACIÓN CORTOCIRCUITO:	0,5 s
- TENSIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES:	125 Vc.c.; 400/230 Vc.a.
- FRECUENCIA:	50 Hz
- MOTORIZACIÓN INTERRUPTORES/ SECCIONADORES:	Tensión 125 Vcc
- TIPO DE CELDAS:	Modular

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	
01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

capital energy

TITULO PROYECTO:

PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:

PLANTA GENERAL SUBESTACIÓN
SET HAZAPIERNA 132/30kV

ESCALA: 1:200

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano:
02-PLANTA GENERAL

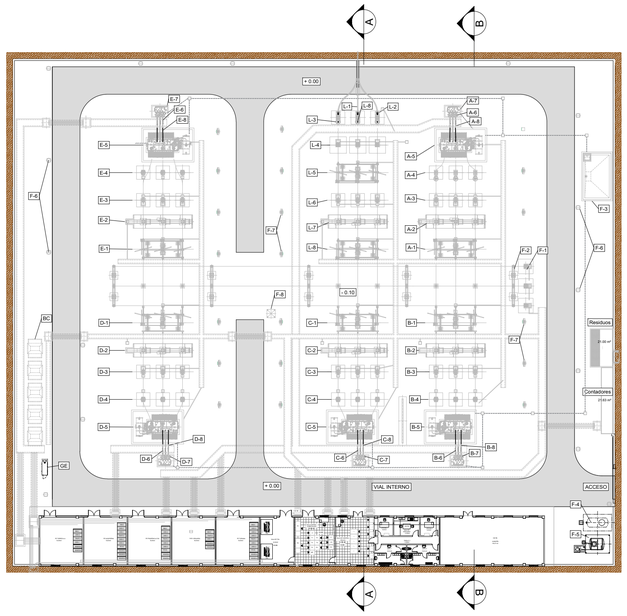
HOJA 1 SIGUE 1

IT 05693.ES-TI-FO.09

DINA1

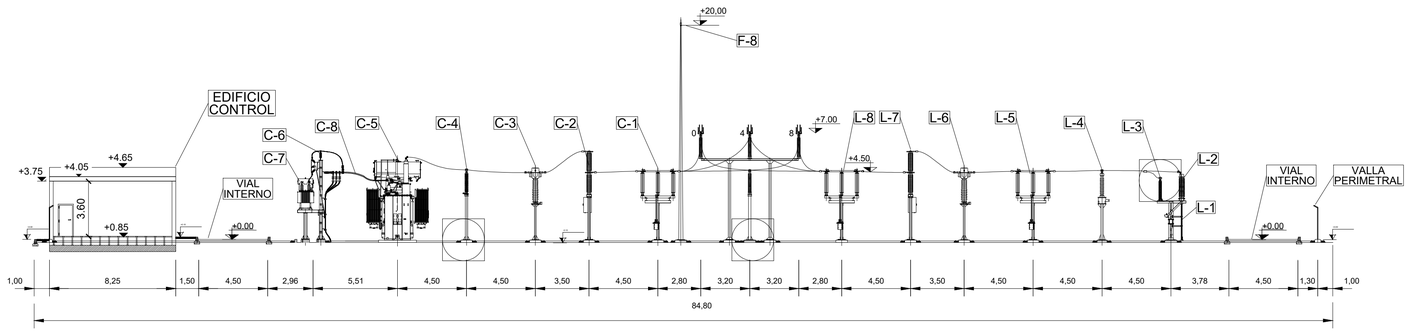
IngenierosVA Visado Nº. 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/a Nº. 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SE8R-CWKK44

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág41 de 577



PARQUE INTEMPERIE 132 kV

SECCIÓN A-A

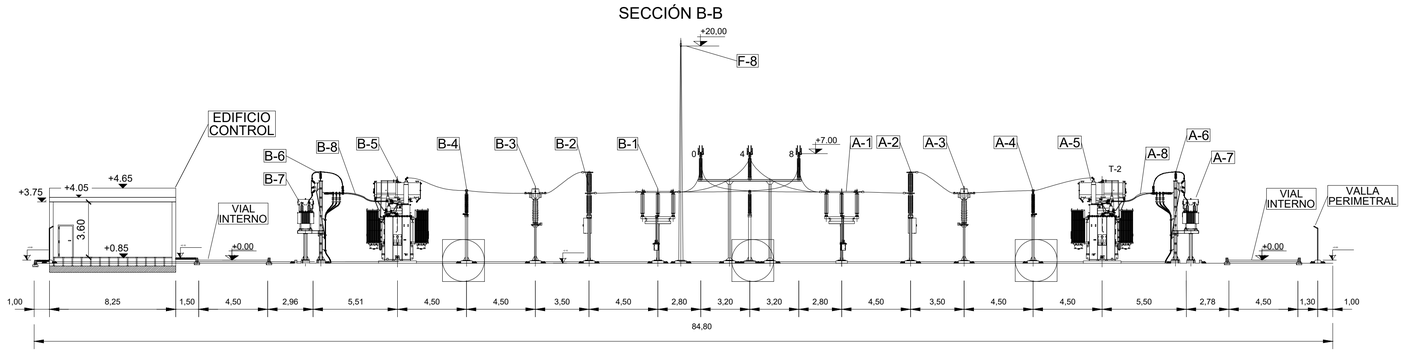


LISTADO DE EQUIPOS		
POS.	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
L-1	3	CABLE SUBTERRÁNEO 145kV
L-2	3	BOTELLAS TERMINALES 145kV
L-3	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 145 kV
L-4	3	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN 145 kV
L-5	1	SECCIONADOR TRIPOLAR CON PUESTA A TIERRA
L-6	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 145 kV
L-7	1	INTERRUPTOR MANDO UNIPOLAR 145 kV
L-8	1	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA
A-1	1	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA
A-2	1	INTERRUPTOR MANDO TRIPOLAR 145 kV
A-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 145 kV
A-4	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 145 kV
A-5	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 132/30 kV 10 MVA PSFV ORQUIDEA
A-6	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 30 kV
A-7	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 30 kV / 500 A 30 S
A-8	1	EMBARRADO 30 kV
B-1	1	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA
B-2	1	INTERRUPTOR MANDO TRIPOLAR 145 kV
B-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 145 kV
B-4	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 145 kV
B-5	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 132/30 kV 50 MVA PE TURKANA
B-6	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 30 kV
B-7	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 30 kV / 500 A 30 S
B-8	1	EMBARRADO 30 kV
C-1	1	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA
C-2	1	INTERRUPTOR MANDO TRIPOLAR 145 kV
C-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 145 kV
C-4	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 145 kV
C-5	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 132/30 kV 55 MVA PE PRADERAS ALTAS
C-6	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 30 kV
C-7	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 30 kV / 500 A 30 S
C-8	1	EMBARRADO 30 kV
D-1	1	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA
D-2	1	INTERRUPTOR MANDO TRIPOLAR 145 kV
D-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 145 kV
D-4	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 145 kV
D-5	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 132/30 kV 55 MVA PE HAZAPIERNA
D-6	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 30 kV
D-7	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 30 kV / 500 A 30 S
D-8	1	EMBARRADO 30 kV
E-1	1	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA
E-2	1	INTERRUPTOR MANDO TRIPOLAR 145 kV
E-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 145 kV
E-4	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 145 kV
E-5	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 132/30 kV 20 MVA PE TORRECILLA
E-6	3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN 30 kV
E-7	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 30 kV / 500 A 30 S
E-8	1	EMBARRADO 30 kV
F-1	3	TRANSFORMADOR DE TENSION BARRAS 145 kV
F-2	18	AISLADOR SOPORTE EMBARRADO 145 kV
F-3	1	DEPOSITO DE ACEITE
F-4	1	FOSA SÉPTICA CON ARQUETA SEPARADORA DE GRASAS
F-5	1	DEPÓSITO DE AGUA POTABLE
F-6	15	LUMINARIA EXTERIOR VIAL
F-7	19	LUMINARIA INTERIOR SUBESTACIÓN
F-8	1	PARARRAYOS CON DISPOSITIVO DE CEBADO
BC	--	PREVISIÓN DE ESPACIO PARA BATERIAS DE CONDENSADORES 30 kV
GE	1	GRUPO ELECTRÓGENO

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO	
SISTEMA DE 132 kV	
- TENSIÓN DE SERVICIO:	132 kV
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL:	145 kV
- NIVEL BÁSICO DE IMPULSO :	650 kV
- TENSION FREC. INDUSTRIAL 1 MINUTO:	230 kV
- RÉGIMEN DE NEUTRO:	RIGIDO A TIERRA
- INTENSIDAD NOMINAL BARRAS:	3150 A
- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL:	31,5 kA
- DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO:	0,5 s
- TENSIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES:	125 Vc.c. ; 400/230 Vc.a.
- FRECUENCIA:	50 Hz
- MOTORIZACIÓN INTERRUPTORES / SECCIONADORES:	Tensión 125 Vcc
SISTEMA DE 30 kV	
- TENSIÓN DE SERVICIO:	30 kV
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL:	36 kV
- NIVEL BÁSICO DE IMPULSO:	170 kV
- TENSION FREC. INDUSTRIAL 1 MINUTO:	70 kV
- RÉGIMEN DE NEUTRO:	A TRAVES IMPEDANCIA
- INTENSIDAD NOMINAL BARRAS:	1250 A
- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL:	25 kA
- DURACIÓN CORTOCIRCUITO:	0,5 s
- TENSIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES:	125 Vc.c.; 400/230 Vc.a.
- FRECUENCIA:	50 Hz
- MOTORIZACIÓN INTERRUPTORES/ SECCIONADORES:	Tensión 125 Vcc
- TIPO DE CELDAS:	Modular

PARQUE INTEMPERIE 132 kV

SECCIÓN B-B



01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

capital energy

TITULO PROYECTO:

PROYECTO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:

SECCIONES GENERALES SUBESTACIÓN
SET HAZAPIERNA 132/30kV

ESCALA: 1:200

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano: 03-SECCIONES GENERALES

HOJA 1 SIGUE 1

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

DIN-A1

IT 00003-ES-TI-FO-09

IngenierosVA Visado Nº 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado Nº 3675 Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 42 de 577



Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

SUBESTACIÓN HAZAPIERNAS
TÉRMINO MUNICIPAL DE NEPAS
PROVINCIA DE SORIA

Coordenadas valla perimetral

Punto	UTM X	UTM Y	Z
1	548.583,97	4.592.537,11	1.105,052
2	548.591,95	4.592.619,54	1.105,900
3	548.689,81	4.592.610,07	1.105,890
4	548.681,83	4.592.527,64	1.105,052

Cliente : capital energy	Autor : IZHARIA ingeniería / Meta Engineering Group	Clasificación: SUBESTACIÓN HAZAPIERNA	EMISIÓN INICIAL: 12/06/23	ESCALA : 10 0 10 20	REV. / FECHA / Dibujado / Revisado / Aprobado
		Tipo : PROYECTO ADMINISTRATIVO	Dibuj. / Rev. / Aprob.	ESCALA 1:1.250	MOVIMIENTO DE TIERRAS LOCALIZACIÓN
			Fecha: 12/06/23 / 12/06/23 / 12/06/23		Fichero : 04-MOVIMIENTO DE TIERRAS · Nº : 04 · Rev : 02
			Autor: IZH / IZH / IZH		Reemplaza : · Hoja: 01 · Sigue: 02 · DIN : A3

COMENTARIOS CLIENTE
MOTIVO. ESTADO DE LA REVISIÓN

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

MOVIMIENTO DE TIERRAS	Ocupación (m^2)	EXCAVACIÓN		TERRAPLÉN	FIRME	
		Tierra Vegetal (m^3)	Suelo (m^3)	Núcleo (m^3)	Base (CBR 40) Material Granular (m^3)	Rodadura (CBR 60) Material Granular (m^3)
Plataforma Subestación	8.855,15	2.209,17	3.073,15	3.117,02	0,00	1.664,11
Vial acceso Subestación	2.339,24	569,68	173,83	420,59	10,54	308,11
TOTAL	**11.194,38**	**2.778,85**	**3.246,98**	**3.537,60**	**10,54**	**1.972,22**



Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

SUBESTACIÓN HAZAPIERNAS
TÉRMINO MUNICIPAL DE NEPAS
PROVINCIA DE SORIA

Coordenadas valla perimetral			
Punto	UTM X	UTM Y	Z
1	548.583,97	4.592.537,11	1.105,052
2	548.591,95	4.592.619,54	1.105,900
3	548.689,81	4.592.610,07	1.105,890
4	548.681,83	4.592.527,64	1.105,052

A - PLANTA GENERAL 1/500

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 143 de 577

Cliente : capital energy

Autor : IZHARIA ingeniería Meta Engineering Group

Clasificación: SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

Tipo : PROYECTO ADMINISTRATIVO

EMISIÓN INICIAL: 12/06/23	Dibuj.	Rev.	Aprob.
Fecha	12/06/23	12/06/23	12/06/23
Autor	IZH	IZH	IZH

ESCALA : 5 0 5m — 1:500

REV.	FECHA	Dibujado	Revisado	Aprobado

COMENTARIOS CLIENTE

MOTIVO. ESTADO DE LA REVISIÓN

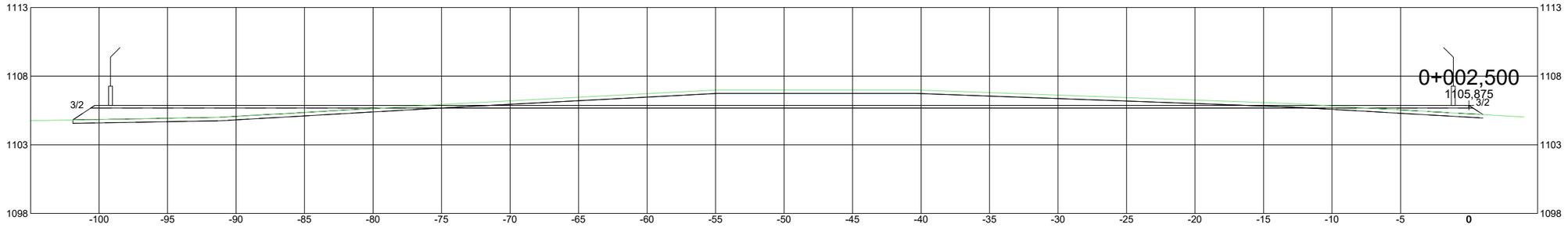
MOVIMIENTO DE TIERRAS
LOCALIZACIÓN DE SECCIONES

Fichero : 04-MOVIMIENTO DE TIERRAS | Nº : 04 | Rev : 02
Reemplaza : | Hoja: 02 | Sigue: 03 | DIN : A3

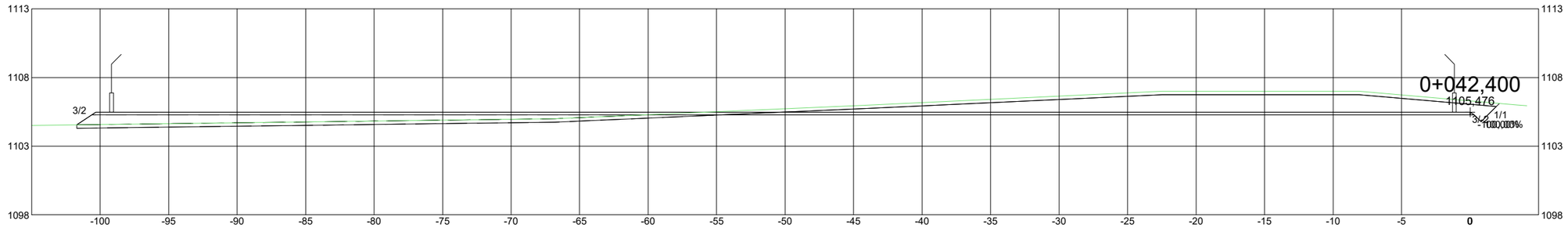
ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

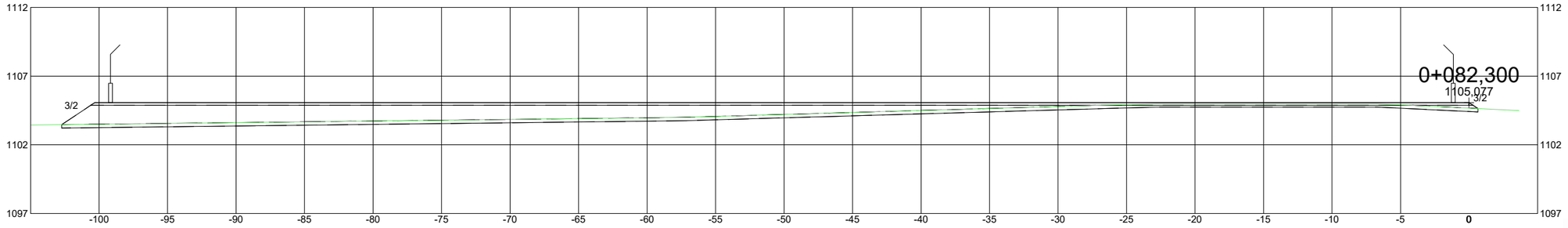
ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 144 de 577



1-1 HOJA 2 SECCIÓN LONGITUDINAL
1/350



2-2 HOJA 2 SECCIÓN LONGITUDINAL
1/350



3-3 HOJA 2 SECCIÓN LONGITUDINAL
1/350

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

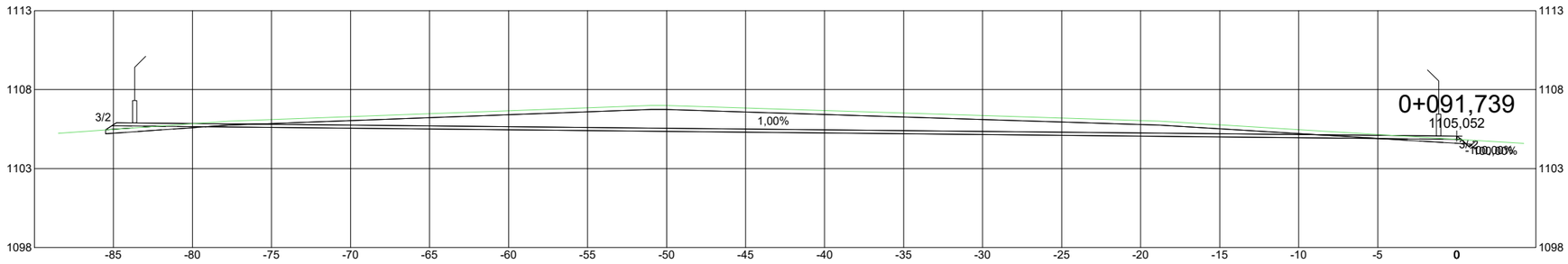
Cliente : capital energy	Autor : IZHARIA ingeniería Meta Engineering Group	Clasificación: SUBESTACIÓN HAZAPIERNA	EMISIÓN INICIAL: 12/06/23				ESCALA : 3 0 3	REV.	FECHA	Dibujado / Revisado / Aprobado
		Tipo : PROYECTO ADMINISTRATIVO		Dibuj.	Rev.	Aprob.	1:350			COMENTARIOS CLIENTE
			Fecha	12/06/23	12/06/23	12/06/23				MOTIVO. ESTADO DE LA REVISIÓN
			Autor	IZH	IZH	IZH				MOVIMIENTO DE TIERRAS SECCIONES LONGITUDINALES

Fichero : 04-MOVIMIENTO DE TIERRAS | Nº : 04 | Rev : 02
Reemplaza : | Hoja: 03 | Sigue: 04 | DIN : A3

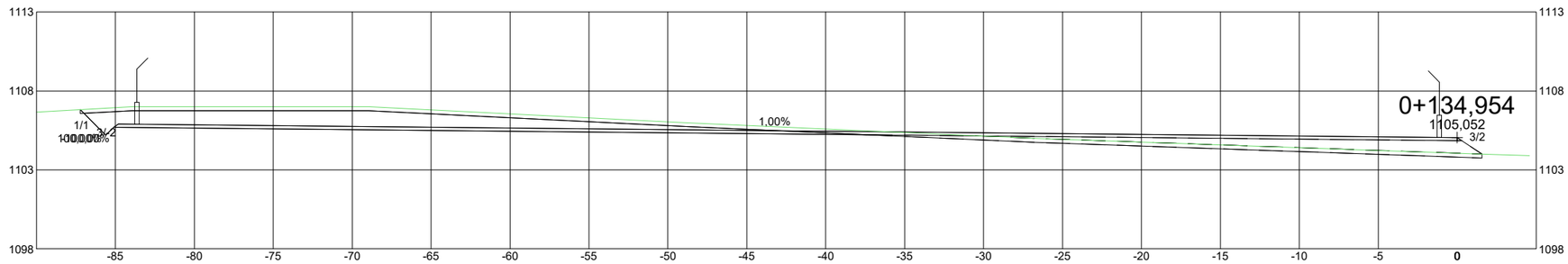
ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

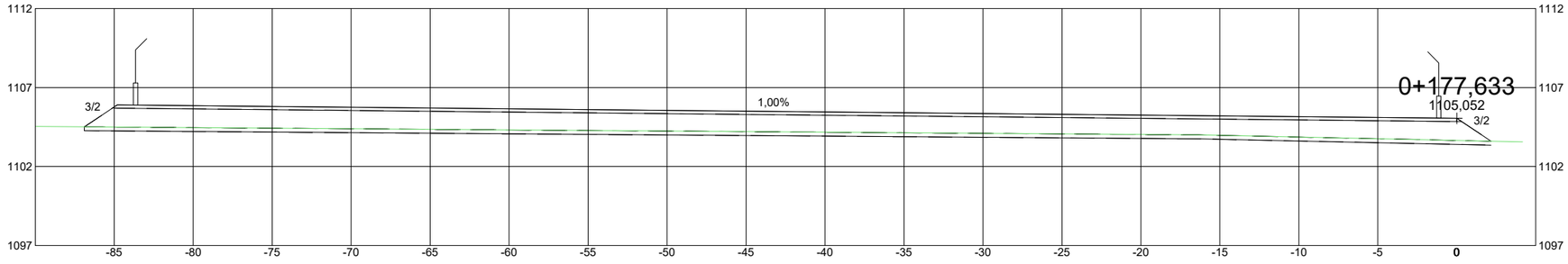
ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 145 de 577



4-4 HOJA 2 SECCIÓN LONGITUDINAL
1/350



5-5 HOJA 2 SECCIÓN LONGITUDINAL
1/350



6-6 HOJA 2 SECCIÓN LONGITUDINAL
1/350

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

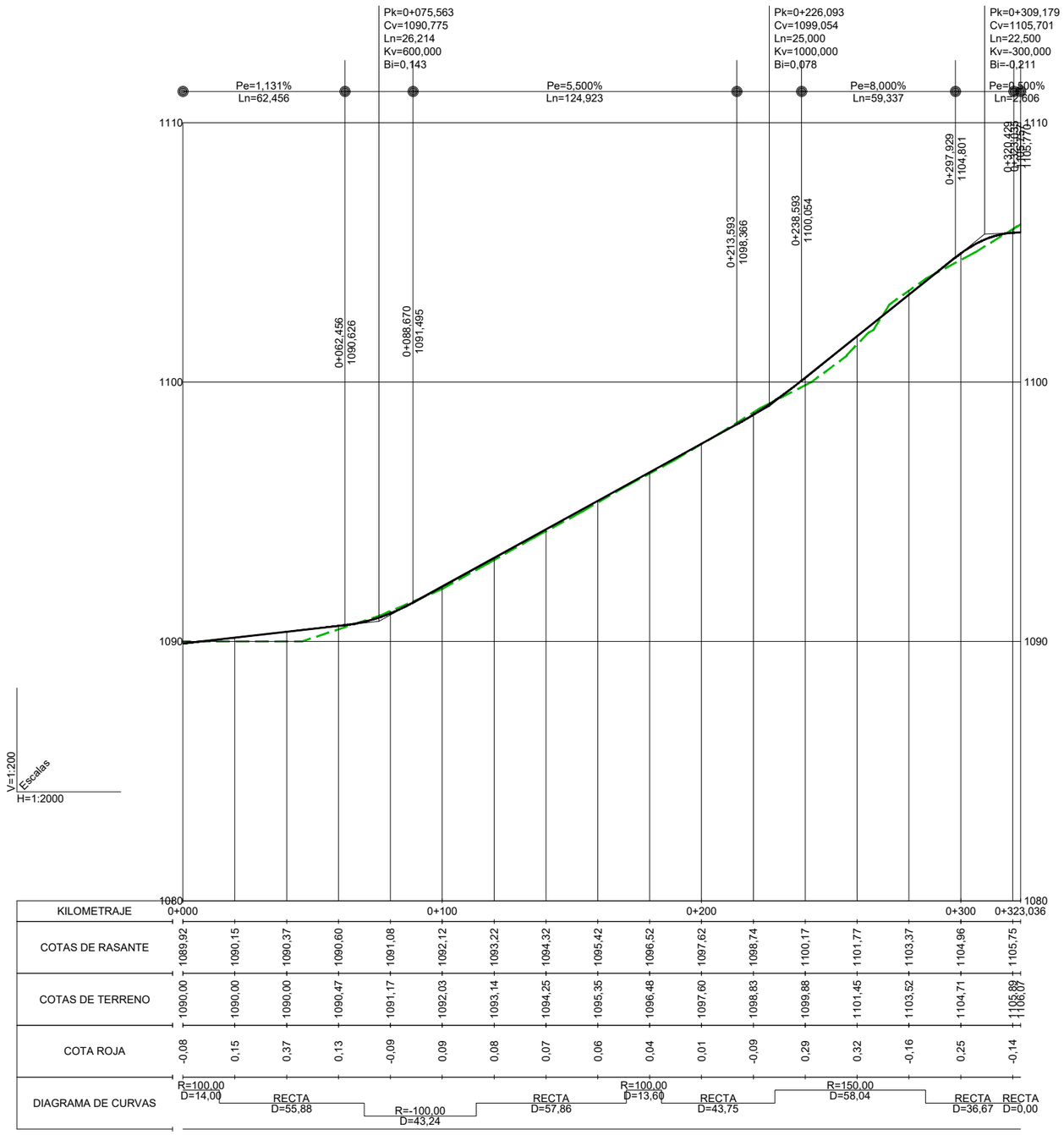
D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

Cliente : capital energy	Autor : IZHARIA ingeniería Meta Engineering Group	Clasificación: SUBESTACIÓN HAZAPIERNA	EMISIÓN INICIAL: 12/06/23				ESCALA : 3 0 3	REV.	FECHA	Dibujado	Revisado	Aprobado	COMENTARIOS CLIENTE
				Dibuj.	Rev.	Aprob.							MOTIVO. ESTADO DE LA REVISIÓN
		Tipo : PROYECTO ADMINISTRATIVO	Fecha	12/06/23	12/06/23	12/06/23							Fichero : 04-MOVIMIENTO DE TIERRAS / Nº : 04 / Rev : 02
			Autor	IZH	IZH	IZH	1:350		MOVIMIENTO DE TIERRAS SECCIONES LONGITUDINALES				Reemplaza : / Hoja: 04 / Sigue: 05 / DIN : A3

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 146 de 577



HAZ-VIAL-SET

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

Cliente : capital energy	Autor : IZHARIA ingeniería	Clasificación: SUBESTACIÓN HAZAPIERNA	EMISIÓN INICIAL: 12/06/23				ESCALA : 0 50 m 1:2.000
		Tipo : PROYECTO ADMINISTRATIVO		Dibuj.	Rev.	Aprob.	
			Fecha	12/06/23	12/06/23	12/06/23	
			Autor	IZH	IZH	IZH	

REV.	FECHA	Dibujado	Revisado	Aprobado	COMENTARIOS CLIENTE
					MOTIVO. ESTADO DE LA REVISIÓN

MOVIMIENTO DE TIERRAS
PERFIL LONGITUDINAL VIAL ACCESO

Fichero : 04-MOVIMIENTO DE TIERRAS	Nº : 04	Rev : 02
Reemplaza :	Hoja: 05 Sigue: 06	DIN : A3

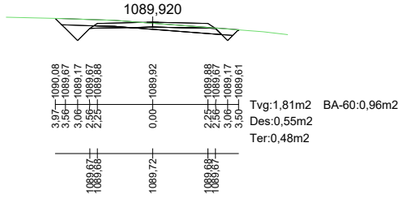
ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág147 de 577

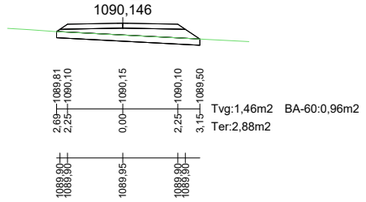
HAZ-VIAL-SET

0+000
1089,920



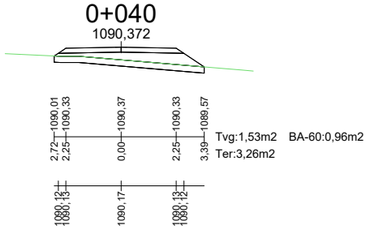
Tvg:1,81m2 BA-60:0,96m2
Des:0,55m2
Ter:0,48m2

0+020
1090,146



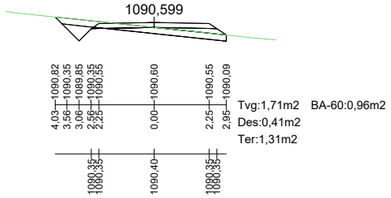
Tvg:1,46m2 BA-60:0,96m2
Ter:2,88m2

0+040
1090,372



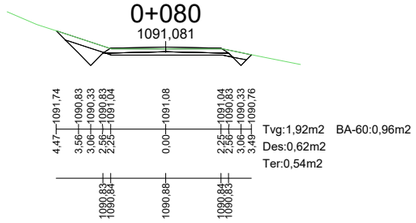
Tvg:1,53m2 BA-60:0,96m2
Ter:3,26m2

0+060
1090,599



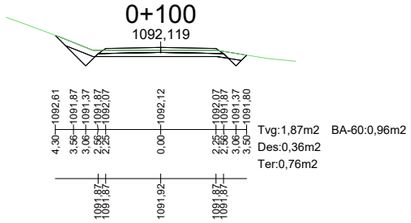
Tvg:1,71m2 BA-60:0,96m2
Des:0,41m2
Ter:1,31m2

0+080
1091,081



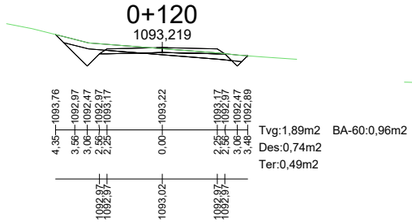
Tvg:1,92m2 BA-60:0,96m2
Des:0,62m2
Ter:0,54m2

0+100
1092,119



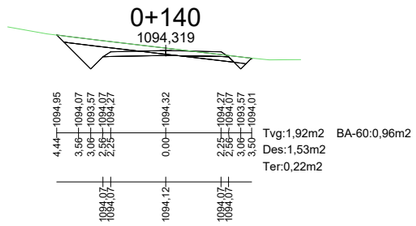
Tvg:1,87m2 BA-60:0,96m2
Des:0,36m2
Ter:0,76m2

0+120
1093,219



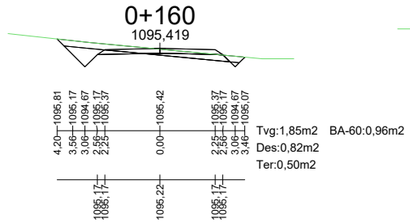
Tvg:1,89m2 BA-60:0,96m2
Des:0,74m2
Ter:0,49m2

0+140
1094,319



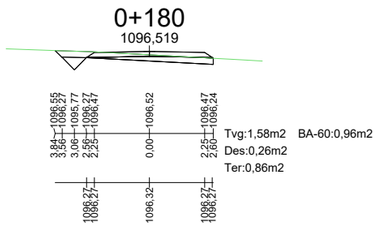
Tvg:1,92m2 BA-60:0,96m2
Des:1,53m2
Ter:0,22m2

0+160
1095,419



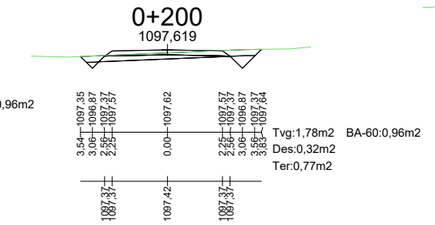
Tvg:1,85m2 BA-60:0,96m2
Des:0,82m2
Ter:0,50m2

0+180
1096,519



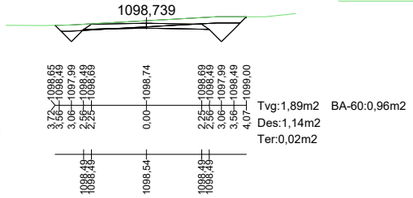
Tvg:1,58m2 BA-60:0,96m2
Des:0,26m2
Ter:0,86m2

0+200
1097,619



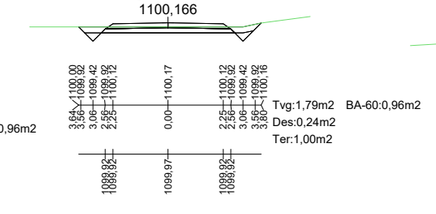
Tvg:1,78m2 BA-60:0,96m2
Des:0,32m2
Ter:0,77m2

0+220
1098,739



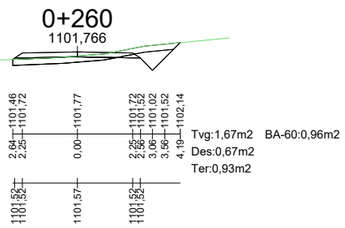
Tvg:1,89m2 BA-60:0,96m2
Des:1,14m2
Ter:0,02m2

0+240
1100,166



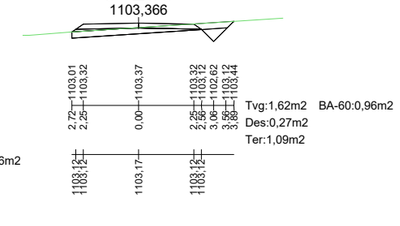
Tvg:1,79m2 BA-60:0,96m2
Des:0,24m2
Ter:1,00m2

0+260
1101,766



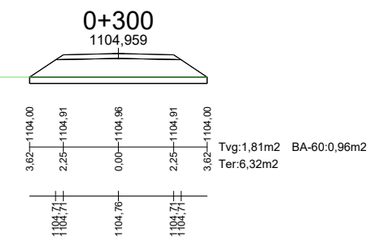
Tvg:1,67m2 BA-60:0,96m2
Des:0,67m2
Ter:0,93m2

0+280
1103,366



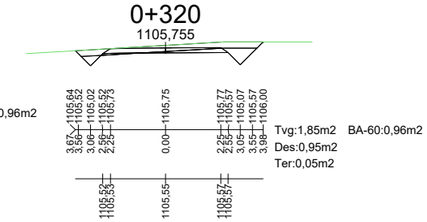
Tvg:1,62m2 BA-60:0,96m2
Des:0,27m2
Ter:1,09m2

0+300
1104,959



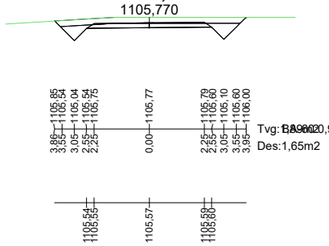
Tvg:1,81m2 BA-60:0,96m2
Ter:6,32m2

0+320
1105,755



Tvg:1,85m2 BA-60:0,96m2
Des:0,95m2
Ter:0,05m2

0+323,036
1105,770



Tvg: 1,86m2 BA-60:0,96m2
Des:1,65m2

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

Cliente : capital energy	Autor : IZHARIA ingeniería	Clasificación: SUBESTACIÓN HAZAPIERNA	EMISIÓN INICIAL: 12/06/23		
		Tipo : PROYECTO ADMINISTRATIVO		Dibuj.	Rev.	Aprob.
			Fecha	12/06/23	12/06/23	12/06/23
			Autor	IZH	IZH	IZH

ESCALA : 3 0 3 — 1:250

REV.	FECHA	Dibujado	Revisado	Aprobado	COMENTARIOS CLIENTE
					MOTIVO. ESTADO DE LA REVISIÓN

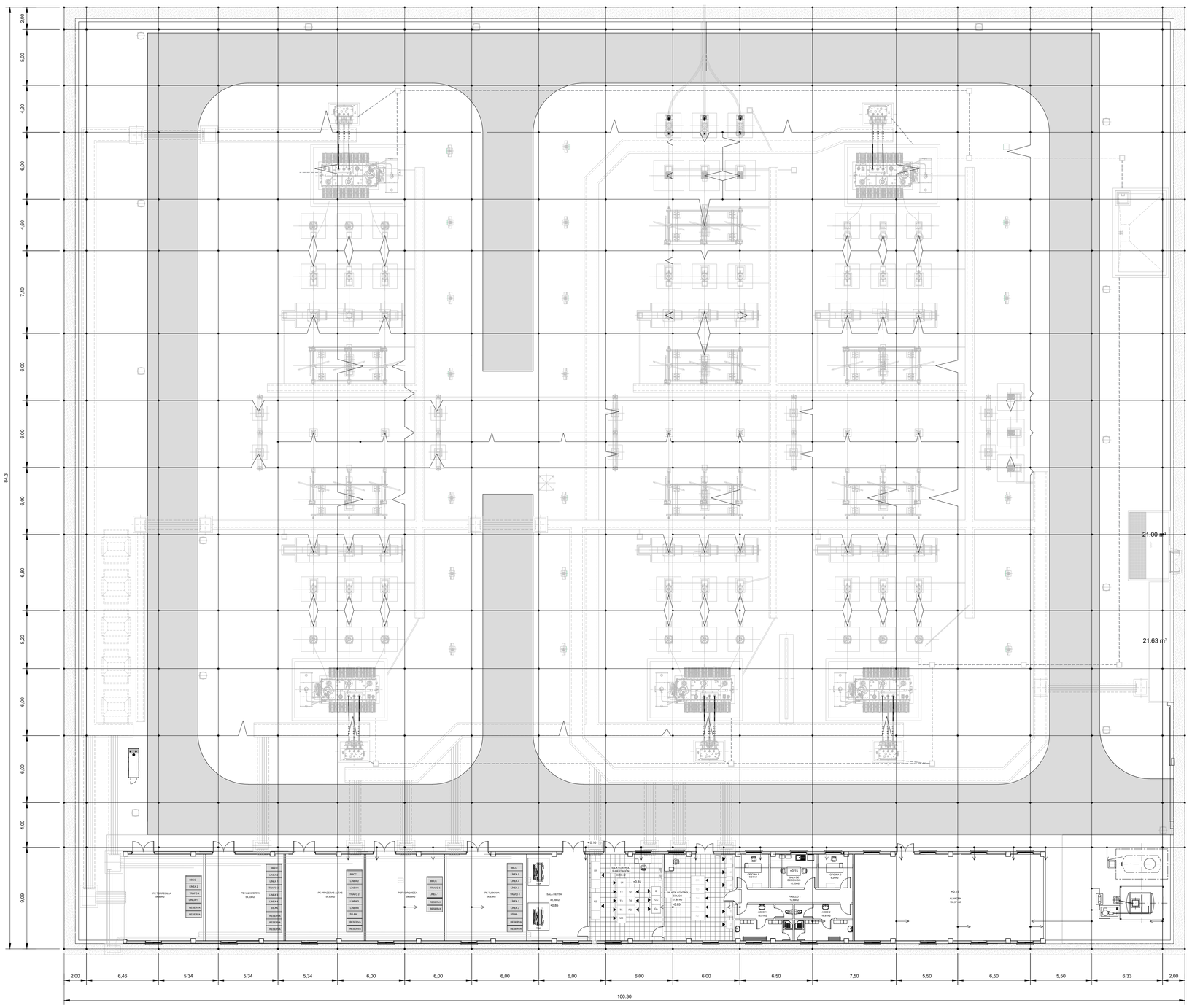
MOVIMIENTO DE TIERRAS
SECCIONES TRANSVERSALES VIAL ACCESO

Fichero : 04-MOVIMIENTO DE TIERRAS | Nº : 04 | Rev : 02
Reemplaza : | Hoja: 06 | Sigue: | DIN : A3

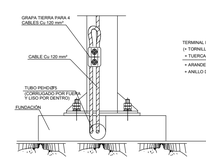
ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág.48 de 577

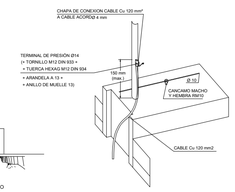


DETALLE P.A.T. ESTRUCTURAS

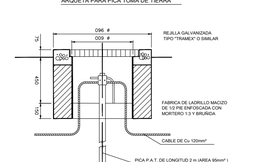


NOTA:
LA GRAPA DEBERA SER DEL TIPO CON PUNTO FIJO

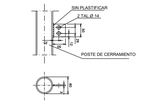
DETALLE P. a. T. CERRAMIENTO



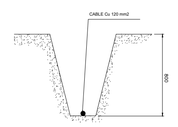
ARQUETA PARA PICA TOMA DE TIERRA



DETALLE FIJACION TIERRA ELECTRICA A POSTE DE CERRAMIENTO



ZANJA PARA LA MALLA DE TIERRAS



LEYENDA

- CONDUCTOR DE COBRE DE 120 mm2
- P.AT. ESTRUCTURA APARAMENTA
- SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA EN T O CRUZ
- ARQUETA PARA ELECTRODO PROFUNDO
- ARQUETA REGISTRABLE MEDIDA DE TIERRA
- ENTRADA PARA CONEXION EQUIPOTENCIAL DE TIERRA EN EDIFICIO

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

EDIC.	FECHA	DD	TP	RVS	APR	
01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
						EDITADO PARA

capital energy

TITULO PROYECTO:
PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:
PLANTA MALLA DE PUESTA A TIERRA
SET HAZAPIERNA 132/30kV

ESCALA: 1:200

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano:
05-PLANTA GENERAL TIERRAS

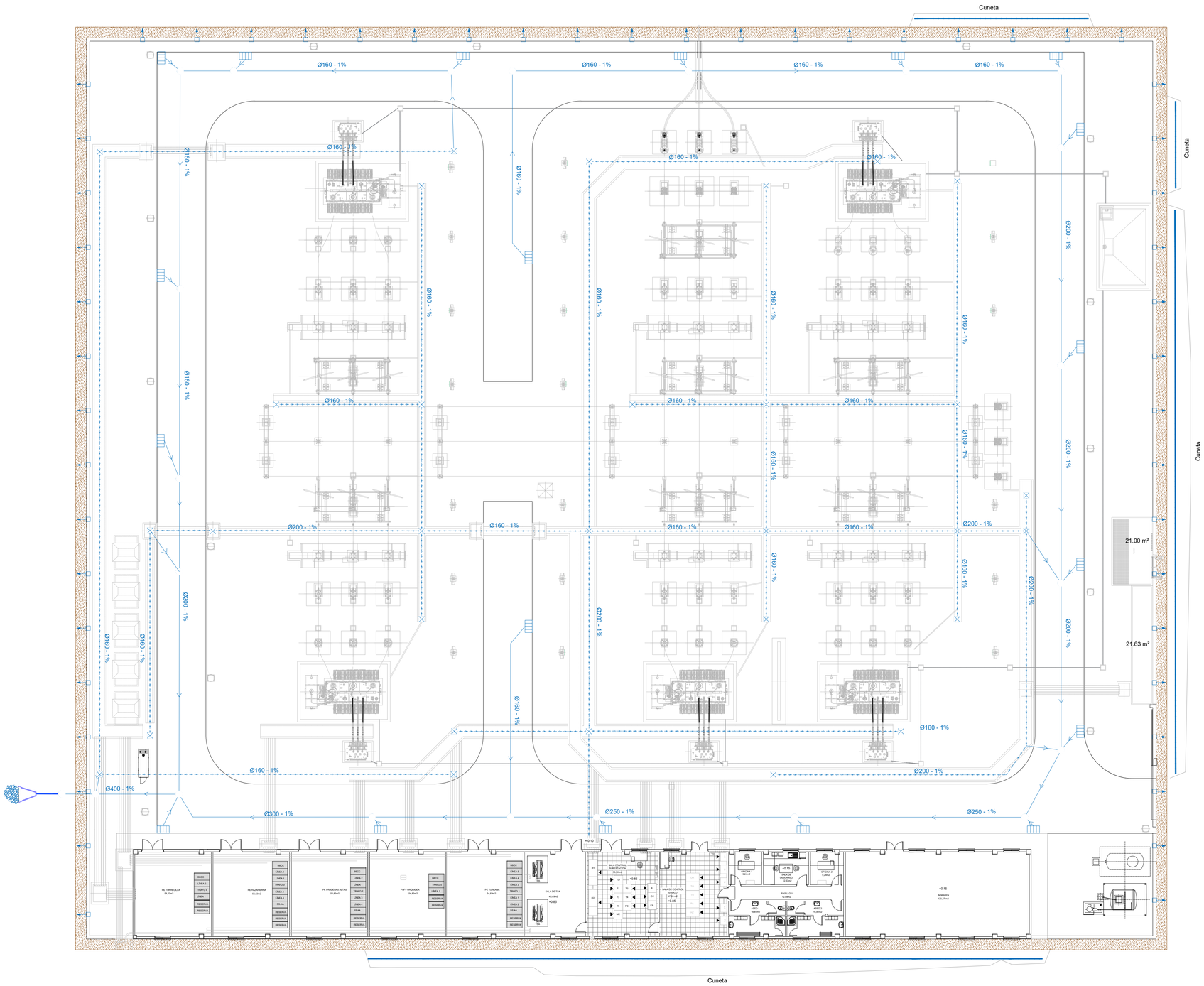
HOJA 1 SIGUE 1

DIN-A1

IT.03093.ES-TI-FO.09

IngenierosVA Visado Nº. 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/a Nº. 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág.49 de 577



LEYENDA

- CUNETA REVESTIDA
- TUBO DREN CORRUGADO PEAD
- TUBO COLECTOR PEAD
- IMBORNAL
- ARQUETA DE REGISTRO DE HORMIGÓN
- ARQUETA DE REGISTRO BAJO CANAL DE CABLES
- POZO DE REGISTRO
- MECHINAL

01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

capital energy

TITULO PROYECTO:

PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:

PLANTA GENERAL DE DRENAJES
SET HAZAPIERNA 132/30kV

ESCALA: 1:200

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano: 06-PLANTA GENERAL DRENAJES

HOJA 1 SIGUE 1

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

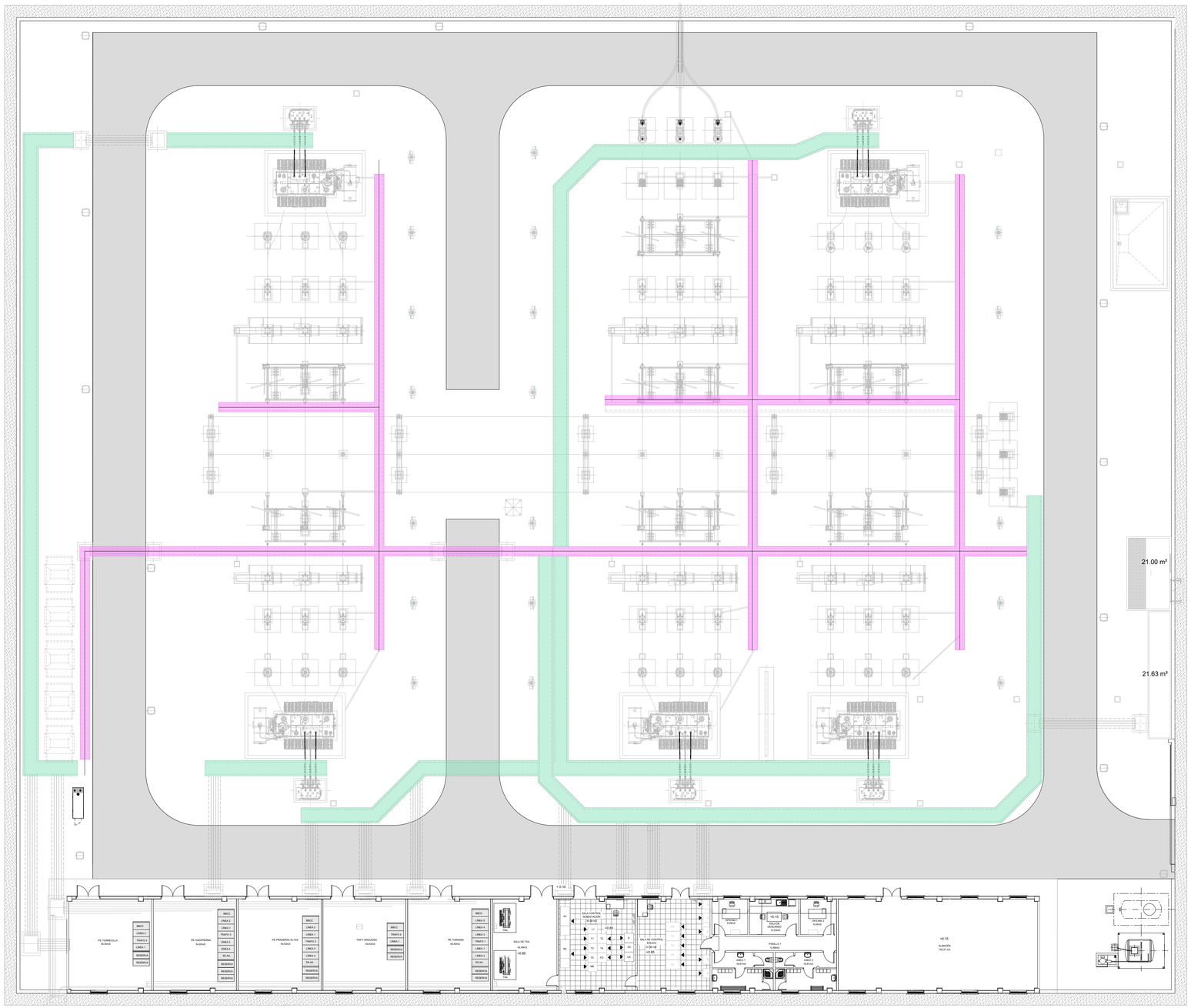
D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

IT.0009.ES-TI-FO.09

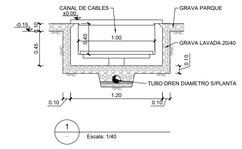
DINA1

IngenierosVA Visado Nº 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado Nº 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SE8R-CW9K44

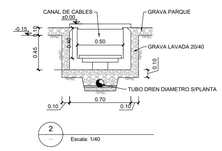
ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág.50 de 577



NOTAS.-
1.- COTAS Y ELEVACIONES EN METROS.
2.- PARA LAS DIMENSIONES DEL TUBO DREN VER PLANO DRENAJE



1
Escala: 1/40



2
Escala: 1/40

HA-25/B/20/IIa
B-500S
σadm = 200 kPa

LEYENDA
CANALIZACIÓN TIPO 1
CANALIZACIÓN TIPO 2

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

capital energy

TITULO PROYECTO:
PROYECTO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:
PLANTA GENERAL DE CANALIZACIONES
SET HAZAPIERNA 132/30kV

ESCALA:
1:200

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano:
07-PLANTA GENERAL CANALIZACIONES

HOJA 1 SIGUE 1

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

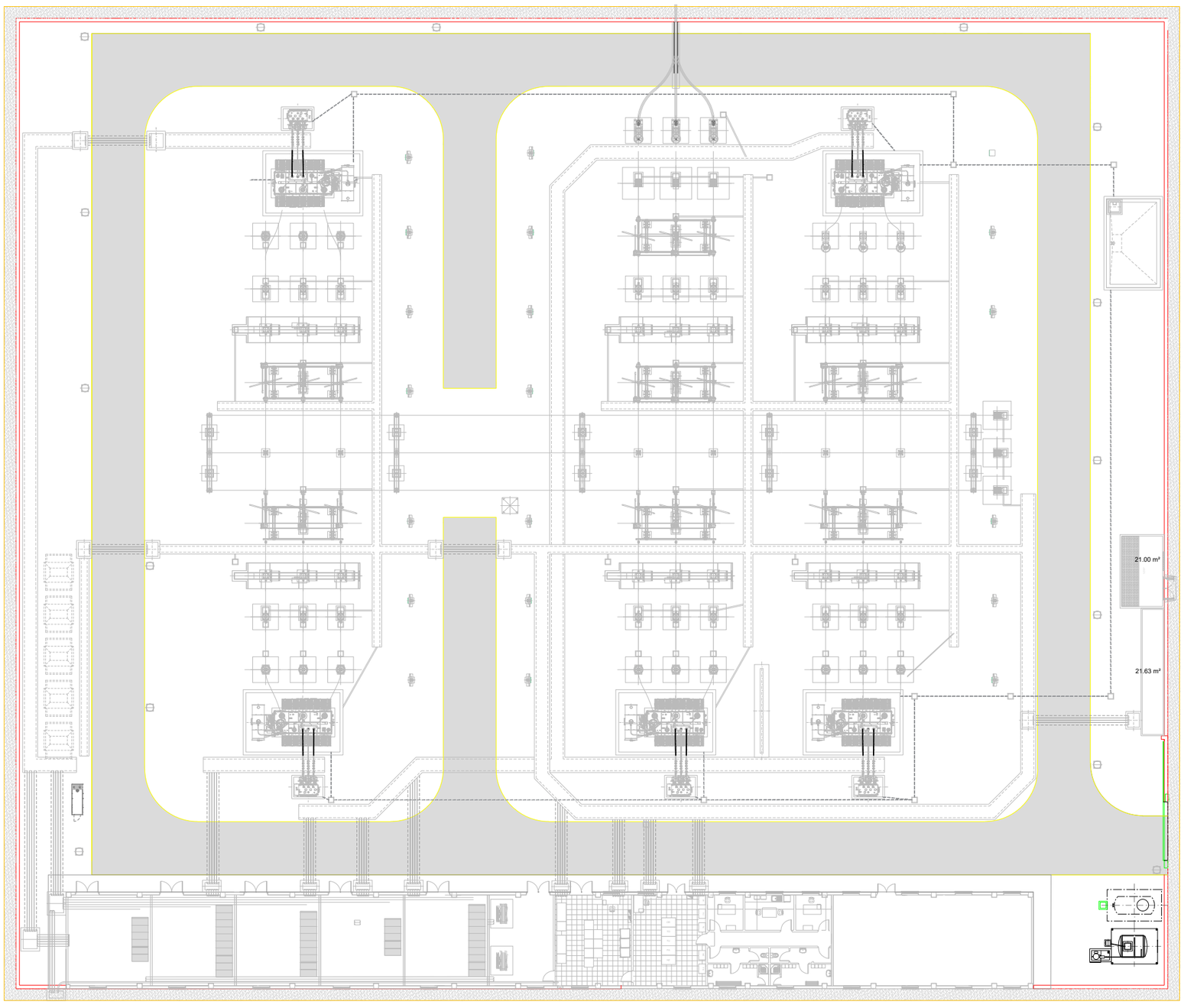
D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

IT 05693 ES-TI-FO 09

DINA1

IngenierosVA Visado Nº. 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/a Nº. 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SE89-CWKK44

ingenierosva
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág151 de 577



LEYENDA

- VALLADO EXTERNO
- LÍMITE PLATAFORMA

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

Cliente : capital energy	Autor : IZHARIA ingeniería	Clasificación: SUBESTACIÓN HAZAPIERNA	EMISIÓN INICIAL: 01/06/23			ESCALA : 5 0 5m 1:400
		Tipo : PROYECTO ADMINISTRATIVO		Dibuj.	Rev.	Aprob.
			Fecha	01/06/23	01/06/23	01/06/23
			Autor	IZH	IZH	IZH

REV.	FECHA	Dibujado	Revisado	Aprobado	COMENTARIOS CLIENTE
					MOTIVO. ESTADO DE LA REVISIÓN

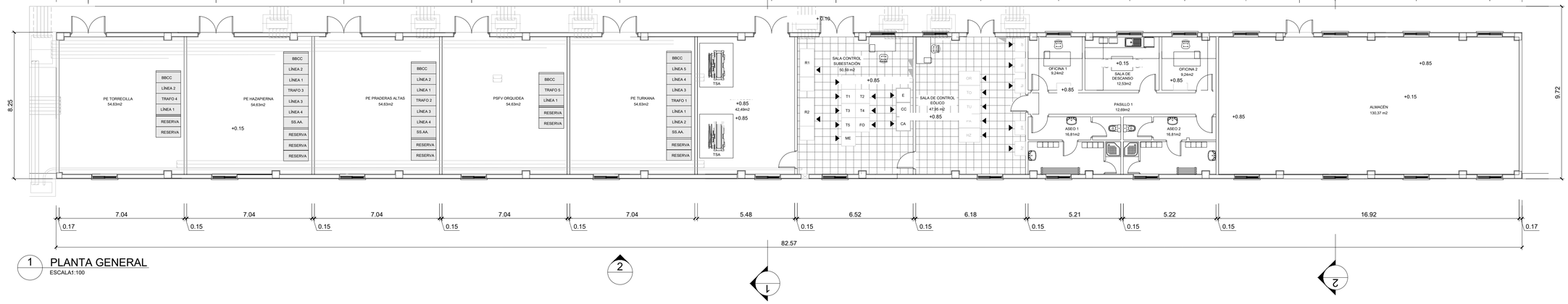
CIERRE PERIMETRAL
PLANTA GENERAL

Fichero : 08-CIERRE PERIMETRAL	Nº : 06		Rev : 01
Reemplaza :	Hoja: 01	Sigue: 02	DIN : A3

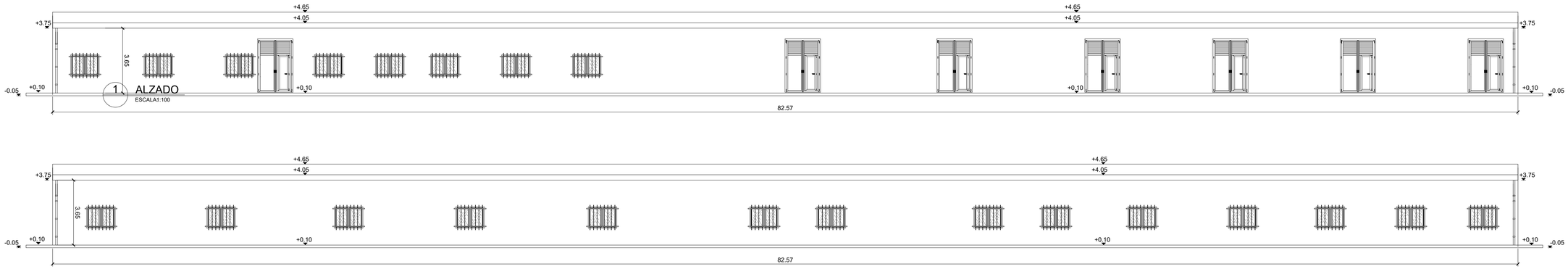
ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorizacion del propietario está prohibida.

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág52 de 577



1 PLANTA GENERAL
ESCALA1:100



1 ALZADO
ESCALA1:100

2 ALZADO
ESCALA1:100

3 ALZADO
ESCALA1:100

4 ALZADO
ESCALA1:100

1 SECCIÓN
ESCALA1:100

2 SECCIÓN
ESCALA1:100

CUADRO DE SUPERFICIES	
ESTANCIA	SUPERFICIE ÚTIL
ALMACÉN	130.37 m²
OFICINA 1	9.24 m²
OFICINA 2	9.24 m²
SALA DE DESCANSO	12.53 m²
PASILLO 1	12.69 m²
ASEO 1	16.81 m²
ASEO 2	16.81 m²
SALA DE CONTROL SUBESTACIÓN	50.59 m²
SALA DE CONTROL EÓLICO	47.95 m²
SALA DE TSA	42.49 m²
SALA DE CELDAS PE TURKANA	54.63 m²
SALA DE CELDAS PSFV ORQUIDEA	54.63 m²
SALA DE CELDAS PE PRADERAS ALTAS	54.63 m²
SALA DE CELDAS PE HAZAPIERNA	54.63 m²
SALA DE CELDAS PE TORRECILLA	54.63 m²
TOTAL	**621.87 m²**

SALA DE CELDAS 30 KV	
MARCA	DESCRIPCIÓN
T	CELDA DE LINEA (TRANSFORMADOR)
L	CELDA DE LINEA (CIRCUITO PARQUE EÓLICO)
BC	RESERVA ESPACIO PARA CELDA PROTECCIÓN BATERÍA CONDENSADORES
SA	CELDA PROTECCIÓN TRAFO DE SSAA

NOTA: COTAS EN METROS

SALA DE CONTROL SUBESTACIÓN	
R1	RECTIFICADOR/CARGADOR DE BATERÍAS 1 (400 Vca/125 Vcc) + BATERÍAS 1 (125 Vcc) + ONDULADOR 1 (125 Vcc/230 Vca) + CONVERSOR 1 (125/48Vcc)
R2	RECTIFICADOR/CARGADOR DE BATERÍAS 2 (400 Vca/125 Vcc) + BATERÍAS 2 (125 Vcc) + ONDULADOR 2 (125 Vcc/230 Vca) + CONVERSOR 2 (125/48Vcc)
L1	ARMARIO PROTECCIONES BAHÍA DE LÍNEA 132 kV
T1	ARMARIO PROTECCIONES BAHÍA DE TRANSFORMADOR T1 132/30 kV
T2	ARMARIO PROTECCIONES BAHÍA DE TRANSFORMADOR T2 132/30 kV
T3	ARMARIO PROTECCIONES BAHÍA DE TRANSFORMADOR T3 132/30 kV
T4	ARMARIO PROTECCIONES BAHÍA DE TRANSFORMADOR T4 132/30 kV
T5	ARMARIO PROTECCIONES BAHÍA DE TRANSFORMADOR T5 132/30 kV
CA	ARMARIO DE SERVICIOS AUXILIARES EN C.A. (400-230 Vca)
E	ARMARIO DE SERVICIOS AUXILIARES EN C.A. EDIFICIO (400-230 Vca) + ARMARIO DE TENSIÓN SEGURA
CC	ARMARIO DE SERVICIOS AUXILIARES EN C.C. (125 Vcc - 48 Vcc)
FO	ARMARIO DE FIBRA OPTICA
ME	ARMARIO DE MEDIDA

SALA DE CONTROL EÓLICO	
OR	SCADA PSFV ORQUIDEA
TO	SCADA PE TORRECILLA
TU	SCADA PE TURKANA
PA	SCADA PE PRADERAS ALTAS
HZ	SCADA PE HAZAPIERNA
or	CUADRO AUXILIAR CONTROL PSFV ORQUIDEA
to	CUADRO AUXILIAR CONTROL PE TORRECILLA
tu	CUADRO AUXILIAR CONTROL PE TURKANA
pa	CUADRO AUXILIAR CONTROL PE PRADERAS ALTAS
hz	CUADRO AUXILIAR CONTROL PE HAZAPIERNA

Madrid, junio de 2023

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	
01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

EDITADO PARA: capital energy

TITULO PROYECTO:
PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:
EDIFICO DE CONTROL
PLANTA Y ALZADOS

ESCALA: 1:200

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano:
09-EDIFICIO CONTROL

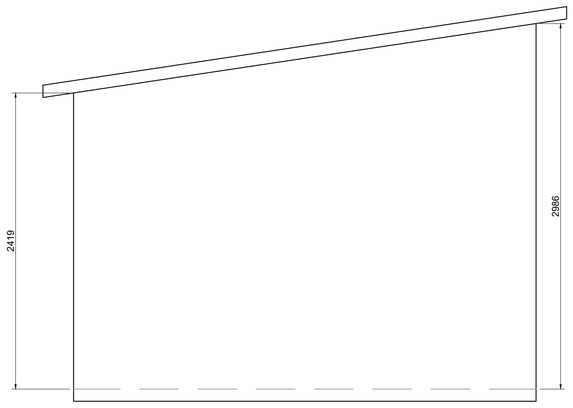
HOJA 1 SIGUE 1

IT 05093.ES-TI-FO.09

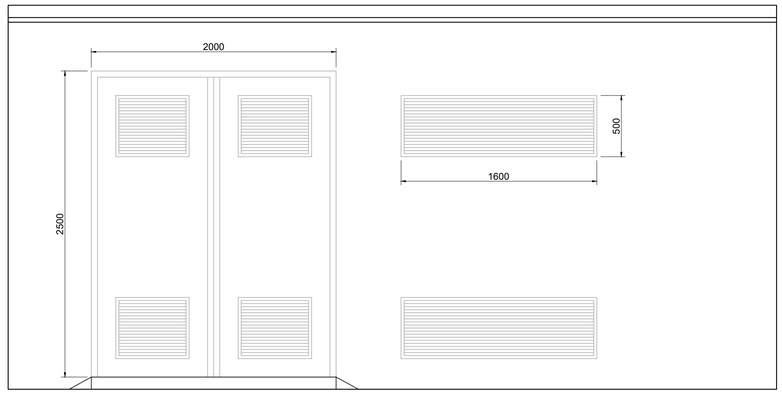
DINA1

IngenierosVA Visado Nº. 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/a Nº. 3675 - Cód. Verificación Electrónica: 5E8IB-CWBK44

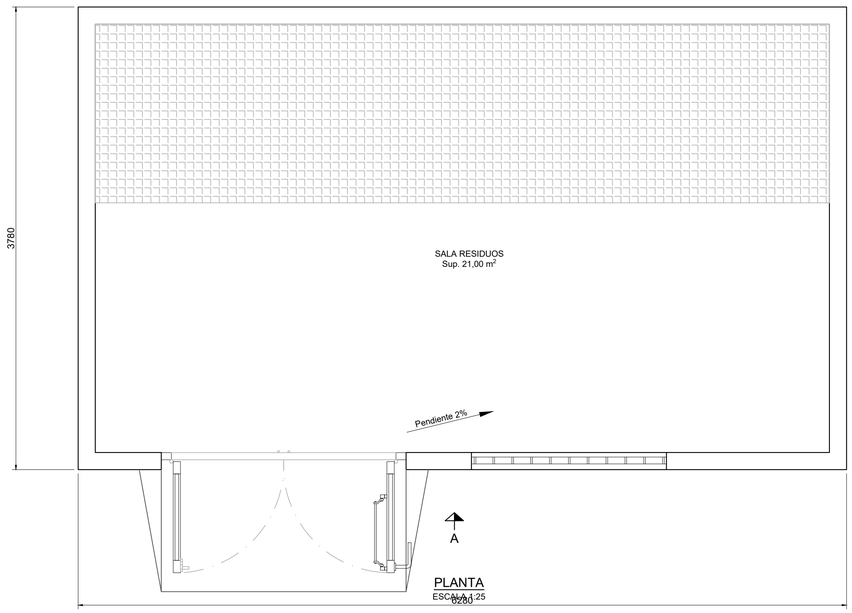
ingenieros VA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág53 de 577



VISTA POR B
ESCALA 1:25



VISTA POR A
ESCALA 1:25



PLANTA
ESCALA 1:25

01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

capital energy

TITULO PROYECTO:

PROYECTO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:

EDIFICIO DE RESIDUOS
SET HAZAPIERNA 132/30kV

ESCALA: 1:40

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano:
10-EDIFICIO DE RESIDUOS

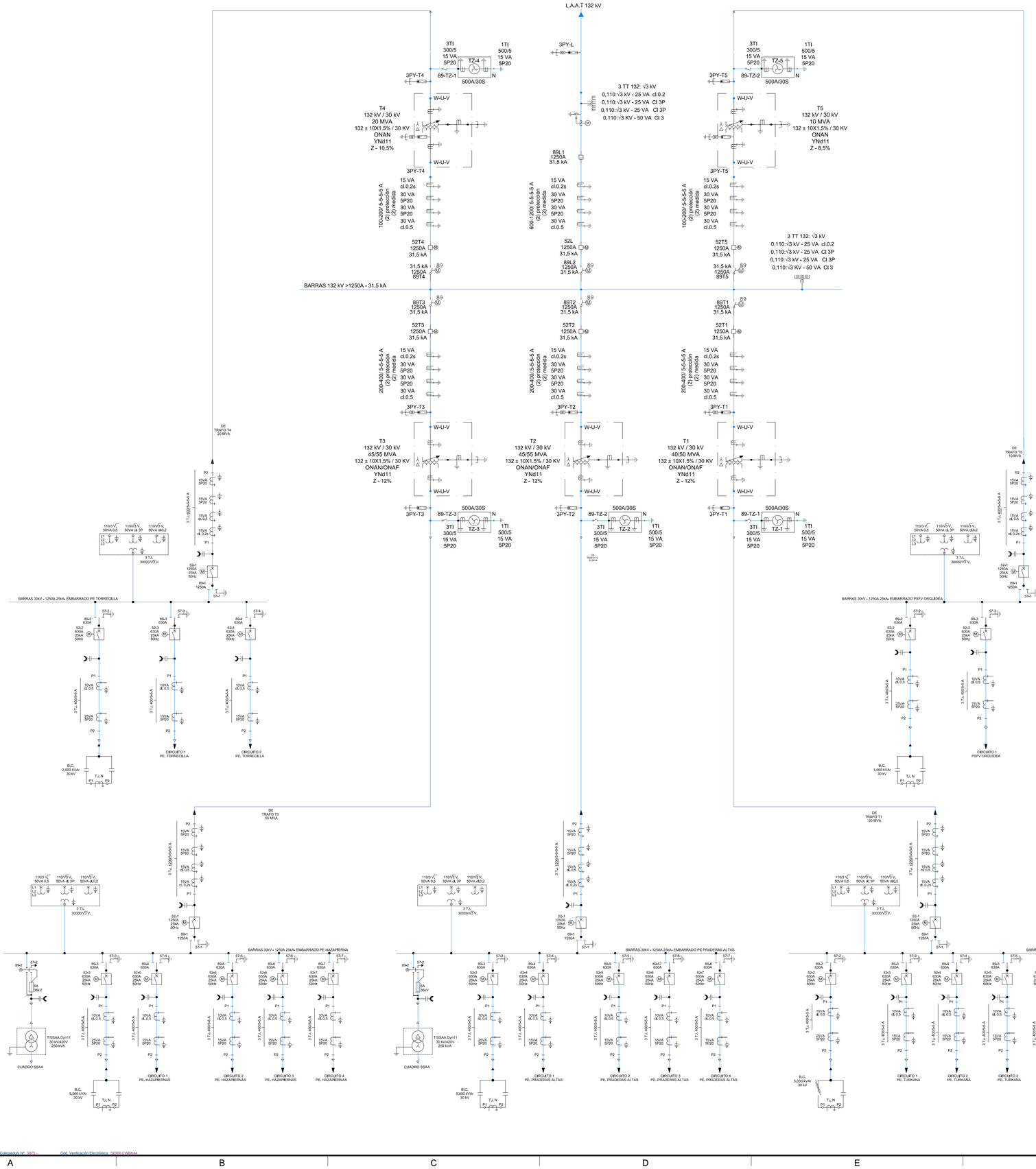
HOJA 1 SIGUE 1

IT.00093.ES-TI-FO.09
DIN-A1

Documento Validado VA 05/10/23 Exclusivo Colegiados VA 3675 Cód. Verificación Electrónico: XXXX-XXXX-XX

RefX ..\..\05 Refx\Refx Formato A1.dwg

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág54 de 577



LEYENDA

EQUIPOS DE 132 kV, 30 kV Y SIMBOLOGÍA

- TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
- TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
- INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MOTORIZADO
- SECCIONADOR CON PUESTA A TIERRA MOTORIZADO
- PARARRAYOS CON CONTADOR DE DESCARGAS
- AUTOVÁLVULA
- TRANSFORMADOR DE POTENCIA CON REGULACIÓN EN CARGA
- REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA, TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD
- EQUIPO DE FACTURACION PRINCIPAL
- EQUIPO DE MEDIDA COMPROBANTE
- MEDICIÓN DE INTENSIDAD
- MEDICIÓN DE TENSIÓN
- MEDICIÓN DE POTENCIA ACTIVA/REACTIVA
- SECCIONADOR MOTORIZADO
- SECCIONADOR DE 3 POSICIONES
- BATERÍA DE CONDENSADORES
- TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES
- DETECTOR DE TENSIÓN

RELEVADORES DE PROTECCIÓN

21	DISTANCIA
21N	DISTANCIA DE NEUTRO
25	SINCRONIZADOR
26	DISPARO TEMPERATURA (ACEITE + DEVANADOS)
27	SUBTENSIÓN
49	ALARMA TEMPERATURA
50S-62	FALLO INTERRUPTOR
50	SOBREINTENSIDAD DE FASE INSTANTÁNEA
51	SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA
51N	SOBREINTENSIDAD DE NEUTRO INSTANTÁNEA
59	SOBRETENSIÓN
63	RELÉ BUCHHOLZ
64	DEFECTOA A TIERRA
67	DIRECCIONAL SOBREINTENSIDAD
67N	DIRECCIONAL SOBREINTENDIDAD NEUTRO
79	REENGANCHADOR
81	FRECUENCIA
86	RELÉ DE ENCLAVAMIENTO
87L	PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LÍNEA
87T	PROTECCIÓN DIFERENCIAL TRANSFORMADOR

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO

SISTEMA DE 132 kV

- TENSIÓN DE SERVICIO:	132 kV
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL:	145 kV
- NIVEL BÁSICO DE IMPULSO :	650 kV
- TENSION FREC. INDUSTRIAL 1 MINUTO:	460 kV
- RÉGIMEN DE NEUTRO:	RIGIDO A TIERRA
- INTENSIDAD NOMINAL BARRAS:	3150 A
- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL:	31,5 kA
- DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO:	0,5 s
- TENSIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES:	125 Vc.c. ; 400/230 Vc.a.
- FRECUENCIA:	50 Hz
- MOTORIZACIÓN INTERRUPTORES / SECCIONADORES:	Tensión 125 Vcc

SISTEMA DE 30 kV

- TENSIÓN DE SERVICIO:	30 kV
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL:	36 kV
- NIVEL BÁSICO DE IMPULSO:	170 kV
- TENSION FREC. INDUSTRIAL 1 MINUTO:	70 kV
- RÉGIMEN DE NEUTRO:	A TRAVES IMPEDANCIA
- INTENSIDAD NOMINAL BARRAS:	1250 A
- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL:	25 kA
- DURACIÓN CORTOCIRCUITO:	0,5 s
- TENSIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES:	125 Vc.c.; 400/230 Vc.a.
- FRECUENCIA:	50 Hz
- MOTORIZACIÓN INTERRUPTORES/ SECCIONADORES:	Tensión 125 Vcc
- TIPO DE CELDAS:	Modular

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	
01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
						EDITADO PARA

capital energy

TITULO PROYECTO:

PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:

PROTECCIÓN Y CONTROL
ESQUEMA UNIFILAR BÁSICO
132/30kV

ESCALA: S/E

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano: 11-DIAGRAMAS_UNIFILARES

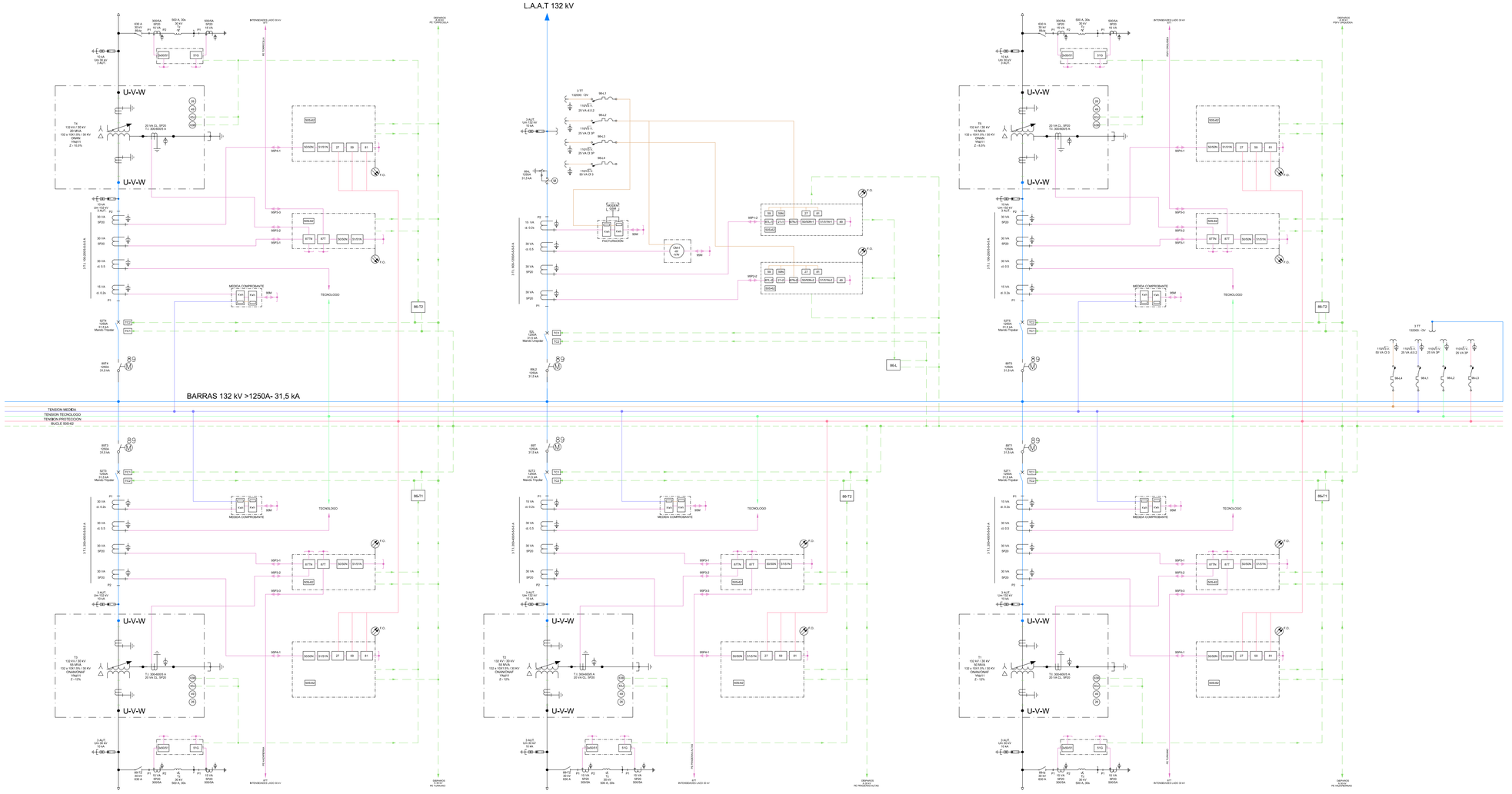
HOJA 1 SIGUE 7

IT.05690.ES-TI-FO.09

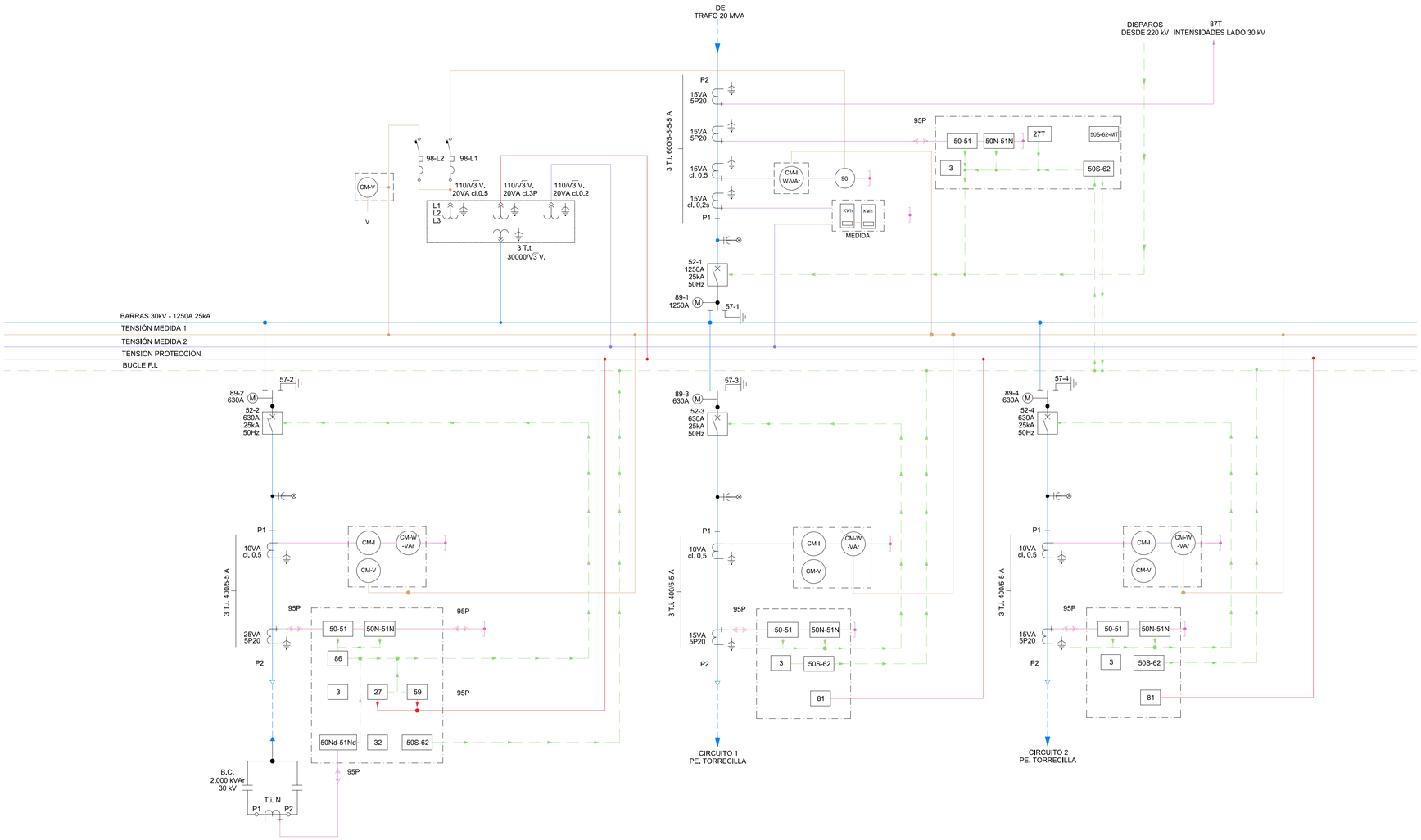
DIN-A1

IngenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERB-CWBK44

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág55 de 577


L.A.A.T 132 kV
BARRAS 132 kV >1250A- 31,5 kA
TENSION MEDIDA
TENSION TECNOLOGO
TENSION PROTECCION
BUCLE 500-62
U-V-W
MEDIDA COMPROBANTE
TECNOLOGO
FACTURACION
INTERRUPTOR 132 kV
SECCIONADOR 132 kV
SECCIONADOR CON PAT
TRANSFORMADOR DE TENSION
TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
3 TT 132000 :3V
3 PUT 132 kV 25 kA
3 PUT 132 kV 31,5 kA
3 AUT 132 kV 31 kA
T1 132 kV / 30 kV 15 MVA 132 ± 10x1,5% / 30 kV ONAN/ONAF Dyn11 Z = 9,5%
T2 132 kV / 30 kV 15 MVA 132 ± 10x1,5% / 30 kV ONAN/ONAF Dyn11 Z = 10,5%
T3 132 kV / 30 kV 15 MVA 132 ± 10x1,5% / 30 kV ONAN/ONAF Dyn11 Z = 10,5%
T1 T2 T3 30 kV 500 A, 30s
T1 T2 T3 30 kV 630 A
T1 T2 T3 30 kV 1000A
T1 T2 T3 30 kV 1250A
T1 T2 T3 30 kV 2000A
T1 T2 T3 30 kV 3000A
T1 T2 T3 30 kV 4000A
T1 T2 T3 30 kV 5000A
T1 T2 T3 30 kV 6300A
T1 T2 T3 30 kV 8000A
T1 T2 T3 30 kV 10000A
T1 T2 T3 30 kV 12500A
T1 T2 T3 30 kV 16000A
T1 T2 T3 30 kV 20000A
T1 T2 T3 30 kV 25000A
T1 T2 T3 30 kV 31500A
T1 T2 T3 30 kV 40000A
T1 T2 T3 30 kV 50000A
T1 T2 T3 30 kV 63000A
T1 T2 T3 30 kV 80000A
T1 T2 T3 30 kV 100000A
T1 T2 T3 30 kV 125000A
T1 T2 T3 30 kV 160000A
T1 T2 T3 30 kV 200000A
T1 T2 T3 30 kV 250000A
T1 T2 T3 30 kV 315000A
T1 T2 T3 30 kV 400000A
T1 T2 T3 30 kV 500000A
T1 T2 T3 30 kV 630000A
T1 T2 T3 30 kV 800000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1250000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1600000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 2500000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 3150000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 4000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 5000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 6300000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 8000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 10000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 12500000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 16000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 20000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 25000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 31500000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 40000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 50000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 63000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 80000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 100000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 125000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 160000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 200000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 250000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 315000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 400000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 500000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 630000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 800000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T2 T3 30 kV 1000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000A
T1 T

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág56 de 577



01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
EDIC.	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

capital energy

TITULO PROYECTO:

PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:

PROTECCIÓN Y CONTROL
ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO
PE TORRECILLA 30kV

ESCALA: S/E

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano: 11-DIAGRAMAS_UNIFILARES

HOJA 3 SIGUE 7

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

DIN-A1

IT.05093.ES-TH-FO.09

IngenierosVA Visado Nº. 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/a Nº. 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SE6R-CV8X-k4

ingenierosVS
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág57 de 577

DE
TRAFO 55 MVA

DISPAROS
DESDE 220 kV

87T
INTENSIDADES LADO 30 kV

P2
15VA
5P20

15VA
5P20

15VA
cl. 0,5

15VA
cl. 0,2s

P1

3 T.i.: 1200/5-5-5-5 A

95P

50-51 | 50N-51N | 27T | 50S-62-MT | 3 | 50S-62

CM-I
W-VAr

90

Kwh | Kwh
MEDIDA

CM-V

V

98-L2 | 98-L1

110/√3 V.
20VA cl,0,5

110/√3 V.
20VA cl,3P

110/√3 V.
20VA cl,0,2

L1
L2
L3

3 T.t.
30000/√3 V.

52-1
1250A
25kA
50Hz

89-1
1250A

57-1

BARRAS 30kV - 1250A 25kA
TENSIÓN MEDIDA 1
TENSIÓN MEDIDA 2
TENSION PROTECCION
BUCLE F.I.

89-2

57-2

6A
36kV

T/SSAA Dyn11
30 kV/420V
250 kVA

CUADRO SSAA

89-3
630A

52-3
630A
25kA
50Hz

57-3

3 T.i. 400/5-5 A

10VA
cl. 0,5

25VA
5P20

86

3 | 27 | 59

50Nd-51Nd | 32 | 50S-62

B.C.
5,500 kVAr
30 kV

T.i. N

89-4
630A

52-4
630A
25kA
50Hz

57-4

CIRCUITO 1
PE. HAZAPIERNAS

89-5
630A

52-5
630A
25kA
50Hz

57-5

CIRCUITO 2
PE. HAZAPIERNAS

89-6
630A

52-6
630A
25kA
50Hz

57-6

CIRCUITO 3
PE. HAZAPIERNAS

89-7
630A

52-7
630A
25kA
50Hz

57-7

CIRCUITO 4
PE. HAZAPIERNAS

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	
01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

capital energy

TITULO PROYECTO:

PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:

PROTECCIÓN Y CONTROL
ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO
PE HAZAPIERNA 30kV

ESCALA: S/E

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano:
11-DIAGRAMAS_UNIFILARES

HOJA 4 SIGUE 7

IT.06093.ES-TI-FO.09

DIN-A1

IngenierosVA Visado Nº. 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/a Nº. 3675 - Cód. Verificación Electrónica: 5E8I8-CW8K44

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág.58 de 577

DE
TRAFO 55 MVA

DISPAROS
DESDE 220 kV

87T
INTENSIDADES LADO 30 kV

3 T.I. 1200/5-5-5 A

P2
15VA
5P20

15VA
5P20

15VA
cl. 0,5

15VA
cl. 0,2s

P1

CM-I
W-VAr

90

95P

50-51

50N-51N

27T

50S-62-MT

3

50S-62

KWh

KWh

MEDIDA

98-L2

98-L1

CM-V

V

110/√3 V.
20VA cl.0,5

110/√3 V.
20VA cl.3P

110/√3 V.
20VA cl.0,2

L1
L2
L3

3 T.I.
30000/√3 V.

52-1
1250A
25kA
50Hz

89-1
1250A

57-1

BARRAS 30kV - 1250A 25kA
TENSIÓN MEDIDA 1
TENSIÓN MEDIDA 2
TENSION PROTECCION
BUCLE F.I.

89-2

57-2

6A
36kV

T/SSAA Dyn11
30 kV/420V
250 kVA

CUADRO SSAA

89-3
630A

57-3

52-3
630A
25kA
50Hz

3 T.I. 400/5-5 A

10VA
cl. 0,5

25VA
5P20

CM-I

CM-W
-VAr

CM-V

95P

50-51

50N-51N

86

3

27

59

50Nd-51Nd

32

50S-62

B.C.
5,500 kVAr
30 kV

T.I. N
P1 P2

89-4
630A

57-4

52-4
630A
25kA
50Hz

3 T.I. 400/5-5 A

10VA
cl. 0,5

15VA
5P20

81

CIRCUITO 1
PE. PRADERAS ALTAS

89-5
630A

57-5

52-5
630A
25kA
50Hz

3 T.I. 400/5-5 A

10VA
cl. 0,5

15VA
5P20

81

CIRCUITO 2
PE. PRADERAS ALTAS

89-6
630A

57-6

52-6
630A
25kA
50Hz

3 T.I. 400/5-5 A

10VA
cl. 0,5

15VA
5P20

81

CIRCUITO 3
PE. PRADERAS ALTAS

89-7
630A

57-7

52-7
630A
25kA
50Hz

3 T.I. 400/5-5 A

10VA
cl. 0,5

15VA
5P20

81

CIRCUITO 4
PE. PRADERAS ALTAS

01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

capital energy

TITULO PROYECTO:

PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:

PROTECCIÓN Y CONTROL
ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO
PE PRADERAS ALTAS 30kV

ESCALA:
S/E

Madrid, junio de 2023

IZHARIA Ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano:
11-DIAGRAMAS_UNIFILARES

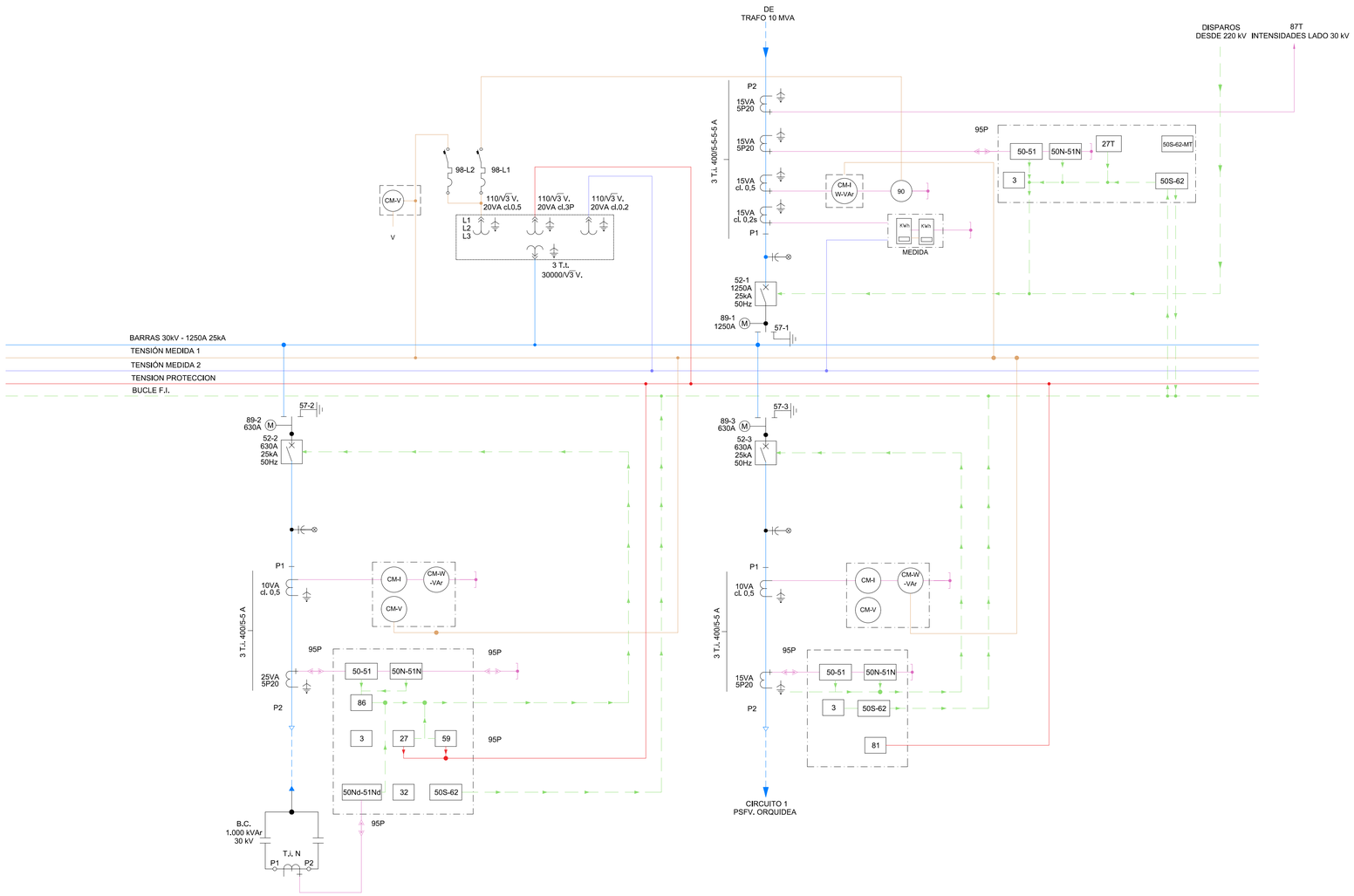
HOJA 5 SIGUE 7

IngenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CVRK44

IT.05059.ES-TI-FO.09

DIN-A1

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág.59 de 577



01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

capital energy

TITULO PROYECTO:

PROYECTO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:

PROTECCIÓN Y CONTROL
ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO
PE TURKANA 30kV

ESCALA: S/E

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano:
11-DIAGRAMAS_UNIFILARES

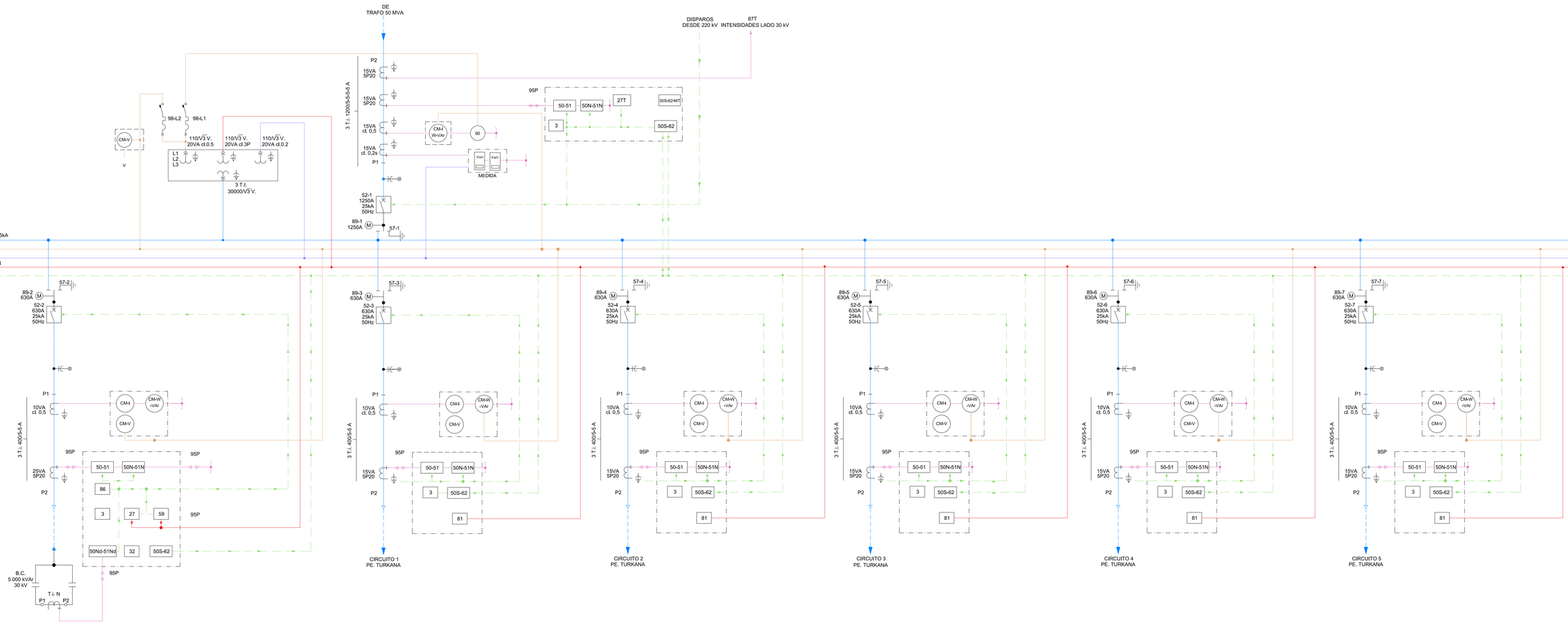
HOJA 6 SIGUE 7

DINA1

IT.650693.ES-TI-FO.09

IngenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado Nº: 3675 Cód. Verificación Electrónica: SER9-CWBK44

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág.60 de 577



EDIC.	FECHA	DD	TP	RVS	APR	
01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

capital energy

TITULO PROYECTO:

PROYECTO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:

PROTECCIÓN Y CONTROL
ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO
PE TURKANA 30kV

ESCALA: S/E

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano: 11-DIAGRAMAS_UNIFILARES

HOJA 7 SIGUE 7

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

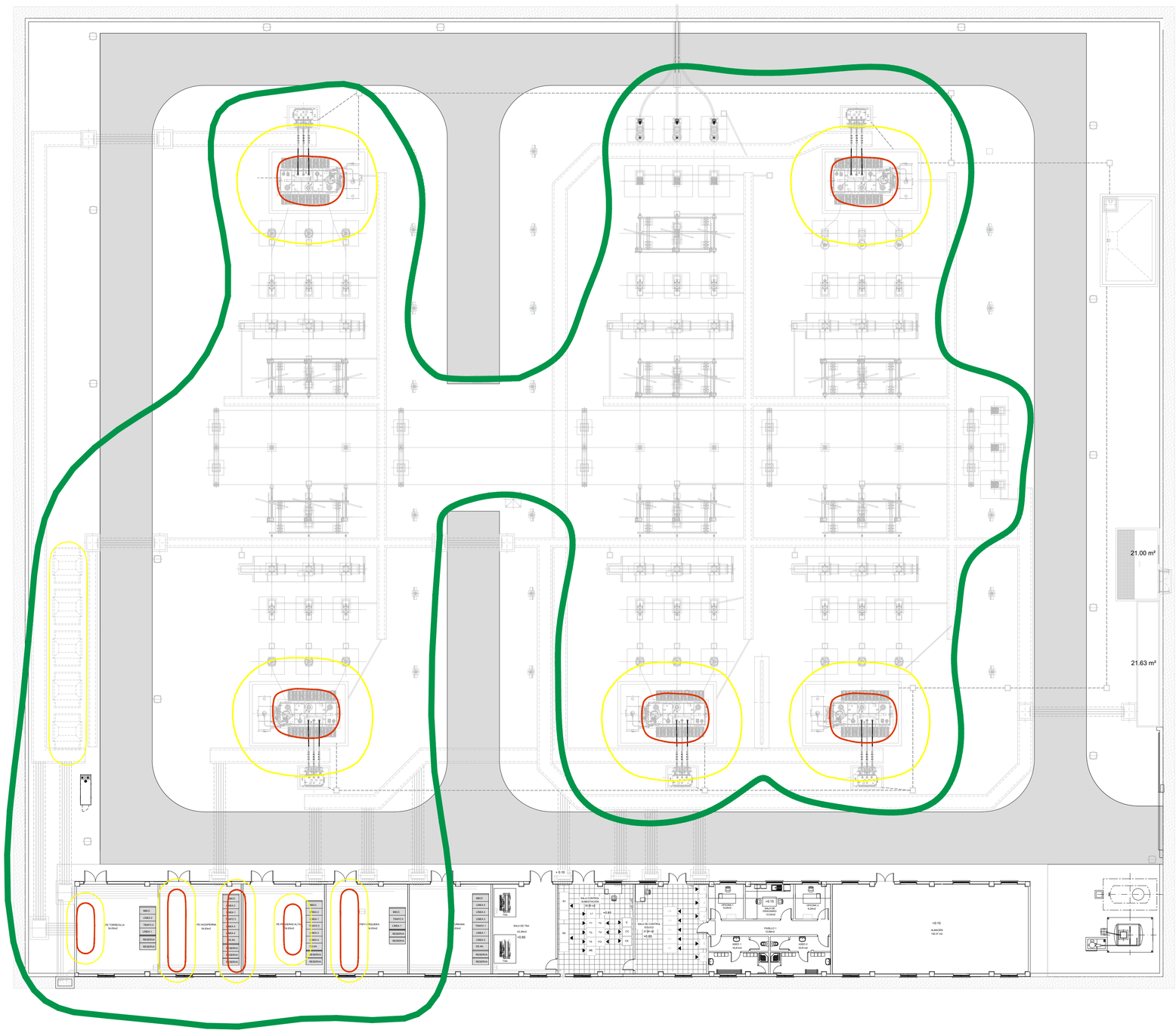
D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

DIN-A1

IT.05093.ES-TH-FO.09

IngenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SE6R-CV6N-K4

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág61 de 577



LÍNEAS CAMPOS MAGNÉTICOS.-

225 µT

120 µT

55 µT

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	
01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

capital energy

TITULO PROYECTO:

PROYECTO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:

PLANTA CAMPOS MAGNÉTICOS
SET HAZAPIERNA 132/30kV

ESCALA: 1:200

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano:
12-PLANTA CAMPOS MAGNÉTICOS

HOJA 1 SIGUE 1

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

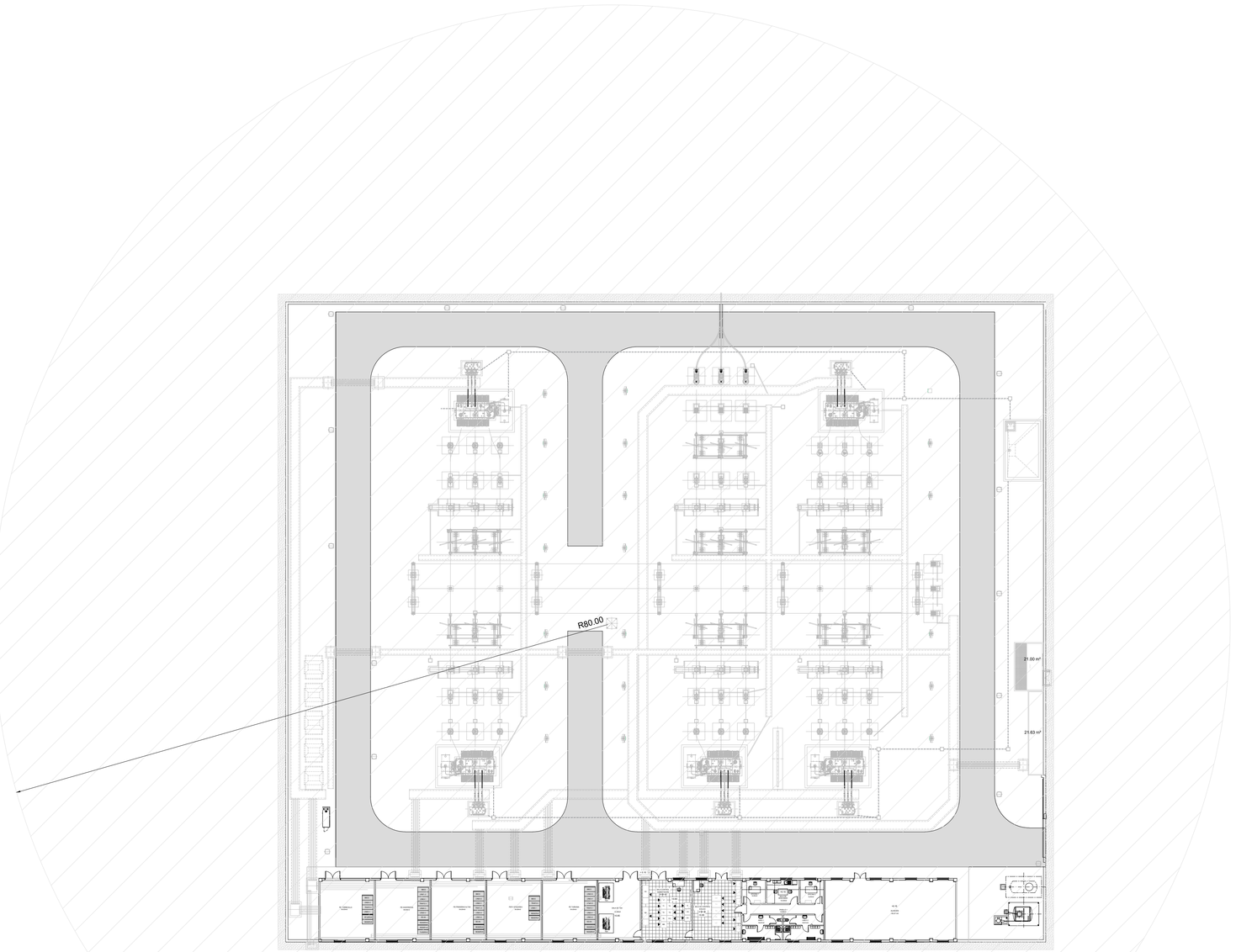
D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

IT 026093.ES-TI-FO.09

DIN-A1

IngenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/a Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWRK44

ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág62 de 577



01	12/06/23	IZH	IZH	IZH	IZH	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

capital energy

TITULO PROYECTO:

PROYECTO ADMINISTRATIVO
SUBESTACIÓN HAZAPIERNA

TITULO PLANO:

PLANTA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS
SET HAZAPIERNA 132/30kV

ESCALA: 1:300

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

Doc. Cliente:

Plano:
13-PLANTA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

HOJA 1 SIGUE 1

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado Nº 3675 IngenierosVA

IT.0009.ES-TI-FO.09

DINA1

IngenierosVA Visado Nº 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado Nº 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SER8-CW6K44



ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 163 de 577

5. Pliego de Prescripciones Técnicas
Subestación Hazapierna

Junio 2023

capital energy

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 164 de 577

Índice

5. Pliego de Condiciones Técnicas 7

1. ASPECTOS GENERALES 7

1.1. OBJETO, ALCANCE Y DISPOSICIONES GENERALES 7

1.1.1. Objeto 7

1.1.2. Alcance de aplicación 7

1.1.3. Condiciones ambientales 7

1.1.4. Contradicciones y omisiones del proyecto 7

1.1.5. Obligaciones del Contratista 8

1.1.6. Instrucciones, normas y disposiciones aplicables 8

1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 10

1.2.1. Procesos constructivos 10

1.2.2. Acceso a las obras 11

1.2.3. Explanación y obras preparatorias. 11

1.2.4. Drenaje 12

1.2.5. Firmes 13

1.2.6. Señalización y seguridad vial 13

1.2.7. Reposiciones 14

1.2.8. Demoliciones 14

1.3. DIRECCIÓN DE OBRA 16

1.4. DESARROLLO DE LAS OBRAS 18

1.4.1. Replanteo. Acta de comprobación del replanteo. 18

1.4.2. Programa de trabajos. 19

1.4.3. Plazo de ejecución 20

1.4.4. Control de calidad 20

1.4.5. Vigilancia de las obras 21

1.4.6. Medios del contratista para la ejecución de los trabajos 21

1.4.7. Mantenimiento y regulación del tráfico durante las obras. 22

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 165 de 577

1.4.8. Seguridad y salud en el trabajo. 22
1.4.9. Vertederos. 23
1.4.10. Ejecución de las obras no especificadas en este pliego. 23
1.4.11. Subcontratación de las obras 23
1.4.12. Limpieza final de las obras 24
2. MATERIALES PARA OBRA CIVIL 24
2.1. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES 24
2.2. HORMIGONES Y MORTEROS 24
2.2.1. Normas aplicables 24
2.2.2. Materiales 25
2.2.3. Encofrados 35
2.2.4. Colocación de las armaduras 39
2.2.5. Dosificación del hormigón 40
2.2.6. Fabricación del hormigón 40
2.2.7. Transporte del hormigón 41
2.2.8. Docilidad del hormigón 41
2.2.9. Puesta en obra del hormigón 41
2.2.10. Desencofrado 42
2.2.11. Tolerancias 43
2.2.12. Resistencia mecánica 43
2.2.13. Ensayos y control 43
2.2.14. Hormigones tipo 47
2.2.15. Morteros 47
2.3. ACERO LAMINADO PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS 49
2.3.1. Materiales 49
2.3.2. Protección contra la corrosión 49
3. EJECUCIÓN DE LA OBRA CIVIL 50
3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS 50
3.1.1. Limpieza y desbroce del terreno y excavación de tierra vegetal de la red de caminos 50
3.1.2. Excavación 53
3.1.3. Terraplenes y rellenos 56

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 166 de 577

3.2. FIRMES 64
3.2.1. Zahorras artificiales 64
3.3. CUNETAS Y OBRAS DE DESAGÜE 67
3.4. CANALIZACIONES ENTERRADAS PARA CABLES ELÉCTRICOS 68
4. EDIFICIOS DE CONTROL 68
4.1. CUBIERTAS 68
4.2. IMPERMEABILIZACIONES Y AISLAMIENTOS 69
4.3. CERRAMIENTOS EXTERIORES 70
4.4. ALBAÑILERÍA Y PARTICIONES INTERIORES 71
4.5. PAVIMENTOS 74
4.6. REVESTIMIENTOS 75
4.7. FALSOS TECHOS 77
4.8. CARPINTERÍA INTERIOR Y EXTERIOR 77
5. INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS DE CONTROL 83
5.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA 83
5.1.1. Instalación Baja Tensión 83
5.1.2. Alumbrado 97
5.1.3. Pararrayos y puntas Franklin 107
5.2. INSTALACIÓN DE DETECCIÓN DE INCENDIOS, EXTINCIÓN DE INCENDIOS Y SEÑALIZACIÓN 115
5.3. INSTALACIÓN DE DRENAJE 118
5.4. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN 120
6. URBANIZACIÓN EXTERIOR 120
6.1. CERRAMIENTO 120
7. OBRA ELÉCTRICA 121
7.1. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES 121
7.1.1. Transformador 132/30 kV 121
7.1.2. Interruptor automático 132 kV 126
7.1.3. Transformador de intensidad 132 kV 129
7.1.4. Transformador de tensión 132 kV 132
7.1.5. Seccionador 132 kV 133
7.1.6. Pararrayos 132 kV y 30 kV 137

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 167 de 577

7.1.7. Aislador soporte 132 kV 140
7.1.8. Aislador soporte 30 kV 140
7.1.9. Celdas 30 kV 141
7.1.10. Reactancia de puesta a tierra 30 kV 145
7.1.11. Baterías de condensadores 30 kV 148
7.1.12. Transformadores servicios auxiliares 30/0,4 kV. 149
7.1.13. Grupo electrógeno 160 kVA. 153
7.1.14. Cable desnudo de potencia, embarrados y material de conexión 164
7.1.15. Cableado 18/30 kV 165
7.1.16. Tubos de protección 170
7.1.17. Estructura metálica 170
7.1.18. Puesta a tierra 170
7.1.19. Sistema integrado de control y protección 171
7.1.20. Nivel de Instalación. 172
7.1.21. Nivel de Posición. 173
7.1.22. Concentradores de posiciones de MT o de AT 174
7.1.23. Enlaces de Comunicaciones. 174
7.1.24. Sistema integrado de control y protecciones Zona Promotor 175
7.1.25. Telecontrol 177
7.1.26. Equipos de medida fiscal 178
7.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 179
7.2.1. Transformador 132/30 kV 179
7.2.2. Aparellaje 132 kV y 30 kV 179
7.2.3. Cajas de centralización 180
7.2.4. Equipos eléctricos ubicados en el interior del edificio de la subestación 180
7.2.5. Cable desnudo de potencia, embarrados y material de conexión 181
7.2.6. Conductores 18/30 kV 182
7.2.7. Canalizaciones 185
7.2.8. Bandejas y canalizaciones eléctricas 186
7.2.9. Cables de fuerza y control 186
7.2.10. Estructura metálica 187

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 168 de 577

7.2.11. Puesta a tierra 187
7.2.12. Equipos de medida fiscal 190
8. MEDICIÓN Y ABONO 191
8.1. MEDICIÓN DE LAS OBRAS 191
8.2. ABONO DE LAS OBRAS 191
8.2.1. Precios unitarios 191
8.2.2. Partidas alzadas 192
8.2.3. Otros gastos a tener en cuenta 192
8.3. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS 193
8.3.1. Recepción 193
8.3.2. Periodo de garantía 193
8.3.3. Recepción definitiva 193
8.3.4. Pruebas mínimas 194

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 169 de 577

5. Pliego de Condiciones Técnicas

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. OBJETO, ALCANCE Y DISPOSICIONES GENERALES

1.1.1. Objeto

Este pliego de prescripciones técnicas tiene por objeto en primer lugar estructurar la organización general de la obra; en segundo lugar, fijar las características materiales a utilizar y establecer las condiciones que tiene que cumplir el proceso de ejecución de obra; y por último, organizar el modo y manera en que deben realizarse las mediciones y abono de las obras.

1.1.2. Alcance de aplicación

El presente pliego se aplicará a todas las obras necesarias para la Subestación Hazapierna

1.1.3. Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales de la SET Hazapierna, serán tenidas en consideración a la hora de prescribir cualquier equipo que se vea afectado por dicha situación (distancias mínimas de aislamiento, aislamiento externo, calentamientos, etc.)

- Altitud sobre el nivel del mar: 1100 m
- Tipo de zona: Zona C (según reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión)
- Temperaturas extremas: +40/-20ºC
- Contaminación ambiental: Alta
- Velocidad máxima del viento: 120 km/h

1.1.4. Contradicciones y omisiones del proyecto

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 170 de 577

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos o viceversa, se ejecutará como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre ambos documentos prevalecerá lo prescrito en el Pliego de Condiciones.

Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones, o las descripciones erróneas o dudosas de los detalles de la obra, no eximen al Contratista de ejecutarlos como si hubieran sido correctamente descritos, siendo resueltos en caso de duda por el Director Facultativo de las obras, cuyas órdenes habrán de cumplirse.

1.1.5. Obligaciones del Contratista

El Contratista está obligado al cumplimiento de Ley sobre el contrato de trabajo, Reglamentación del Trabajo, contratación de Seguros Obligatorios, disposiciones reguladoras en materia de Seguridad social y Seguridad e Higiene en el trabajo vigente, o que en lo sucesivo se dicten, siendo el único responsable de las consecuencias de las transgresiones de dichas disposiciones. Ello sin perjuicio de las atribuciones de la Dirección Facultativa de las obras para manifestar las obligaciones y puntualizaciones que se consideren pertinentes al respecto.

Previamente a la formalización del contrato, el contratista se supone que ha visitado y examinado el emplazamiento de las obras, sus alrededores, accesos u obras precisas para facilitar estos, conoce las instalaciones existentes, climatológicas, etc. y todos aquellos aspectos existentes que puedan afectar a las obras, los cuales no afectarán al cumplimiento de sus obligaciones contractuales.

El contratista deberá señalizar correctamente y deberá establecer los elementos de balizamiento y las vallas de protección que puedan resultar necesarias para evitar accidentes y será el único responsable de los daños y perjuicios de cualquier naturaleza, directos o indirectos que se puedan ocasionar a cualquier persona o propiedad como consecuencia de la realización de los trabajos de un defecto de señalización o falta de elementos de protección.

En las zonas en que las obras afecten a carreteras o a caminos de uso público la señalización se realizará de acuerdo con la instrucción 8.3-IC, señalización de obras O.M. de 31 de Agosto de 1987 y cuantas normas vigentes en esta materia existan.

El contratista será responsable del correcto replanteo de las obras, a partir de las determinaciones del proyecto y puntos de nivel o referencias que le serán notificadas por la Dirección Facultativa. Será igualmente responsable de que los niveles, dimensiones y alineaciones de las obras ejecutadas sean correctos, así como de proporcionar el equipo humano y técnico para conseguir este fin.

1.1.6. Instrucciones, normas y disposiciones aplicables

Las obras, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Artículo 1.588 y siguientes del Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación; Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público; el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 171 de 577

Contratación de Obras del Estado, aprobado por Decreto 3584/70 y Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Normas UNE.
- Instrucción de hormigón estructural (EHE).
- Normas ASTM.
- Normas NLT.
- Normas tecnológicas de la edificación (NTE).
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-16). (Real Decreto 256/2016 de 10 de junio).
- Instrucción de hormigón estructural (EHE-08). Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo y modificaciones posteriores.
- Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.
- Normas Urbanísticas aplicables en el término municipal.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 172 de 577

- Cualquier otra norma que se publique durante la ejecución de los trabajos y que le afecte a ellos, tanto si es de ámbito Local como Autonómico o Nacional.

La subestación se ejecutará respetando los siguientes Reglamentos, Normas y Especificaciones Técnicas. Las siguientes normas se entiende que son en su edición actual:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. Correcciones de errores del Real Decreto. Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre.
- 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.
- IEEE Std. 80-2013 “Guide for safety in AC substation grounding”.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 842/2002 e Instrucciones Complementarias a dicho Reglamento (MIE-BT).” Correcciones y modificaciones.
- Real Decreto 614:2001 de 8 de Junio (BOE nº 148 de 21 de Junio de 2001) sobre las Condiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Especificaciones Particulares Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. Subestaciones AT/MT SRZ001

1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.2.1. Procesos constructivos

Los procesos constructivos más destacables de esta obra son:

- Vial interior y plataforma: Ejecución de los trabajos para la construcción del vial interior y de la plataforma.
- Cimentaciones, canalizaciones, drenajes y puesta a tierra. Cimentación del edificio, cimentación de la aparamenta del parque de intemperie 132/30 kV, canalizaciones eléctricas del parque de intemperie, drenajes de la plataforma de la subestación y puesta a tierra de la subestación: Ejecución de los trabajos para la construcción de las distintas cimentaciones, canalizaciones, drenajes y puesta a tierra.
- Ejecución del edificio y montaje de estructuras metálicas de la aparamenta del parque de intemperie 132/30 kV.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 173 de 577

- Infraestructura Eléctrica: Desarrollo y ejecución de los trabajos correspondientes a los equipos de 132/30 kV e instalaciones auxiliares.
- Puesta en marcha de la subestación.

1.2.2. Acceso a las obras

En los accesos, caminos y pistas de la instalación, deberá circularse por los lugares que se indiquen y tomar toda clase de precauciones en cuanto al desplazamiento y movilidad de vehículos y personal, movimiento de materiales, elementos y objetos, teniendo presente las distancias de seguridad mínimas que deben mantenerse.

El acceso a la zona de obras se realiza desde un camino existente.

1.2.3. Explanación y obras preparatorias.

Todas las obras vienen definidas los planos, memorias, anexos y documentos del proyecto, y se ejecutaran de acuerdo a lo que en ellos se indica conforme a las especificaciones de estas Prescripciones Técnicas y a las órdenes e instrucciones que dicte el Ingeniero Director.

Las obras de explanación comprenden:

- Replanteo de todas las operaciones y materialización de las referencias topográficas.
- El despeje y desbroce de toda la zona comprendida dentro de los límites de explanación, incluso la tala de árboles y extracción de raíces.
- La demolición de las construcciones situadas dentro de los límites de expropiación.
- La eliminación de todos los materiales inservibles dentro de los límites de explanación.
- Todos los accesos y caminos de servicio interior, necesarios para la ejecución de las obras.
- Las obras necesarias para el mantenimiento de servitud durante la ejecución de los trabajos, incluso la señalización provisional necesaria, según las indicaciones de la Dirección de las obras.
- El movimiento de tierras necesario para conformar la explanada de la carretera. Estas obras incluyen todos los desmontes de la traza o préstamos autorizados, transporte de materiales utilizables a su sitio de utilización y aquellos que no lo son, a vertedero, preparación de la superficie de asentamiento, formación de rellenos, acabados y alisado de taludes y construcción de explanada mejorada.
- Todas las operaciones que sean necesarias para acabar la obra en las condiciones de calidad y con las tolerancias definidas en los documentos del Proyecto.
- Limpieza y retirada de los elementos auxiliares y restos de obra.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 174 de 577

1.2.4. Drenaje

En el estudio de drenaje se determinarán, a partir de los caudales de avenida obtenidos en el estudio hidrológico y para el período de retorno correspondiente, las obras de drenaje transversal a la vía necesarias para su desagüe, definiendo su forma y situación, así como la comprobación de su funcionamiento hidráulico durante la evacuación de las aguas en régimen de avenidas.

Las embocaduras o salidas de las obras están compuestas por aletas de hormigón que se disponen, en general, formando 33º o 45º con el eje de la obra, aunque a veces, este ángulo varia ligeramente para adaptarse a la dirección del cauce y del camino.

La ejecución de estas obras comprende:

- Replanteo y materialización de referencias topográficas.
- Los caminos de acceso necesarios para la ejecución de las obras.
- Excavación y alisado de las obras de entrada y salida y retirada de los productos excavados.
- Enmarcado de las obras de entrada y salida donde se indique.
- Hormigón y encofrado del cuerpo de la obra y las embocaduras de entrada y salida, o de los escalonamientos de salida y de los fosos de entrada, en todo caso.
- Excavación, en todo caso, de la rasa para la colocación de tubos y retirada de los productos excavados.
- Suministro, transporte y colocación de los tubos de hormigón y su revestimiento de hormigón.
- Todas las operaciones que se necesiten para acabar la obra en las condiciones de calidad y con las tolerancias definidas en los documentos del proyecto.
- Retirada y limpieza de todos los elementos auxiliares y restos de obra.
- Acondicionamiento del terreno.
- Conservación de la obra ejecutada hasta su recepción provisional.
- Todas las obras necesarias para asegurar el correcto drenaje provisional de las aguas interceptadas mientras se realiza la obra definitiva.

Para el drenaje longitudinal se ha previsto un sistema constituido por unas cunetas laterales de calzada sin revestir.

La ejecución de estas obras comprende:

- Replanteo y materialización de referencias topográficas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 175 de 577

- Excavación y alisado de zanjas y pozos, y retirada de productos excavados.
- Hormigón de base y colocación de tubos para el drenaje.
- Recubrimiento del dren con árido filtrante.
- Rellenos complementarios.
- Construcción de bajantes, incluidos materiales.
- Todas las operaciones que se necesiten para acabar las obras en las condiciones de calidad y con las tolerancias definidas en los documentos del proyecto.
- Retirada y limpieza de todos los elementos auxiliares y restos de obra.
- Acondicionamiento del terreno.

1.2.5. Firmes

El firme es de tipo granular, y su ejecución comprende:

- Replanteo y materialización de referencias topográficas.
- Preparación de la superficie existente.
- Fabricación, extendido y compactación de las capas granulares.
- Todas las operaciones que se necesiten para acabar las obras en las condiciones de calidad y con las tolerancias definidas en los documentos del Proyecto.
- Limpieza y retirada de elementos auxiliares y restos de la obra.

En cruces de caminos internos con carreteras existentes se realizarán, según se marquen en proyecto, los accesos con firme de tipo asfáltico.

1.2.6. Señalización y seguridad vial

Incluye los siguientes grupos de obras:

- Señalización vertical.
- Señalización horizontal.

Las señales del primer grupo, en su forma, color, dimensiones y alfabeto, se ajustan a la normativa vigente. Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Replanteo de la ubicación de las señales.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 176 de 577

- Suministro de materiales.
- Instalación de los elementos de sostenimiento y de las señales.

Además de todo esto, las obras de señalización y seguridad vial incluyen:

- Todas las operaciones que sean necesarias para acabar la obra en las condiciones de calidad y con las tolerancias definidas en los documentos del Proyecto.
- La limpieza y retirada de elementos auxiliares y restos de obra.

1.2.7. Reposiciones

Se incluyen dentro del presupuesto general de la obra, la obra civil correspondiente a la reposición de los servicios afectados por las obras.

La realización de las obras de reposición de servicios afectados incluye todas las operaciones necesarias para acabar las obras en las condiciones de calidad y tolerancias definidas en los documentos del Proyecto o a las que ordene en Ingeniero Director.

1.2.8. Demoliciones

Consiste en el derribo de todas las construcciones o elementos constructivos, tales como muros, firmes, construcciones, fábricas de hormigón u otros, que sea necesario eliminar para la adecuada ejecución de la obra.

Incluye las siguientes operaciones:

- Trabajos de preparación y de protección.
- Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones.
- Retirada de los materiales.

Previamente a los trabajos de demolición se elaborará un estudio de demolición, que deberá ser sometido a la aprobación del Director de las Obras, siendo el Contratista responsable del contenido de dicho estudio y de su correcta ejecución.

En el estudio de demolición deberán definirse como mínimo:

- Métodos de demolición y etapas de su aplicación.
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa, así como los apeos y cimbras necesarios.
- Estabilidad y protección de construcciones remanentes que no vayan a ser demolidas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 177 de 577

- Protección de las construcciones e instalaciones del entorno.
- Mantenimiento o sustitución provisional de servicios afectados por la demolición.
- Medios de evacuación y definición de zonas de vertido de los productos de la demolición.
- Cronogramas de trabajos.
- Pautas de control.
- Medidas de seguridad y salud.

Se prestará atención, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Los recortes y acabados finales deberán realizarse siguiendo las dimensiones, planitud y geometría indicada en los planos del proyecto.

Antes de iniciar la demolición se neutralizarán las acometidas de las instalaciones, de acuerdo con las entidades administradoras o propietarias de estas. Se deberá prestar especial atención a conducciones enterradas de gas y electricidad.

El empleo de explosivos estará condicionado a la obtención del permiso de la autoridad competente con jurisdicción en la zona de la obra. Permisos cuya obtención será de cuenta y responsabilidad del contratista.

La profundidad de demolición de los cimientos será, como mínimo, de cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la cota más baja del relleno o desmonte, salvo indicación en contra del Proyecto o del Director de las Obras.

En el caso particular de existir conducciones o servicios enterrados fuera de uso, deberán ser excavados y eliminados hasta una profundidad no inferior a metro y medio (1,5 m) bajo el terreno natural o nivel final de excavación, cubriendo una banda de al menos metro y medio (1,5 m) alrededor de la obra, salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras. Los extremos abiertos de dichas conducciones deberán ser sellados debidamente.

La demolición con máquina excavadora únicamente será admisible en construcciones o parte de ellas, de altura inferior al alcance de la cuchara.

Se prohíbe el derribo por empuje de edificaciones de altura superior a tres metros y medio (3,5 m).

En situaciones de demolición que aconsejaran el uso de explosivos y no fuesen éstos admisibles por su impacto ambiental, deberá recurrirse a técnicas alternativas tales como fracturación hidráulica o cemento expansivo.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 178 de 577

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras establecerá el posterior empleo de los materiales procedentes de las demoliciones.

Los materiales de derribo que hayan de ser utilizados en la obra se limpiarán, acopiarán y transportarán en la forma y a los lugares que señale el Director de las Obras.

Los materiales no utilizables se llevarán a vertedero aceptado por el Director de las Obras, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de las autorizaciones pertinentes, debiendo presentar al Director de las Obras copia de los correspondientes contratos.

Dentro de los límites de expropiación no se podrán hacer vertidos no contemplados en el Proyecto, salvo especificación del Director de las Obras.

En caso de eliminación de materiales mediante incinerado, deberán adoptarse las medidas de control necesarias para evitar cualquier posible afectación al entorno, dentro del marco de la normativa legal vigente.

1.3. DIRECCIÓN DE OBRA

La Dirección, seguimiento, control y valoración de las obras objeto del proyecto, así como de las que correspondan a ampliaciones o modificaciones establecidas por la Propiedad, estará a cargo de una Dirección de Obra encabezada por un técnico titulado competente, la Propiedad participará en la Dirección de la Obra en la medida que lo crea conveniente.

Para poder cumplir con la máxima efectividad la misión que se le encarga, la Dirección de Obra disfrutará de las más amplias facultades, pudiendo conocer y participar en todas aquellas previsiones o actuaciones que lleve a cabo el contratista.

Serán base para el trabajo de la Dirección de Obra:

- Los planos del proyecto
- El Pliego de Condiciones Técnicas
- El cuadro de precios
- El precio y plazo de ejecución contratados
- El programa de trabajo formulado por el Contratista y aceptado por la Propiedad.
- Las modificaciones de obra establecidas por la Propiedad.

Sobre estas bases, corresponderá a la Dirección de Obra:

- Impulsar la ejecución de las obras por parte del contratista.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 179 de 577

- Asistir al Contratista para la interpretación de los documentos del Proyecto y fijación de detalles de la definición de las obras y de su ejecución para que se mantengan las condiciones de funcionalidad, estabilidad, seguridad y calidad previstas en el proyecto.
- Formular con el Contratista el Acta de Replanteo e inicio de las obras y tener presente que los replanteos de detalle deben ser ejecutados debidamente por éste.
- Requerir, aceptar o reparar si fuese necesario, los planos de obra que debe formular el Contratista.
- Requerir, aceptar o reparar si fuese necesario, toda la documentación que, de acuerdo con lo establecido en el Pliego, lo que establece el Programa de Trabajo aceptado y, el que determina las normativas que, partiendo de ellas, formule la propia Dirección de Obra, corresponda formular al Contratista a los efectos de programación de detalle, control de calidad y seguimiento de la obra.
- Establecer las comprobaciones de los diferentes aspectos de la obra que se ejecute que estime necesarias para tener pleno conocimiento y dar testimonio de si cumplen o no con su definición y con las condiciones de ejecución y obra prescritas.
- En caso de incumplimiento de la obra que se ejecuta con su definición o con las condiciones prescritas, ordenar al Contratista con su sustitución o corrección paralizando los trabajos si lo cree conveniente.
- Proponer las modificaciones de obra que impliquen modificación de actividades o que crea necesarias o convenientes.
- Informar de las propuestas de modificaciones de obra que formule el Contratista.
- Proponer la conveniencia de estudio y formulación, por parte del Contratista, de actualizaciones del programa de Trabajos inicialmente aceptado.
- Establecer con el Contratista documentación de constancia de características y condiciones de obras ocultas, antes de su ocultación.
- Establecer las valoraciones mensuales a origen de la obra ejecutada.
- Establecer periódicamente informes sistemáticos y analíticos de la ejecución de la obra, de los resultados del control y del cumplimiento de los Programas, poniendo de manifiesto los problemas que la obra presenta o puede presentar y las medidas tomadas o que se propongan para evitarlos o minimizarlos.
- Preparación de la información del estado y condiciones de las obras, y de la valoración general de éstas, previamente a su recepción por la Propiedad.
- Recopilación de planos y documentos definitivos de las obras tal como se ha ejecutado, para entregar a la Propiedad una vez acabados los trabajos.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 180 de 577

El Contratista deberá actuar de acuerdo con las normas e instrucciones complementarias que de acuerdo con lo que establece el Pliego de Condiciones Técnicas del proyecto, le sean dictadas por la Dirección de Obra para la regulación de las relaciones entre ambos en aquello referente a las operaciones de control, valoración y en general, de información relacionadas con la ejecución de las obras.

Por otra parte, la Dirección de Obra podrá establecer normativas reguladoras de la documentación u otro tipo de información que deba formular o recibir el Contratista para facilitar la realización de dichas funciones, normativas que serán de obligado cumplimiento por el Contratista siempre que, si éste lo requiere, sean previamente conformadas por la Propiedad.

El Contratista designará formalmente las personas de su organización que estén capacitadas y facultadas para tratar con la Dirección de Obra las diferentes materias objeto de las funciones de las mismas y en los diferentes niveles de responsabilidad, de tal manera que estén siempre presentes en la obra personas capacitadas y facultadas para decidir temas de los que la decisión por parte de la Dirección de Obra esté encargada a personas presentes en la obra, pudiendo entre unas y otras establecer documentación formal de constancia, conformidad u objeciones.

La Dirección de Obra podrá detener cualquiera de los trabajos en curso de la realización que, en su baremo, no se ejecuten de acuerdo con las prescripciones contenidas en la documentación definitoria de las obras.

1.4. DESARROLLO DE LAS OBRAS.

1.4.1. Replanteo. Acta de comprobación del replanteo.

Con anterioridad a la iniciación de las obras, el Contratista, juntamente con la Dirección de Obra, procederán a la comprobación de las bases de replanteo y puntos fijos de referencia que conste en el Proyecto, levantándose el Acta de los resultados.

A partir de estas bases y puntos de referencia comprobados se replantearán los límites de las obras a ejecutar que, por sí solos o por motivo de su ejecución puedan afectar terrenos exteriores a la zona de dominio o servicios existentes.

Estas afecciones se harán constar en el Acta, a efectos de tenerlos en cuenta, conjuntamente con los compromisos sobre los servicios y terrenos afectados.

Corresponderá al Contratista la ejecución de los replanteos necesarios para llevar a cabo la obra. El Contratista informará a la Dirección de Obra de la manera y fecha en que programe llevarlos a cabo. La Dirección de Obra podrá hacerle recomendaciones al respecto y, en caso de que los métodos o tiempos de ejecución den lugar a errores en las obras, prescribir correctamente la forma y el tiempo de ejecutarlos.

La Dirección de Obra hará, siempre que lo crea oportuno, comprobaciones de los replanteos efectuados.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 181 de 577

Si durante la ejecución de las obras se apreciase algún error en los replanteos, dimensiones o alineaciones de cualquier parte de las obras, el contratista procederá a su rectificación, corriendo los gastos que esto suponga a su cargo. La verificación de los replanteos, dimensiones y alineaciones de cualquier parte de obra por la Dirección Facultativa, no exime de responsabilidad al contratista.

El contratista debe de proteger todas las estacas, señales, etc. que se coloquen para el replanteo

1.4.2. Programa de trabajos.

Previamente a la contratación de las obras el Contratista deberá formular un programa de trabajo completo. Este programa de trabajo será aprobado por la Propiedad. La estructura del programa se ajustará a las indicaciones de la Propiedad.

El programa de Trabajo comprenderá:

a) La descripción detallada del modo en que se ejecutaran las diversas partes de la obra, definiendo con criterios constructivos las actividades, ligaduras entre actividades y duraciones que formaran el programa de trabajo.

b) Anteproyecto de las instalaciones, medios auxiliares y obras provisionales, incluidos caminos de servicio, oficinas de obra, alojamientos, almacenes, silos, etc. Y justificación de su capacidad para asegurar el cumplimiento del programa.

c) Relación de la maquinaria que se utilizará, con cada expresión de sus características, donde se encuentra cada máquina en el momento en que se formula el programa y la fecha en que estará en la obra así como la justificación de aquellas características para realizar conforme a condiciones, las unidades de obra en las cuales de deban utilizar y las capacidades para asegurar el cumplimiento del programa.

d) Organización del personal que se destina a la ejecución de la obra, expresando donde se encuentra el personal superior, medio y especialista cuando se formula el programa y de las fechas en que se encuentre en la obra.

e) Procedencia que se propone para los materiales a utilizar en la obra, ritmos mensuales de suministros, previsión de la situación y cuantía de los almacenamientos.

f) Relación de servicios que resultaran afectados por las obras y previsiones tanto para su reposición como para la obtención en caso necesario de licencias para eso.

g) Programa temporal de ejecución de cada una de las unidades que componen la obra, estableciendo el presupuesto de obra que cada mes se hará concreto, y teniendo en cuenta explícitamente los condicionantes que para la ejecución de cada unidad representen los otros, así como otros particulares no comprendidos en estos.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 182 de 577

h) Valoración mensual y acumulada de cada una de las actividades programadas y del conjunto de la obra.

Durante el transcurso de la ejecución de las obras, el Contratista deberá actualizar el programa establecido para la contratación, siempre que, por modificación de las obras, modificaciones en las secuencias o procesos y/o retrasos en la realización de los trabajos, la Propiedad lo crea conveniente. La Dirección de obra tendrá la facultad de prescribir al Contratista la formulación de estos programas actualizados y participar en su redacción.

A parte de esto, el Contratista deberá establecer periódicamente los programas parciales de detalle de ejecución que la Dirección de Obra crea convenientes.

El Contratista se someterá, tanto en la redacción de los programas de trabajos generales como parciales de detalle, a las normas e instrucciones que le dicta la Dirección de Obra.

1.4.3. Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, 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.

1.4.4. Control de calidad

La Dirección de Obra tiene facultad de realizar los reconocimientos, comprobaciones y ensayos que crea adecuados en cualquier momento, teniendo el Contratista que ofrecerle asistencia humana y material necesario para eso. Los gastos de la asistencia no serán de abono especial.

El Programa de Control de Calidad seguirá, en todo momento, el contenido especificado en el Plan de Control de Calidad del proyecto.

Cuando el Contratista ejecutara obras que resultaran defectuosas en geometría y/o calidad según los materiales o métodos de trabajo utilizados, la Dirección de Obra apreciará la posibilidad o no de corregirlas y en función de esto dispondrá:

• Las medidas a adoptar para proceder a la corrección de las corregibles, dentro del plazo que se señale.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 183 de 577

• Las incorregibles, dónde la separación entre características obtenidas y especificadas no comprometa la funcionalidad ni la capacidad de servicio, serán tratadas a elección de la Propiedad, como incorregibles en que quede comprometida su funcionalidad y capacidad de servicio, o aceptadas previo acuerdo con el Contratista, con una penalización económica.

• Las incorregibles en que queden comprometidas la funcionalidad y la capacidad de servicio, serán derrocadas y reconstruidas con cargo al Contratista, dentro del plazo que se señale.

La Dirección de Obra podrá, durante el curso de las obras o previamente a la recepción provisional de estas, realizar cuántas pruebas crea adecuadas para comprobar el cumplimiento de condiciones y el adecuado comportamiento de la obra ejecutada.

Estas pruebas se realizarán siempre en presencia del Contratista que, por su parte, está obligado a dar cuántas facilidades se necesiten para su correcta realización y a poner a disposición los medios auxiliares y personal que haga falta a tal objeto.

De las pruebas que se realicen se levantará Acta que se tendrá presente para la recepción de la obra.

1.4.5. Vigilancia de las obras

La Propiedad designará los vigilantes que estime necesario para la vigilancia y control de la ejecución de las infraestructuras eléctricas.

Los vigilantes designados podrán suspender los trabajos cuando crean oportuno hasta recibir órdenes del Director de Obra o representante de La Propiedad.

En el caso en que no se cumplan las condiciones de seguridad exigidas a su efecto por La Propiedad, los vigilantes tendrán la potestad de interrumpir las obras hasta el cumplimiento de las mismas.

1.4.6. Medios del contratista para la ejecución de los trabajos

El Contratista está obligado a tener en la obra el equipo de personal directivo, técnico, auxiliar y operario que resulte de la documentación de la adjudicación y quede establecido en el programa de trabajos. Designará del mismo modo, las personas que asuman, por su parte, la dirección de los trabajos que, necesariamente, deberán residir en las proximidades de las obras y tener facultades para resolver cuántas cuestiones dependan de la Dirección de Obra, teniendo siempre de dar cuenta a ésta para poder ausentarse de la zona de obras.

Tanto la idoneidad de las personas que constituyen este grupo directivo, como su organización jerárquica y especificación de funciones, será libremente apreciada por la Dirección de Obra que tendrá en todo momento la facultad de exigir al Contratista la sustitución de cualquier persona o personas adscritas a esta sin obligación de responder de cabeza de los daños que al Contratista pudiera causar el ejercicio de aquella facultad. No obstante, el contratista responde de la capacidad y de la disciplina de todo el personal asignado a la obra.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 184 de 577

De la maquinaria que con arreglo al programa de trabajos se haya comprometido a tener en la obra, no podrá el Contratista disponer para la ejecución de otros trabajos, ni retirarla de la zona de obras, excepto expresa autorización de la Dirección de Obra.

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

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 cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

1.4.7. Mantenimiento y regulación del tráfico durante las obras.

Se deberá mantener en los máximos niveles de seguridad el acceso de vehículos a la zona de trabajo desde la carretera así como la incorporación de vehículos a la misma. A tal efecto está a disposición de aquello que establezcan los organismos, instituciones y poderes públicos con competencia y jurisdicción sobre el tránsito.

1.4.8. Seguridad y salud en el trabajo.

Es obligación del contratista el cumplimiento de toda la normativa que haga referencia a la prevención de riesgos laborales y a la seguridad y salud en la construcción, en concreto, de la Ley 31/1995, de 17 de enero, y del Real decreto 604/2006, de 19 de mayo.

De acuerdo con el artículo 7 del mencionado Real decreto el Contratista deberá elaborar un "Plan de seguridad y salud" en el cual desarrolle y adapte "El estudio de seguridad y salud" contenido en el proyecto, a las circunstancias físicas, de medios y métodos en que desarrolle los trabajos.

Este Plan deberá ser aprobado por el coordinador de seguridad y salud antes del inicio de las obras.

Deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en 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 suelas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 185 de 577

El contratista viene obligado a que su personal utilice todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

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

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.4.9. Vertederos.

No se podrá verter material procedente de la obra sin que previamente esté aprobado el vertedero por el director de la obra y por la comisión de seguimiento medioambiental, en el supuesto de que esté constituida.

1.4.10. Ejecución de las obras no especificadas en este pliego.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en los documentos aprobados por el Director de Obra.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin prejuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra.

La ejecución de las unidades de obra del Presente Proyecto, las especificaciones del cual no figuran en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, se harán de acuerdo con aquello especificado por éstas en la normativa vigente, o en su defecto, con aquello que ordene el Director de las Obras, dentro de la buena práctica para obras similares.

1.4.11. Subcontratación de las obras

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 186 de 577

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

Las condiciones de subcontratación cumplirán, en todo momento y bajo cualquier circunstancia, el contenido de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

1.4.12. Limpieza final de las obras

Una vez finalizadas las obras todas las instalaciones y edificaciones temporales construidas para la realización de las ejecuciones de desmontarán y sus ubicaciones se restaurarán en su forma original.

Las zonas afectadas en la ejecución de las obras se mantendrán limpias y en buen estado.

2. MATERIALES PARA OBRA CIVIL

2.1. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES

Los materiales procederán, directa y exclusivamente de los lugares, fábricas o marcas elegidos por el CONTRATISTA, que previamente hayan sido aprobadas por la PROPIEDAD.

Si los productos resultantes de las excavaciones son de características idóneas para ser utilizados en la formación de rellenos, suelos o macadams, se segregará de dichos productos las partes que reúnan las condiciones idóneas exigidas para su utilización, destinando el resto a ser transportado a vertederos previamente localizados y abonados por el CONTRATISTA a su cargo.

2.2. HORMIGONES Y MORTEROS

2.2.1. Normas aplicables

Esta especificación se basa en las siguientes Normas:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 187 de 577

• Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Dentro de la presente especificación se hace referencia a los artículos más importantes de la instrucción citada anteriormente, que siempre será de aplicación, incluidos sus comentarios, excepto cuando se modifique por la presente especificación, en cuyo caso prevalecerá esta última.

Asimismo, las siguientes normas e instrucciones serán de aplicación, excepto cuando estén en conflicto con la presente especificación, ya que siempre prevalecerá ésta:

• Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3 del Ministerio de Fomento.

• Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)

• Las Normas UNE que se mencionan o que, sin ser mencionadas específicamente, les afecta.

En caso de discrepancia entre las normas aplicables, prevalecerá siempre la más restrictiva.

2.2.2. Materiales

2.2.2.1. Cemento

Se definen como cementos los conglomerantes hidráulicos que, finamente molidos y convenientemente amasados con agua, forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes, dando lugar a productos hidratados mecánicamente resistentes y estables, tanto al aire como bajo agua.

Las definiciones, denominaciones y especificaciones de los cementos y de sus componentes serán las que figuren en las siguientes normas:

- UNE-EN 197-1:2011 Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
- UNE 80 303:2013 Cementos resistentes a sulfatos y/o agua de mar.
- UNE 80 305:2012 Cementos blancos.
- UNE 80 306 Cementos de bajo calor de hidratación. Sustituida por UNE-EN 197-1:2011. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
- UNE 80 307:2001 Cementos para usos especiales.
- UNE-EN 14647:2006 Cemento de aluminato de calcio. Composición, especificaciones y criterios de conformidad.

Asimismo, será de aplicación todo lo dispuesto en la vigente “Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)" o normativa que la sustituya.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 188 de 577

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indicará el tipo, clase resistente y, en su caso, las características especiales de los cementos a emplear en cada unidad de obra.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Transporte y almacenamiento

El cemento será transportado en cisternas presurizadas y dotadas de medios neumáticos o mecánicos para el trasiego rápido de su contenido a los silos de almacenamiento.

El cemento se almacenará en uno o varios silos, adecuadamente aislados contra la humedad y provistos de sistemas de filtros.

El cemento no llegará a obra excesivamente caliente. Si su manipulación se realizara por medios neumáticos o mecánicos, su temperatura no excederá de setenta grados Celsius (70ºC), y si se realizara a mano, no excederá del mayor de los dos límites siguientes:

- Cuarenta grados Celsius (40ºC).
- Temperatura ambiente más cinco grados Celsius (5ºC).

Cuando se prevea que puede presentarse el fenómeno de falso fraguado, deberá comprobarse, con anterioridad al empleo del cemento, que éste no presenta tendencia a experimentar dicho fenómeno, realizándose esta determinación según la UNE 80 114:2014 "Métodos de ensayo de cementos. Ensayos físicos. Determinación de los fraguados anormales (método de la pasta de cemento)".

Excepcionalmente, en obras de pequeño volumen y a juicio del Director de las Obras, para el suministro, transporte y almacenamiento de cemento se podrán emplear sacos de acuerdo con lo indicado al respecto en la vigente “Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)" o normativa que la sustituya.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá las medidas a tomar para el cumplimiento de la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad laboral, almacenamiento y de transporte.

El Director de las Obras podrá comprobar, con la frecuencia que crea necesaria, las condiciones de almacenamiento, así como los sistemas de transporte y trasiego en todo cuanto pudiera afectar a la calidad del material; y de no ser de su conformidad, suspenderá la utilización del contenido del saco, silo o cisterna correspondiente hasta la comprobación de las características que estime conveniente de las exigidas, en este artículo, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en la vigente “Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)" o normativa que la sustituya.

Suministro e identificación

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 189 de 577

Para el suministro del cemento será de aplicación lo dispuesto en el artículo 9 de la vigente “Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)" o normativa que la sustituya.

Cada remesa de cemento que llegue a obra irá acompañada de un albarán con documentación anexa conteniendo los datos que se indican en el apartado 9.b) de la vigente “Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)" o normativa que la sustituya. Adicionalmente, contendrá también la siguiente información:

- Resultados de análisis y ensayos correspondientes a la producción a la que pertenezca, según la UNE-EN 197-2:2014 " Cemento. Parte 2: Evaluación de la conformidad".
- Fecha de expedición del cemento desde la fábrica. En el caso de proceder el cemento de un centro de distribución se deberá añadir también la fecha de expedición desde dicho centro de distribución.

2.2.2.2. Agua

Artículo 27 (EHE-08) Se modificará en el sentido de que las aguas para el amasado del hormigón deberán de analizarse siempre, aunque se posean antecedentes de su utilización.

Corresponde a la PROPIEDAD autorizar, por justificación especial, la utilización de las aguas que no cumplan las propiedades expresadas en el Artículo 6º, siempre y cuando los ensayos previos hayan sido aceptables.

Se denomina agua para emplear en el amasado o en el curado de morteros y hormigones, tanto a la natural como a la depurada, sea o no potable, que cumpla los requisitos que se señalan en el apartado de criterios de aceptación del presente artículo.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para libre circulación, en aplicación de la Directiva 89/106 CE. En particular en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se está a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

Equipos

Con la maquinaria y equipos utilizados en el amasado deberá conseguirse una mezcla adecuada de todos los componentes con el agua.

Criterios de aceptación y rechazo

En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas que la práctica haya sancionado como aceptables.

Se rechazarán las aguas que no cumplan alguno de los requisitos indicados en el artículo 27 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)” o normativa que la sustituya, salvo justificación especial de

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 190 de 577

que su empleo no altera de forma apreciable las propiedades exigibles a los morteros y hormigones con ellas fabricados. Asimismo el mencionado artículo 27 se modificará de modo que las aguas para el amasado del hormigón deberán analizarse siempre, aunque se posean antecedentes de su utilización.

Recepción

El control de calidad de recepción se efectuará de acuerdo con el artículo 85 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya. aceptación y, si procede, la justificación especial de inalterabilidad.

La medición y abono del agua se realizará de acuerdo con lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la unidad de obra de que forme parte.

2.2.2.3. Áridos

Artículo 28 (EHE-08). Se modificará en el sentido siguiente: La comprobación de las condiciones expuestas en este Apartado deberán realizarse siempre, aunque se tengan antecedentes de su utilización.

Como norma general y mientras no se indique otra cosa, estos análisis deberán hacerse cada cien metros cúbicos, o a la recepción siempre que se cambie de procedencia.

El árido tendrá su equivalente de arena no inferior a 80.

El árido grueso tendrá un coeficiente de calidad medido por el ensayo de Los Ángeles, no inferior a 40.

El almacenamiento se realizará separando el árido fino y los distintos tamaños del árido grueso entre sí, con el fin de no alterar las granulometrías respectivas.

2.2.2.4. Armaduras y mallas electrosoldadas

Artículo 32 (EHE-08). Acero corrugado de límite elástico convencional no inferior a 4.100 kg/cm².

Mallas electrosoldadas de alambre de acero corrugado con límite elástico de 5.100 kg/cm².

El acero se fijará con alambre de atar recocido negro 16 AWG.

Los ensayos de los aceros para armaduras deberán cumplir lo prescrito en la Norma (EHE-08) debiendo estar amparados por el correspondiente certificado de calidad antes de ser montados en obra.

Se denominan mallas electrosoldadas a los productos de acero formados por dos sistemas de elementos que se cruzan entre sí ortogonalmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, según un proceso de producción en serie en instalaciones fijas.

Los diámetros nominales de los alambres corrugados que forman las mallas electrosoldadas se ajustarán a la serie siguiente:

1) 4-4,5-5-5,5-6-6,5-7-7,5-8-8,5-9-9,5-10-11-12-14 y 16 mm.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 191 de 577

La designación de las mallas electrosoldadas se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE 36092:2014, "Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T".

Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin prejuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para libre circulación, en aplicación de la Directiva 89/106 CE. En particular en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se está a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

Los elementos que componen las mallas electrosoldadas pueden ser barras corrugadas o alambres corrugados. Las primeras cumplirán las especificaciones del apartado 32.2 o del apartado 3 del anejo 10 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya y, los segundos, las especificaciones del apartado 34.3, así como las condiciones de adherencia especificadas en el apartado 34.2 del mismo documento.

Los alambres y barras corrugadas no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente de los alambres y barras corrugadas no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 por 100) de su sección nominal.

Las características de las mallas electrosoldadas cumplirán con lo indicado en el apartado 32.3 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) "...o normativa que la sustituya, así como con las especificaciones de la UNE 36092:2014, "Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T".

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, especificará el tipo de acero con el que se fabricarán las mallas electrosoldadas, así como el resto de las características exigibles a este tipo de material.

La marca indeleble de identificación se realizará de acuerdo con las indicaciones del apartado 33.1 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya.

Acero corrugado de límite elástico convencional no inferior a 4.100 kg/cm².

Acero liso de límite elástico convencional no inferior a 2.200 kg/cm².

Mallas electrosoldadas de alambre de acero corrugado con límite elástico de 5.100 kg/cm².

El acero se fijará con alambre de atar recocido negro 16 AWG.

Los ensayos de los aceros para armaduras deberán cumplir lo prescrito en la Norma (EHE-08) debiendo estar amparados por el correspondiente certificado de calidad antes de ser montados en obra.

Suministro

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 192 de 577

Cada paquete debe llegar al punto de suministro con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en la norma UNE 36092:2014, "Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T", de acuerdo con lo especificado en el apartado 33.1 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)“ o normativa que la sustituya

La calidad de las mallas electrosoldadas estará garantizada por el fabricante a través del Contratista de acuerdo con lo indicado en el apartado 33.1 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)” o normativa que la sustituya. La garantía de calidad de las mallas electrosoldadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista adjudicatario de las obras.

Almacenamiento

Serán de aplicación las prescripciones recogidas en el apartado 32 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)” o normativa que la sustituya.

Recepción

Para efectuar la recepción de las mallas electrosoldadas será necesario realizar ensayos de control de calidad de acuerdo con las prescripciones recogidas en los artículos 87 y 88 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)” o normativa que la sustituya.

Serán de aplicación las condiciones de aceptación o rechazo de los aceros indicados en el artículo 88 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)” o normativa que la sustituya.

El Director de las Obras podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.

La medición y abono de las mallas electrosoldadas para hormigón armado se realizará según lo indicado específicamente en la unidad de obra de la que formen parte.

En acopios, las mallas electrosoldadas se abonarán por kilogramos (kg) realmente acopiados según su tipo y medidos por pesada directa en báscula debidamente contrastada.

Especificaciones técnicas y distintivos de calidad.

A efectos del reconocimiento de marcas, sellos o distintivos de calidad, se estará a lo dispuesto en la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)” o normativa que la sustituya.

2.2.2.5. Aditivos

Se denominan aditivos a emplear en morteros y hormigones aquellos productos que, incorporados al mortero u hormigón en pequeña proporción (salvo casos especiales, una cantidad igual o menor del cinco por ciento (5 por 100) del peso de cemento), antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 193 de 577

el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido.

En los documentos del Proyecto figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 934-2:2010+A1:2012," Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado".

Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para libre circulación, en aplicación de la Directiva 89/106 CE. En particular en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se está a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará los tipos y las características de aquellos aditivos precisos para modificar las propiedades del mortero u hormigón requeridas en el Proyecto, indicando las dosificaciones y forma de obtenerlas.

En el caso de utilizarse más de un aditivo, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá quedar claramente definida la asignación y el empleo de cada uno de ellos en sus correspondientes unidades de obra.

No se podrá utilizar ningún tipo de aditivo modificador de las propiedades de morteros y hormigones, sin la aprobación previa y expresa del Director de las Obras.

Equipos

La maquinaria y equipos utilizados en la dosificación, mezcla y homogeneización de los aditivos en morteros y hormigones, serán los adecuados para que dicha operación se lleve a cabo correctamente.

Ejecución

Serán de aplicación las prescripciones del artículo 29 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)” o normativa que la sustituya.

El aditivo dispondrá de una consistencia tal que su mezcla sea uniforme y homogénea en la masa del mortero y hormigón.

La dosificación del aditivo se realizará medida en peso, y la del aditivo en pasta o líquido se podrá hacer en peso o en volumen. En el primer caso, se deberá expresar en tanto por ciento (%) o en tanto por mil (0/00) con relación al peso de cemento, y en el segundo caso, en centímetros cúbicos de aditivo por kilogramo de cemento (cm3/kg). En este último caso, se deberá indicar también la equivalencia de dosificación del aditivo expresada en porcentaje con relación al peso de cemento. En cualquier caso, la tolerancia será del cinco por ciento (5 por 100) en más o en menos del peso o volumen requeridos.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 194 de 577

En el caso de aditivos que modifican el contenido de aire o de otros gases, se cumplirán las condiciones de ejecución siguientes:

- En ningún caso, la proporción de aireante excederá del cuatro por ciento (4 por 100) en peso del cemento utilizado en el hormigón.
- No se emplearán agentes aireantes con hormigones muy fluidos.
- La proporción de aire se controlará de manera regular en obra, según la norma UNE 83 315.
- No podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes en elementos pretensados mediante armaduras ancladas por adherencia.

En el caso de los aditivos reductores de agua/plastificantes o reductores de agua de alta actividad/superfluidificantes, para determinar el tiempo de fraguado, se realizará un ensayo según la norma UNE-EN 480-2:2007," Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación del tiempo de fraguado".

Los reductores de agua/plastificantes o reductores de agua de alta actividad/superfluidificantes, serán solubles en agua; excepcionalmente, determinados productos pueden formar una dispersión estable. Estos aditivos se deberán incorporar al mortero y hormigón, mezclados con toda o parte del agua necesaria para el amasado.

En elementos de hormigón armado o pretensado no podrán usarse como aditivos el cloruro cálcico, ni en general, productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En el caso en que se utilice cloruro cálcico como aditivo acelerador de fraguado o endurecimiento de hormigones en masa, su proporción no deberá ser superior al dos por ciento (2 por 100) del peso de cemento. Podrá suministrarse en forma de escamas o granulado. Deberá cumplir las siguientes especificaciones:

La composición química, expresada en tanto por ciento (%) en peso, del producto en forma granulada será:

Producto	%
Cloruro cálcico.	≤94,0
Total de cloruros alcalinos	≤5,0
Impurezas, incluyendo cloruro magnésico yagua	≤1,0

La composición química, expresada en tanto por ciento (%) en peso, del producto en forma de escamas será:

Producto	%
Cloruro cálcico	≤ 77,0

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 195 de 577

Total de cloruros alcalinos	≤ 2,0
Impurezas	≤ 0,5
Magnesio, expresado en cloruro magnésico	≤ 2,0
Agua	≤ 10,5

Además, la curva granulométrica del cloruro cálcico estará comprendida dentro de los usos indicados en la tabla siguiente de este artículo.

CEDAZOS Y TAMICES UNE	CONTENIDO PONDERAL	
	En escamas	Granulado
8	100	100
4	70 - 100	90 - 100
0,063	0 - 10	0 - 10

CONDICIONES DEL SUMINISTRO

Certificación

Las partidas de aditivo para morteros y hormigones deberán poseer un certificado de conformidad o distintivo reconocido de acuerdo con lo establecido en el apartado 1.1. de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya.

En tanto no existan productos certificados, las partidas de aditivos irán acompañadas de su correspondiente documentación, las instrucciones de uso y un certificado, realizado por un laboratorio acreditado, donde figuren, expresamente, los siguientes datos:

- Residuo seco a ciento cinco más menos tres grados Celsius (105ºC± 3ºC), de aditivos líquidos, según la norma UNE-EN 480-8.
- Pérdida de masa a ciento cinco más menos tres grados Celsius (105ºC± 3ºC), de los aditivos, según la norma UNE 83214.
- Pérdida por calcinación a mil cincuenta más menos veinticinco grados Celsius (1.050ºC ± 25ºC), según la norma UNE 83207.
- Residuo insoluble en agua destilada, según la norma UNE 83208.
- Contenido de agua no combinada, según la norma UNE 83209.
- Contenido de halogenuros totales, según la norma UNE 83 210.
- Contenido de compuestos de azufre, según la norma UNE 83 211.
- Contenido de reductores (poder reductor), según la norma UNE 83 212.
- Peso específico de los aditivos líquidos, según la norma UNE 83 225.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 196 de 577

- Densidad aparente de los aditivos sólidos, según la norma UNE 83 226.
- Valor del pH, según la norma UNE 83 227.
- Espectro infrarrojo, según la norma UNE EN 480-6.

Además, los aditivos irán acompañados por el certificado de garantía del fabricante, firmado por una persona física, de acuerdo con los artículos 29 y 85.3 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya.

Envasado y etiquetado

El producto será expedido en envases adecuados para que no sufra ningún tipo de alteración. Los envases llevarán una etiqueta conforme con las indicaciones recogidas en la norma UNE-EN 934-6:2002.

En el caso de que el suministro se realice a granel, el albarán deberá contener la información especificada para las etiquetas en el apartado anterior.

Especificaciones de la unidad terminada

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá las especificaciones inherentes a cada unidad terminada, haciendo referencia a las características que serán exigibles, para su cumplimiento, en los aditivos empleados. Se cumplirán los requisitos contenidos en la UNE-EN 934-2:2010+A1:2012.

En particular, para los aditivos inclusores de aire, se cumplirá:

- El porcentaje de exudación de agua del hormigón aireado no excederá del sesenta y cinco por ciento (65 por 100) de la exudación que produce el mismo hormigón sin airear.
- El hormigón aireado presentará una resistencia característica superior al ochenta por ciento (80 por 100) de la que presentaría el mismo hormigón sin airear.

Recepción

El Director de las Obras solicitará el expediente, cuya presentación se exigirá en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, donde figuren las características de los aditivos a utilizar, o bien, el documento acreditativo de su certificación.

Para efectuar el control de recepción de los aditivos, se llevarán a cabo las comprobaciones siguientes, con referencia en los valores antes citados (magnitudes con subíndice fabricante):

- Características organolépticas. Se comprobarán las características del aditivo dadas por el fabricante (por ejemplo: color, aspecto, etc.).
- Residuo seco (RS). El valor, expresado en tanto por ciento (%) en peso, deberá cumplir:

$$RS_{fabricante} - 2 \leq RS \leq RS_{fabricante} + 2$$

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 197 de 577

- Residuo insoluble en agua destilada (RI). El valor, expresado en tanto por ciento (%) en peso, deberá cumplir:

$$RI_{fabricante} - 3 \leq RI \leq RI_{fabricante} + 3$$

- Peso específico de los aditivos líquidos (PE). El valor, expresado en gramos por centímetro cúbico (g/cm_3), deberá cumplir:

$$0{,}98 \cdot PE_{fabricante} \leq PE \leq 1{,}02 \cdot PE_{fabricante}$$

- Densidad aparente de los aditivos sólidos (DA). El valor, expresado en gramos por centímetro cúbico (g/cm_3), deberá cumplir:

$$0{,}98 \cdot DA_{fabricante} \leq DA \leq 1{,}02 \cdot DA_{fabricante}$$

- Valor del pH. Deberá cumplir:

$$pH_{fabricante} - 1 \leq pH \leq pH_{fabricante} + 1$$

- Contenido de halogenuros [X(I)]. El valor, expresado en gramos por litro (g/l) o en porcentaje (%) en peso, según se trate de aditivos líquidos o de aditivos sólidos, deberá cumplir:

$$0{,}95 \cdot X(I)_{fabricante} \leq X(I) \leq 1{,}05 \cdot X(I)_{fabricante}$$

Se podrán considerar aditivos exentos de halogenuros, aquéllos cuyo contenido en la masa del mortero u hormigón no sea superior a un gramo por litro (1 g/l) en el caso de aditivos líquidos, y al tres por mil en peso (3 0/00), en el caso de aditivos sólidos.

Espectro infrarrojo. Deberá responder cualitativamente al proporcionado por el fabricante.

En el caso de un aditivo reductor de agua/plastificante o reductor de agua de alta actividad/superfluidificante, se controlarán las características siguientes:

- Características organolépticas
- Peso específico de los aditivos líquidos
- Densidad aparente de los aditivos sólidos
- Valor del pH

Para realizar el control de dosificaciones y comportamiento de los aditivos, se tendrán en cuenta las prescripciones del artículo 85.3 de la vigente “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)” o normativa que la sustituya. Además, el Director de las Obras podrá exigir la realización de aquellos ensayos de verificación que estime convenientes.

2.2.3. Encofrados

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 198 de 577

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo in situ de hormigón y morteros. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda englobado dentro del hormigón.

Se entiende por molde el elemento, generalmente metálico, fijo o desplegable, destinado al moldeo de un elemento estructural en lugar distinto al que ha de ocupar en servicio, bien se haga el hormigonado a pie de obra, o bien en una planta o taller de prefabricación.

Ejecución

Artículo 65º (EHE-08). El proyecto y dimensionamiento de todos los encofrados, así como su construcción, será de responsabilidad del CONTRATISTA.

El uso de encofrado metálico deberá ser aprobado por la PROPIEDAD.

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje.
- Desencofrado.

Construcción y montaje

Se autorizará el empleo de tipos y técnicas especiales de encofrado, cuya utilización y resultados estén sancionados por la práctica, debiendo justificarse la eficacia de aquellas otras que se propongan y que, por su novedad, carezcan de dicha sanción, a juicio del Director de las obras.

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que, con la marcha prevista del hormigonado y, especialmente, bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su período de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a cinco milímetros (5 mm).

Los enlaces de los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifiquen con facilidad.

Los encofrados de fondo de los elementos rectos o planos de más de seis metros (6 m) de luz libre, se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez desencofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera concavidad en el intradós.

Los moldes ya usados y que hayan de servir para unidades repetidas, serán cuidadosamente rectificados y limpiados.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas, colocando, si es preciso, angulares metálicos en las aristas exteriores del encofrado, o utilizando otro procedimiento similar en su eficacia. El Director podrá autorizar, sin embargo, la utilización

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 199 de 577

de berenjenos para achaflanar dichas aristas. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco milímetros (5 mm) en las líneas de las aristas.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los paramentos de las piezas de hormigón moldeadas en aquéllos no presenten defectos, bombeos, resaltos, ni rebabas de más de cinco milímetros (5 mm) de altura.

Tanto las superficies de los encofrados, como los productos que a ellas se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las diversas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá autorizar el empleo de una selladura adecuada.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener del Director la aprobación escrita del encofrado realizado.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se pondrá especial cuidado en la rigidez de los encofrados junto a la zona de anclaje, para que los ejes de los tendones sean exactamente normales a los anclajes. Se comprobará que los encofrados y moldes permiten las deformaciones de las piezas en ellos hormigonadas, y resisten adecuadamente la redistribución de cargas que se origina durante el tesado de las armaduras y la transmisión del esfuerzo de pretensado al hormigón. Especialmente, los encofrados y moldes deben permitir, sin coartarlos, los acortamientos de los elementos que en ellos se construyan.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control, de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán con un espaciamiento vertical y horizontal no mayor de un metro (1 m), y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Los encofrados perdidos deberán tener la suficiente hermeticidad para que no penetre en su interior lechada de cemento. Habrán de sujetarse adecuadamente a los encofrados exteriores para que no se muevan durante el vertido y compactación del hormigón. Se pondrá especial cuidado en evitar su flotación en el interior de la masa de hormigón fresco.

Para hormigones vistos, la madera será de pino de calidad, cepillada y machihembrada. Para hormigones no vistos, la madera podrá no estar cepillada ni machihembrada. Es preceptiva la utilización de berenjenos para achaflanar todas las aristas.

En el caso de prefabricación de piezas en serie, cuando los moldes que forman cada bancada sean independientes, deberán estar perfectamente sujetos y arriostrados entre sí para impedir movimientos

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 200 de 577

relativos durante la fabricación, que pudiesen modificar los recubrimientos de las armaduras activas, y consiguientemente las características resistentes de las piezas en ellos fabricadas.

Los moldes deberán permitir la evacuación del aire interior al hormigonar, por lo que en algunos casos será necesario prever respiraderos.

Cuando un dintel lleva una junta vertical de construcción, como es el caso de un tablero continuo construido por etapas o por voladizos sucesivos con carro de avance, el cierre frontal de la misma se hará mediante un encofrado provisto de todos los taladros necesarios para el paso de las armaduras pasivas y de las vainas de pretensado.

En el caso de que los moldes hayan sufrido desperfectos, deformaciones, alabeos, etc., a consecuencia de los cuales sus características geométricas hayan variado respecto a las primitivas, no podrán forzarse para hacerles recuperar su forma correcta.

Los productos utilizados para facilitar el desencofrado o desmoldeo deberán estar aprobados por el Director. Como norma general, se emplearán barnices antiadherentes compuestos de siliconas o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida, evitando el uso de gasoil, grasa corriente o cualquier otro producto análogo. En su aplicación deberá evitarse que escurran por las superficies verticales o inclinadas de los moldes o encofrados. No deberán impedir la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, en especial cuando se trate de elementos que posteriormente hayan de unirse entre sí para trabajar solidariamente.

Desencofrado

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a los tres días (3 d) de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas u otras causas, capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto, o los costeros horizontales, no deberán retirarse antes de los siete días (7 d), con las mismas salvedades apuntadas anteriormente.

El Director podrá reducir los plazos anteriores, respectivamente, a dos días (2 d) o a cuatro días (4 d), cuando el tipo de cemento empleado proporcione un endurecimiento suficientemente rápido.

El desencofrado deberá realizarse tan pronto sea posible, sin peligro para el hormigón, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se seguirán además las siguientes prescripciones:

Antes de la operación de tesado se retirarán los costeros de los encofrados y, en general, cualquier elemento de los mismos que no sea sustentante de la estructura, con el fin de que actúen los esfuerzos de pretensado con el mínimo de coacciones.

Los alambres y anclajes del encofrado que hayan quedado fijados al hormigón se cortarán al ras del paramento.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 201 de 577

Los encofrados y moldes se medirán por metros cuadrados (m2) de superficie de hormigón medidos sobre Planos. A tal efecto, los forjados se considerarán encofrados por la cara inferior y bordes laterales, y las vigas por sus laterales y fondos.

2.2.4. Colocación de las armaduras

Artículo 69 (EHE)-08. Las armaduras serán en todos los casos barras de acero corrugado de alta adherencia con un límite elástico no inferior a 5.100 kg/cm2.

Toda la armadura deberá colocarse de acuerdo con los dibujos y fijarse con alambre de acero negro recocido, para evitar desplazamientos.

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y comparación del hormigón, y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras del trasdós de placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.

Para obtener los cubrimientos pedidos, se emplearán separadores de mortero.

Las tolerancias de fabricación de las armaduras serán de:

Elementos	Valor
Longitud de corte	± 25 mm
Altura y longitud de barras dobladas	0-12 mm
Estribos y cercos	± 12 mm
Todos los demás doblados	± 25 mm

Las tolerancias para la colocación de las armaduras serán:

- Recubrimiento en cimentaciones: ±10 mm
- Distancias entre barras en cimentaciones: ±15 mm

Las armaduras deberán estar limpias de barro y materias extrañas antes de la colocación del hormigón.

En forjados, vigas y elementos similares, se podrán colocar dos barras de la armadura principal en contacto, una sobre otra, siempre que sean corrugadas.

En soportes y otros elementos verticales, se podrán colocar dos o tres barras de la armadura principal en contacto, siempre que sean corrugadas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 202 de 577

La distancia libre entre cualquier punto de la superficie de una barra de armadura y el paramento más próximo de la pieza, será igual o superior al diámetro de dicha barra.

En las estructuras no expuestas a ambientes agresivos dicha distancia será además igual o superior a:

- Un centímetro (1 cm), si los paramentos de la pieza van a ir protegidos.
- Dos centímetros (2 cm), si los paramentos de la pieza van a estar expuestos a la intemperie, a condensaciones o en contacto permanente con el agua.
- Dos centímetros (2 cm) en las partes curvas de las barras.

Los empalmes y solapes deberán venir expresamente indicados en los Planos, o en caso contrario se dispondrán de acuerdo con las órdenes del Director de las Obras.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener del Director la aprobación por escrito de las armaduras colocadas.

Cuando sea necesario colocar solapes de armadura que no estén en los planos, se dispondrán de acuerdo con el Artículo 69.5 (EHE-08).

2.2.5. Dosificación del hormigón

Los áridos se dosificarán en un mínimo de tres tamaños o cuatro si la curva granulométrica de la arena es deficiente.

La fórmula de trabajo habrá de ser considerada si varía alguno de los siguientes factores:

- El tipo de cemento
- El tipo, absorción o tamaño máximo del árido grueso
- El módulo granulométrico del árido fino en más de dos décimas
- La naturaleza o proporción de aditivos.
- El método de puesta en obra.
- La dosificación mínima de cemento por metro cúbico de hormigón, será de 150 kg en el caso de hormigones en masa y de 250 kg en el caso de hormigones armados, no llegando a pasar de 400 kg.

2.2.6. Fabricación del hormigón

Artículo 71.3 (EHE-08). Se modifica en el sentido siguiente: bajo ningún concepto se admitirá el amasado a mano de las mezclas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 203 de 577

Para la fabricación del hormigón, el cemento y áridos se medirán siempre en peso y el agua en volumen.

Es preceptiva la utilización de hormigonera con automáticas, centralizadas, con técnico especializado y responsable a su cargo, y en las que se compruebe y corrija en su caso con especial frecuencia la dosificación de agua con arreglo a la humedad del árido. Los errores medidos en la dosificación de 10 pesadas serán inferiores a los valores siguientes: cemento 1%, agua 2% arena y áridos 5%.

Los áridos, se acopiarán separadamente por medio de tabiques estancos con solera de hormigón, que eliminen la posibilidad de que se mezclen entre sí.

En el caso de utilizar hormigón preamasado, deberán cumplirse la EHE-08.

2.2.7. Transporte del hormigón

Artículo 71.4 (EHE-08). El transporte desde la hormigonera se hará tan rápidamente como sea posible y de forma que no transcurra más de media hora desde su amasado hasta su colocación definitiva.

Cuando el transporte se realice en camiones provistos de agitadores, la velocidad de agitación estará comprendida entre dos y seis revoluciones por minuto.

La carga de transporte nunca será mayor del 80% de la capacidad total fijada por el fabricante del equipo.

Durante el período de transporte y descarga deberá funcionar constantemente el sistema de agitación.

Cuando se utilicen canaletas para el transporte de hormigón, se pondrán los medios necesarios para evitar la segregación de la masa.

2.2.8. Docilidad del hormigón

Artículo 31.5 y 39 (EHE-08). La docilidad del hormigón se valorará determinando su consistencia mediante el cono de Abrams (UNE-EN 12350-2:2009). La disminución de altura en el tronco de cono en hormigones frescos, libre y sin perturbaciones exteriores, tendrá valor 3 a 7 cm.

Elementos:

- Cimentaciones: 3 a 7 cm

2.2.9. Puesta en obra del hormigón

Artículo 71.5 (EHE-08). Antes de la colocación del hormigón en el lugar del vertido, las armaduras deberán estar limpias de barro o cualquier suciedad; los recubrimientos serán los correctos y no podrá haber agua libre para lo cual, antes del vertido, se agotará con los medios idóneos.

No se permitirá una altura libre mayor de 1,5 m de caída del hormigón en su colocación, ni que se produzcan movimientos en las armaduras con la consiguiente alteración de los recubrimientos.

2.2.9.1. Hormigonado en tiempo caluroso

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 204 de 577

Artículo 71.5.3.2 (EHE-08). En tiempo caluroso se utilizará para el amasado, agua a la menor temperatura posible y se protegerá lo hormigonado de los rayos solares, adoptándose las medidas adecuadas para reducir en lo posible la temperatura inicial del hormigón recién amasado.

2.2.9.2. Hormigonado en tiempo frío

Artículo 71.5.3.1 (EHE-08). La temperatura de mezcla deberá ser mayor de 10 ºC.

Ningún ingrediente utilizado deberá contener hielo, nieve o cualquier elemento deteriorante.

Una vez se haya vertido el hormigón, no debe mantenerse una temperatura menor de 5 ºC hasta que haya endurecido lo suficiente.

El hormigón debe protegerse de la helada con elementos lo suficientemente sancionados por la práctica durante un intervalo mínimo de 72 horas, si se emplea cemento normal y 36 si se emplea cemento aluminoso o bien cemento normal con un acelerador de fraguado.

2.2.9.3. Hormigonado en presencia de agua

No estará permitido verter hormigón en presencia de agua, especialmente en cimentaciones. Solamente podrá hormigonarse en estas cimentaciones cuando sea autorizado por la PROPIEDAD, siempre teniendo la certeza absoluta de que no existe barro o lodo que pueda contaminar el hormigón o disminuir los recubrimientos exigidos. En caso contrario, bajo ningún concepto, se podrá autorizar el hormigonado. En caso de realizarse, se procederá a hormigonar por un punto exterior de la cimentación progresando lentamente de tal manera que el hormigón no se vierta directamente en el agua, sino sobre la mezcla ya vertida. La PROPIEDAD podrá exigir la utilización de bombas para el hormigonado en presencia de agua.

2.2.9.4. Hormigonado en tiempo de lluvia

No se iniciará ningún trabajo de hormigón mientras llueva intensamente. Si la lluvia se presentase durante el hormigonado, podrá continuarse los trabajos mientras no haya deslavamiento; en caso contrario, se suspenderá, estableciéndose una nueva junta de trabajo y cubriéndose toda la superficie no fraguada con toldos o plásticos, para lo cual, se deberá disponer un mínimo de 150 m² de los mismos. Si por las circunstancias de las obras, fuera necesario hormigonar con lluvia, se cubrirá toda la superficie donde se está hormigonando y las zonas ya hormigonadas. Igualmente se protegerá de la lluvia el hormigón durante su transporte.

2.2.10. Desencofrado

Artículo 73 (EHE-08). El tiempo de desencofrado para los distintos elementos de hormigón será el siguiente:

Clasificación estructural	Tiempo

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 205 de 577

Elementos poco esbeltos sin peligro de sufrir desperfectos al retirar el encofrado ni de ser base para otras actividades constructivas, siendo su estabilidad vertical independiente del encofrado. Ejemplo: cimentaciones, pilastras, laterales de vigas de atado, laterales de vigas de estructura, etc.	2 días
Trasdós de muros, manteniendo apuntalada la cara externa	3 días
Estructuras como vigas (fondos) y pilares resistentes.	28 días

2.2.11. Tolerancias

Artículo 94 (EHE-08). Con objeto de acotar las desviaciones permitidas en la ejecución de obras con respecto a las dimensiones especificadas en los planos y en los restantes documentos del Proyecto, las tolerancias admisibles serán las indicadas en el Anejo 11 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

La colocación de cualquier grupo de pernos de anclaje, no diferirá de la indicada en los planos en ±2 mm, y dentro de un mismo grupo, la colocación de pernos de anclaje entre si no diferirá en ±0,5 mm de los indicados en los planos.

2.2.12. Resistencia mecánica

Las resistencias características exigidas no serán inferiores a las que se indican para cualquiera de los tipos de hormigón, según detalle más adelante.

En cualquier caso, no serán inferiores a los indicados en los Artículos 31 y 39 de la EHE-08.

2.2.13. Ensayos y control

Las pruebas del hormigón, incluyendo número de pruebas, forma de las pruebas, curado y manejo se ejecutarán tal como se especifica en los Artículos 86 y siguientes (EHE-08) con las modificaciones que a continuación se indican:

Los ensayos característicos se realizarán siempre en obra, aún en el caso de que el suministro sea con camiones - hormigonera desde una planta exterior.

Si el hormigón se ejecutara en obra, se seguirán las prescripciones señaladas en el Capítulo 9 de la "Instrucción de Hormigón Estructural" (EHE-08). Cuando el suministro se realice con camiones - hormigonera serán necesarios dos, como mínimo, realizando 15 probetas por cada camión. Estos ensayos se realizarán antes del comienzo de las obras de hormigón y con una antelación de 28 días como mínimo.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 206 de 577

Para los ensayos de control, cada día de hormigonado se considerará como unidad individual a efectos del control, realizándose 12 probetas de las que tres serán rotas a los 7 días. Si el resultado de la media aritmética de estas tres probetas es superior al 60% de la resistencia característica pedida a los 28 días se esperará a los resultados que se obtengan a los 28 días, y si es inferior al 60% se suspenderán los trabajos de hormigonado hasta averiguar la causa de la disminución de la resistencia y se procederá a la obtención de los correspondientes ensayos de información consistente en la extracción de 6 probetas testigos a una edad lo más cercana posible a los 7 días. A la resistencia característica conseguida con los testigos, se aplicarán los coeficientes de conversión expuestos más adelante en este capítulo con el fin de hallar la resistencia característica a los 7 días. Si este resultado fuese superior al 60% de la resistencia característica pedida a los 28 días, se esperará a los resultados a los 28 días y si fuese inferior al 60% se demolerá el hormigón.

Cuando la resistencia a los 7 días sea aceptable, se recurrirá a hallar la resistencia característica a los 28 días de las probetas disponibles de las 12 realizadas primitivamente, pudiéndose presentar los siguientes casos:

a) Que sea superior al 100% de la resistencia característica pedida, en cuyo caso el hormigón será aceptado.

b) Inferior al 85% de la resistencia característica pedida. En este caso el hormigón se demolerá.

c) Que la resistencia característica esté comprendida entre el 100% y el 85% de la pedida, en cuyo caso se realizarán ensayos de información mediante extracción de testigos.

Cuando los resultados a los 28 días no sean aceptables, se paralizarán los trabajos de hormigonado investigando las causas de la disminución de resistencia e incluso se volverán a realizar ensayos previos y característicos si no fuese posible encontrar dichas causas; en caso contrario, una vez realizadas las modificaciones necesarias se autorizará la reanudación de los trabajos de hormigonado.

Cuando se realicen ensayos de información, consistentes en la extracción de probetas testigos, éstas serán de suficiente longitud para poder desechar las partes de testigos que contienen armaduras y realizar los ensayos solamente con probetas de hormigón.

Estos resultados de control de probetas, se admiten únicamente cuando se considera la pieza hormigonada en estado ideal, de tal forma que aun teniendo el hormigón la resistencia exigida puede ser demolido si existe algún otro defecto de calidad descrito en este capítulo de Hormigones, Armaduras y Encofrados.

Si en cualquier clase de ensayos especialmente en los de información, se dispusiera solamente del resultado de ensayos efectuados sobre probetas diferentes a las cilíndricas de 15 x 30 cm o a edades distintas de 28 días, sería necesario utilizar coeficientes de conversión para obtener los valores correspondientes a las condiciones tipo.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 207 de 577

Los coeficientes de conversión que se aplicarán a probetas o testigos distintos en forma a la de 15x30 cm, son los siguientes:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 208 de 577

Tipo de probeta (supuesta con caras refrentadas)	Dimensiones	Coeficientes de conversión a la probeta cilíndrica de 15 x 30
Cilíndrico	15x30	1,00
Cilíndrico	10x20	0,97
Cilíndrico	25x50	1,05
Cubo	10	0,80
Cubo	15	0,80
Cubo	20	0,83
Cubo	30	0,90
Prisma	15x15x45	1,05
Prisma	20x20x60	1,05

Los siguientes coeficientes de conversión se aplicarán a probetas o testigos rotos a edades distintas a los 28 días:

Edad de hormigón en días	3	7	28	90	360
Hormigones de endurecimiento normal	0,40	0,65	1,00	1,20	1,35
Hormigones de endurecimiento rápido	0,55	0,75	1,00	1,15	1,20

Para valores intermedios se interpolará entre los datos en la tabla.

Los resultados obtenidos para la aplicación de los coeficientes señalados, tanto referente a la forma como a la edad de las probetas, tendrán total validez y se considerarán estos resultados como si las probetas hubieran sido rotas a los 28 días y fuesen de 15 x 30 cm.

Todas las probetas a ensayar a los 7 y 28 días, serán refrentadas con azufre por ambas caras. Si hubiera pérdidas de probetas o desperfectos de tal forma que no fuere posible determinar la resistencia característica, se realizarán a costa del CONTRATISTA, ensayos de información del hormigón en entredicho.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 209 de 577

2.2.14. Hormigones tipo

Los hormigones que se fabriquen o suministren serán, salvo indicación expresa en contra, de cemento Portland tipo CEM-I de clase resistente 32,5 N/mm² si bien deberá ser confirmada la necesidad de usar cementos especiales o resistentes al ataque de sulfatos.

Se establece un tipo de hormigón, el cual tendrá una resistencia característica a los 28 días en probeta cilíndrica no inferior a los indicados en la tabla siguiente:

Aplicación	Resistencia característica (N/mm²)
Estructuras de hormigón y cimentaciones.	25

2.2.15. Morteros

Únicamente se utilizará mortero de cemento.

Las características del árido fino, del cemento y del agua serán las indicadas en los artículos correspondientes de esta especificación.

Para su empleo en las distintas clases de obra, se establecen los siguientes tipos y dosificaciones de morteros de cemento portland:

- M-2.5 para fábricas de ladrillo y mampostería: Resistencia característica a la compresión simple de 2.5 N/mm2.
- M-5 para fábricas de ladrillo especiales y capas de asiento de plazas prefabricadas, adoquinados y bordillos: Resistencia característica a la compresión simple de 5 N/mm2.
- M-10 para enfoscados, enlucidos, corrido de cornisas e impostas: Resistencia característica a la compresión simple de 10 N/mm2.
- M-10 para enfoscados exteriores: Resistencia característica a la compresión simple de 10 N/mm2.

El Director podrá modificar la dosificación en más o en menos, cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen.

La mezcla del mortero podrá realizarse a mano o mecánicamente; en el primer caso se hará sobre un piso impermeable.

El cemento y la arena se mezclarán en seco hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme. A continuación, se añadirá la cantidad de agua estrictamente necesaria para que, una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 210 de 577

Solamente se fabricará el mortero preciso para uso inmediato, rechazándose todo aquel que haya empezado a fraguar y el que no haya sido empleado dentro de los cuarenta y cinco minutos (45 min) que sigan a su amasadura.

Si es necesario poner en contacto el mortero con otros morteros y hormigones que difieran de él en la especie de cemento, se evitará la circulación de agua entre ellos; bien mediante una capa intermedia muy compacta de mortero fabricado con cualquiera de los dos cementos, bien esperando que el mortero u hormigón primeramente fabricado esté seco, o bien impermeabilizando superficialmente el mortero más reciente.

Se ejercerá especial vigilancia en el caso de hormigones con cementos siderúrgicos.

El mortero no será de abono directo, ya que se considera incluido en el precio de la unidad correspondiente, salvo que se defina como unidad independiente, en cuyo caso se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente utilizados.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 211 de 577

2.3. ACERO LAMINADO PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS

2.3.1. Materiales

Los materiales utilizados deberán ajustarse a lo especificado en la norma UNE EN 10025. Deberán estar limpios de esquirlas, hojas o cualquier otro tipo de defecto de laminación.

En general, los aceros empleados corresponderán a la calidad S 275 JR.

Las secciones de los perfiles estarán de acuerdo a las normas UNE 36521, 36522, 36524, 36525, 36526 y UNE-EN 10056-1.

Los perfiles y chapas que se empleen en la construcción de las estructuras serán de fabricación nacional en acero de tipo S 275 JR.

La tornillería a emplear será ordinaria o de alta resistencia:

La tornillería ordinaria se ajustará a lo prescrito en el CTE con arandelas planas de 8 mm, la calidad será 5,6 de 30 kg/mm² y habrá de ser galvanizada.

La tornillería de alta resistencia se ajustará a lo prescrito en el CTE, la calidad será la denominada A 10t en dicha Norma. Sus características son:

1) Límite convencional de fluencia mínimo: 90 kg/mm²

2) Carga de rotura: 100 a 120 kg/mm²

3) Alargamiento mínimo de rotura (medido sobre probeta L = 5 ø) 8%

4) Dureza Brinell (para P = 30 D² en kg/mm²) 295 a 350

5) Resistencia mínima en probeta entallada 10x10 5 kg/cm²

Las características geométricas y estáticas de los perfiles deberán ajustarse a las dimensiones indicadas en el CTE y las correspondientes normas UNE anteriormente citadas.

2.3.2. Protección contra la corrosión

Todas las estructuras a suministrar y montar deberán ser protegidas contra la corrosión mediante galvanizado por inmersión en caliente y mediante la aplicación de pinturas para las modificaciones que puedan surgir en la obra.

Quedan exceptuados de esta prescripción los anclajes en la zona que deba quedar empotrada en hormigón.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 212 de 577

El término "galvanizado" expresado en esta especificación, se refiere a galvanizado en caliente, no siendo por lo tanto aceptables piezas de acero protegidas por galvanización por electrólisis ni por galvanizado en frío.

Las piezas roscadas deberán prepararse, antes de la inmersión en el baño, con las tolerancias adecuadas para que los filetes, después del galvanizado, queden sin alteración, libres de adherencias, homogéneos y de modo que permitan el roscado a mano.

Las piezas soldadas se limpiarán con chorro de arena. Todas las piezas serán decapadas en baños adecuados para garantizar su perfecta limpieza.

Después de la inmersión en zinc fundido, los perfiles y pletinas no serán sometidos a ningún proceso de roscado o limpieza, que pueda reducir la uniformidad o el espesor especificado para el recubrimiento de zinc.

Todo este capítulo queda sujeto a las Especificaciones de Protección contra la corrosión mediante el revestimiento por galvanización en caliente y Protección contra la corrosión mediante la aplicación de pinturas.

3. EJECUCIÓN DE LA OBRA CIVIL

3.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se refiere a la ejecución del movimiento de tierras para la formación de los viales, plataformas, cimentaciones y zanjas que se definen en los planos, incluyendo la entibación y agotamiento cuando fuere necesario, así como el posterior relleno de excavaciones.

3.1.1. Limpieza y desbroce del terreno y excavación de tierra vegetal de la red de caminos

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio del Director de obra.

La ejecución de esta operación incluye las tareas siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.
- Excavación de 50 cm. como mínimo de tierra vegetal tanto de la red de caminos como de la franja destinadas a los drenajes enterrados y drenajes a cielo abierto.

La tierra vegetal deberá ser siempre retirada, excepto cuando vaya a ser mantenida según lo indicado en el Proyecto o por el Director de obra.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 213 de 577

Remoción de los materiales de desbroce

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones y especies vegetales próximas existentes.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Director de las Obras.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición de la Administración y separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. Salvo indicación en contrario del Director de las Obras, la madera no se troceará a longitud inferior a tres metros (3 m).

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

Retirada y disposición de los materiales objeto del desbroce

Todos los productos o subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, establezca el Proyecto u ordene el Director de las Obras. En principio estos elementos serán quemados, cuando esta operación esté permitida y sea aceptada por el Director de las Obras.

La tierra vegetal procedente del desbroce debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. En caso de que no sea posible utilizarla directamente, debe guardarse en montones de altura no superior a dos metros (2 m). Debe evitarse que sea sometida al paso de vehículos o a sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo.

Si se proyecta enterrar los materiales procedentes del desbroce, estos deben extenderse en capas dispuestas de forma que se reduzca al máximo la formación de huecos. Cada capa debe cubrirse o mezclarse con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior deben extenderse al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 214 de 577

Terminación y refino de la explanada.

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de la explanada.

Las obras de terminación y refino de la explanada, se ejecutarán con posterioridad a la explanación y construcción de drenes y obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. La terminación y refino de la explanada se realizará inmediatamente antes de iniciar la construcción del firme, pavimentación u otras obras de superestructura.

Cuando haya que procederse a un recrecido de espesor inferior a un medio (1/2) de la tongada compactada, se procederá previamente a un escarificado de todo el espesor de la misma, con objeto de asegurar la trabazón entre el recrecido y su asiento.

La capa de coronación de la explanada tendrá como mínimo el espesor indicado en el Proyecto, no siendo admisible en ningún punto de la misma, espesores inferiores.

No se extenderá ninguna capa del firme sobre la explanada sin que se comprueben las condiciones de calidad y características geométricas de esta.

Una vez terminada la explanada, deberá conservarse con sus características y condiciones hasta la colocación de la primera capa de firme o hasta la recepción de las obras cuando no se dispongan otras capas sobre ella. Las cunetas deberán estar en todo momento limpias y en perfecto estado de funcionamiento.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

En la explanada se dispondrán estacas de refino a lo largo del eje y a ambos bordes de la misma, con una distancia entre perfiles transversales no superior a veinte metros (20 m), y niveladas con precisión milimétrica con arreglo a los planos. Entre estacas, los puntos de la superficie de explanación no estarán, en ningún punto, más de tres centímetros (3 cm) por encima ni por debajo de la superficie teórica definida por las estacas.

La superficie acabada no deberá variar en más de quince milímetros (15 mm), cuando se compruebe con la regla de tres metros (3 m), estática según NLT 334 aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera. Tampoco podrá haber zonas capaces de retener agua.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas serán corregidas por el Contratista a su cargo, de acuerdo con lo que señala este Pliego.

La terminación y refino de la explanada se considerará incluida dentro de las unidades de excavación, terraplén o pedraplén, relleno todo-uno, según sea el caso.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 215 de 577

Las mediciones se harán por m3 de tierra vegetal excavada y se abonará al precio correspondiente (volumen calculado como diferencia entre los perfiles del terreno original y de los 50 cm. mínimo retirados). En todos los casos se abonarán los m3 realmente excavados, descontándose las zonas dónde se aprovechen parte o todo el camino antiguo y no sea necesario excavar la tierra vegetal.

3.1.2. Excavación

3.1.2.1. Excavación de la explanación

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas de explanada, así como las zonas de préstamos, previstos o autorizados, y el consiguiente transporte de los productos removidos al depósito o lugar de empleo.

Las excavaciones de todas las clases se harán con arreglo a los planos de ejecución y sujetas a las modificaciones que según la naturaleza del terreno sean necesarios.

En general las superficies de las excavaciones terminadas serán refinadas y saneadas de manera que no quede ningún bloque o laja con peligro de desprenderse.

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en el Proyecto, y a lo que sobre el particular ordene el Director de las Obras.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán, en cualquier caso, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado. En especial, se atenderá a las características tectónico-estructurales del entorno y a las alteraciones de su drenaje y se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca o de bloques de la misma, debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras, taludes provisionales excesivos, etc.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

En el caso de explanaciones, la excavación se abonará por metros cúbicos (m^3) medidos sobre planos de perfiles transversales, una vez comprobado que dichos perfiles son correctos.

Esta unidad se refiere al volumen de material excavado, cualquiera que sea su naturaleza, incluyente suelo, roca, barro o cualquier material que pueda aparecer.

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto, y se transportarán directamente a las

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 216 de 577

zonas previstas en el mismo, en su defecto, se estará a lo que, al respecto, disponga el Director de las Obras.

En el caso de excavación por voladura en roca, el procedimiento de ejecución, deberá proporcionar un material adecuado al destino definitivo del mismo, no siendo de abono las operaciones de ajuste de la granulometría del material resultante, salvo que dichas operaciones se encuentren incluidas en otra unidad de obras.

No se desechará ningún material excavado sin previa autorización del Director de las Obras.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de las Obras.

Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada, en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

El material extraído en exceso podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, si así está definido en el Proyecto o lo autoriza el Director de las Obras, debiéndose cumplir las mismas condiciones de acabado superficial que el relleno sin ampliar.

3.1.2.2. Excavación en zanjas y pozos

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Director de las Obras autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en el Proyecto y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director de las Obras podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación, especialmente si en su interior se realizan trabajos que exijan la presencia de personas.

Para la excavación de tierra vegetal se seguirá lo indicado en el apartado, "Excavación de la explanación " de este Pliego.

Se tomarán las precauciones necesarias para impedir la degradación del terreno de fondo de excavación en el intervalo de tiempo que medie entre la excavación y la ejecución de la cimentación u obra de que se trate.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 217 de 577

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Limpieza del fondo

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo el material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquéllos, y previa autorización del Director de las Obras.

Empleo de los productos de excavación

Serán aplicables las Prescripciones del apartado, "Excavación de la explanación" de este Pliego.

Caballeros

Serán aplicables las Prescripciones del apartado, "Excavación de la explanación" de este Pliego.

Excesos inevitables

Los sobreanchos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán estar contemplados en el Proyecto o, en su defecto, aprobados en cada caso por el Director de las Obras.

Tolerancias de las superficies acabadas

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados, y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (5 cm) respecto de las superficies teóricas.

Las sobre excavaciones no autorizadas deberán rellenarse de acuerdo con las especificaciones definidas por el Director de las Obras, no siendo esta operación de abono independiente.

3.1.2.3. Excavación y relleno en cimentaciones

La excavación en cimentaciones comprende la remoción de todo material encontrado, hasta las cotas y según las dimensiones indicadas en los planos. El fondo de las excavaciones se mantendrá firme, limpio, nivelado y seco y desprovisto de hielo o nieve hasta la terminación del trabajo.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 218 de 577

El relleno para cimentaciones, se efectuará con materiales aprobados y depositados en tongadas de 15 cm de espesor máximo; la compactación se realizará hasta el 98% de la densidad Proctor Modificado.

3.1.2.4. Agotamiento y estanqueidad

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarias para agotarla. El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que no provoque la segregación de los materiales que han de componer el hormigón de cimentación, y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h) desde el hormigonado.

El Contratista someterá a la aprobación del Director de las Obras los planos de detalle y demás documentos que expliquen y justifiquen los métodos de construcción propuestos.

En ningún caso se permitirá que descarguen aguas superficiales a subterráneas en las excavaciones. Dichas aguas se captarán y conducirán de modo que se evite todo posible perjuicio.

3.1.2.5. Entibación

En aquellos casos en que se hayan previsto excavaciones con entibación, el Contratista podrá proponer al Director de las Obras efectuarlas sin ella, explicando y justificando de manera exhaustiva las razones que apoyen su propuesta. El Director de las Obras podrá autorizar tal modificación, sin que ello suponga responsabilidad subsidiaria alguna. Si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el Director de las Obras, por razones de seguridad, estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá ordenar al Contratista la utilización de entibaciones, sin considerarse esta operación de abono independiente.

3.1.3. Terraplenes y rellenos

Para los terraplenes, salvo prescripción expresa más adelante, será de aplicación lo estipulado en el Art. 330 del P.P.T.G. PG3. Se incluye en este concepto todos los trabajos, material y equipos necesarios para realizar los ensayos experimentales, vertidos, nivelación, compactación y pruebas de los rellenos, según se indica en los planos y especificaciones.

Preparación de la superficie de asiento del terraplén

El relleno, se efectuará en primer lugar, de acuerdo con lo estipulado en los artículos de explanaciones, “Excavación de la explanación y préstamos” de este Pliego, el desbroce del citado terreno y la eliminación de la capa de tierra vegetal.

Tras el desbroce, se procederá a la excavación y extracción del terreno natural en la extensión y profundidad especificada en el Proyecto.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 219 de 577

Las transiciones de desmonte a relleno tipo terraplén se realizarán, tanto transversal como longitudinalmente, de la forma más suave posible, excavando el terreno de apoyo hasta conseguir una pendiente no mayor de un medio (1V:2H). Dicha pendiente se mantendrá hasta alcanzar una profundidad por debajo de la explanada de al menos un metro (1 m).

Extensión de las tongadas

Una vez preparado el apoyo del relleno tipo terraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando los materiales, que se han definido anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada final.

El espesor de estas tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. En todo caso, se seguirá el espesor marcado en el contenido del Proyecto o, en su falta, en la Normativa Vigente aplicable.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos.

El extendido se programará y realizará de tal forma que los materiales de cada tongada sean de características uniformes, y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello.

Los rellenos tipo terraplén sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimientos y compactación de tierras.

Se exigirá que la compactación se efectúe solapando las pasadas, como mínimo, en un tercio (1/3) de la anchura del elemento compactador.

Humectación o desecación

En el caso de que sea preciso añadir agua para conseguir el grado de compactación previsto, se efectuará esta operación humectando uniformemente los materiales, bien en las zonas de procedencia (canteras, préstamos), bien en acopios intermedios o bien en la tongada, disponiendo los sistemas adecuados para asegurar la citada uniformidad (desmenuzamiento previo, uso de rodillos “pata de cabra", etc.).

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 220 de 577

En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, se tomarán las medidas adecuadas para conseguir la compactación prevista, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Si en los ensayos realizados "in situ" no cumplen las condiciones de compactación especificadas con el número de pasadas obtenido de los terraplenes experimentales, se interrumpirá el relleno, procediendo a una sobre compactación hasta llegar a los límites mínimos especificados.

El material que contenga menos de veinticinco por ciento (25%) de roca cuarteada o bolos, con diámetros máximos de quince centímetros (15 cm), se colocará en capas de suficiente espesor para contener las de mayor tamaño presentado. No obstante, en ningún caso se autorizan espesores de tongadas, antes de compactar, superiores a cuarenta centímetros (40 cm).

Los fragmentos de roca o de bolos tendrán un tamaño máximo de treinta centímetros (30 cm) y quedarán totalmente rodeados de material fino, tomándose todas las precauciones necesarias para impedir que existan huecos que puedan ser rellenados, a lo largo de la vida de los terraplenes, por el producto de descomposición de la roca.

En la coronación de terraplén o relleno no se permitirán rocas cuarteadas ni bolos a menos de quince centímetros (15 cm) por debajo de la cota de la explanada.

Cada tongada o capa de terraplén deberá compactarse con el contenido de humedad preciso para conseguir el grado de compactación requerido, con el equipo autorizado, en función de los resultados de los terraplenes experimentales.

En las zonas donde, por su poca extensión, pendiente, proximidad de obras de fábrica, etc., no se pueda utilizar el equipo autorizado, se efectuará la compactación con pisones manuales, neumáticos o vibratorios, hasta alcanzar el grado de compacidad requerido.

El número de pasadas se controlará rigurosamente acotando la zona a tratar, hasta tanto se haya completado la compactación de la totalidad de la misma.

En el caso de que fuera necesaria la adición de agua, se tomarán las medidas necesarias para que el humedecimiento sea uniforme, entendiéndose que todas las operaciones precisas para conseguir la humedad adecuada están comprendidas en el precio de la unidad de obra correspondiente.

El Contratista será responsable de la conservación de la estabilidad de los terraplenes hasta su recepción definitiva y deberá sustituir cualquier parte de la obra que se haya descompactado, desplazado o deteriorado por negligencia o falta de cuidado imputables a él y también cuando los

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 221 de 577

daños sean debidos a causas naturales previsibles, como precipitaciones atmosféricas o a otras causas que sean evitables y no se puedan atribuir a movimientos del subsuelo.

La coronación de la explanación estará compuesta por pedraplén procedente de la excavación, con el espesor y forma que indiquen los planos.

3.1.3.1. Rellenos localizados

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos, procedentes de excavaciones o préstamos, en relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica, cimentación o apoyo de estribos o cualquier otra zona, que por su reducida extensión, compromiso estructural u otra causa no permita la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución del resto del relleno, o bien exija unos cuidados especiales en su construcción.

En la dirección longitudinal de la calzada soportada, los rellenos localizados de trasdós de obra de fábrica, "cuñas de transición", tendrán una longitud mínima de al menos diez metros (10 m) desde el trasdós de la obra de fábrica. Caso de existir losa de transición, dicha longitud mínima habrá de ser además superior a dos (2) veces la dimensión de la losa en la referida dirección longitudinal. A partir de dicha dimensión mínima, la transición entre el relleno localizado y el relleno normal tendrá, siempre en la dirección longitudinal de la calzada soportada, una inclinación máxima de un medio (1V/2H).

No se consideran incluidos dentro de esta unidad los rellenos localizados de material con misión específica drenante, a los que hace referencia el artículo 421 "Rellenos localizados de material drenante" del PG-3 y que se realizarán de acuerdo a este último.

Se utilizarán solamente suelos adecuados y seleccionados.

Se emplearán suelos adecuados o seleccionados, siempre que su CBR según UNE 103502, correspondiente a las condiciones de compactación exigidas, sea superior a diez (10) y en el caso de trasdós de obras de fábrica superior a veinte (20).

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Preparación de la superficie de asiento de los rellenos localizados

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos se prepararán éstos a fin de conseguir su unión con el nuevo relleno. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Si el material procedente del antiguo talud, cuya remoción sea necesaria, es del mismo tipo que el nuevo y cumple las condiciones exigidas para la zona de relleno de que se trate, se mezclará con el

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 22 de 577

del nuevo relleno para su compactación simultánea; en caso contrario, el Director de las Obras decidirá si dicho material debe transportarse a vertedero.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en el Proyecto o, en su defecto, a las instrucciones del Director de las Obras.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su estabilización.

Extensión y compactación

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras, el espesor de las tongadas medido después de la compactación no será superior a veinticinco centímetros (25 cm).

Los espesores finales de las tongadas se señalarán y numerarán con pintura, según el caso, en el trasdós de la obra de fábrica, paramentos o cuerpo de la tubería, para el adecuado control de extendido y compactación.

Salvo que el Director de las Obras lo autorice, en base a estudio firmado por técnico competente, el relleno junto a obras de fábrica o entibaciones se efectuará de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma se hallen al mismo nivel.

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 223 de 577

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Se exigirá una densidad después de la compactación, en coronación, no inferior al cien por cien (100%) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado según UNE 103501 y, en el resto de las zonas, no inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la misma. En todo caso la densidad obtenida habrá de ser igual o mayor que la de las zonas contiguas del relleno.

Relleno de zanjas para instalación de tuberías

En el caso de zanja serán de aplicación los apartados anteriores en tanto en cuanto no contraríen a lo expuesto en este apartado, en otro caso será de aplicación lo aquí expuesto.

La decisión sobre la cama de apoyo de la tubería en el terreno, granular o de hormigón, y su espesor, dependerá del tipo de tubo y sus dimensiones, la clase de juntas y la naturaleza del terreno, vendrá definida en el Proyecto o, en su defecto, será establecida por el Director de las Obras.

Una vez realizadas, si procede, las pruebas de la tubería instalada, para lo cual se habrá hecho un relleno parcial de la zanja dejando visibles las juntas, se procederá al relleno definitivo de la misma, previa aprobación del Director de las Obras.

El relleno de la zanja se subdividirá en dos zonas: la zona baja, que alcanzará una altura de unos treinta centímetros (30 cm) por encima de la generatriz superior del tubo y la zona alta que corresponde al resto del relleno de la zanja.

En la zona baja el relleno será de material no plástico, preferentemente granular, y sin materia orgánica. El tamaño máximo admisible de las partículas será de cinco centímetros (5 cm), y se dispondrán en capas de quince a veinte centímetros (15 a 20 cm) de espesor, compactadas mecánicamente hasta alcanzar un grado de compactación no menor del noventa y cinco por ciento (95 %) del Proctor modificado según UNE 103501.

En la zona alta de la zanja el relleno se realizará con un material que no produzca daños en la tubería. El tamaño máximo admisible de las partículas será de diez centímetros (10 cm) y se colocará en tongadas pseudoparalelas a la explanada, hasta alcanzar un grado de compactación no menor del cien por cien (100 %) de la del Proctor modificado según UNE 103501.

En el caso de zanjas excavadas en terraplenes o en rellenos todo uno la densidad obtenida después de compactar el relleno de la zanja habrá de ser igual o mayor que la de los materiales contiguos. En el caso de zanjas sobre terrenos naturales o sobre pedraplenes este objetivo habrá de alcanzarse si es posible; en caso contrario, se estará a lo indicado por el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras, pero en ningún caso, por debajo de los valores mínimos de densidad indicados en los párrafos anteriores de este Pliego.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 224 de 577

Se prestará especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto se reducirá, si fuese necesario, el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

Limitaciones de la ejecución

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius (2 ºC); debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación.

3.1.3.2. Relleno con material de drenaje

Las capas serán sensiblemente horizontales, y en caso alguno el grado de compactación del llenado será inferior al mayor de los que tienen los terrenos o materiales adyacentes situados a su mismo nivel.

El material se extenderá desde el camino de servicio mediante retros, palas u otros medios (manuales). En caso alguno se permitirá la entrada de vehículos pesados y/o camiones a la explanación para el vertido del material. En caso alguno se permitirá un vertido libre del material de más de 75 cm. de alzada.

Habrán de emplearse los métodos de compactación adecuados para evitar romper los conductos que se coloquen en el fondo del llenado para la evacuación de las aguas, tomándose por otra parte las precauciones necesarias para que durante la compactación no se altere la situación de los mencionados tubos de drenaje.

El material de drenaje colocado se medirá y abonará por metros cúbicos (m3) de llenado compactado, medido por diferencia entre los perfiles cogidos antes de empezar los trabajos y perfiles finales según la sección tipo teórica. Si la sección de excavación es más pequeña que la teórica, el llenado se abonará según sección real ejecutada, además de las penalizaciones que se deriven por la no ejecución de la sección teórica.

3.1.3.3. Material procedente de préstamo

No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.

Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 225 de 577

Los préstamos deberán excavarse disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan que se pueda acumular agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Director de las Obras ordene al respecto.

Los taludes de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde la carretera terminada, ni desde cualquier otro punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente respecto a su posible impacto ambiental

Los depósitos de tierra que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y un grado de estabilidad que evite cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en los lugares que, al efecto, señale el Director de las Obras, se cuidará de evitar sus arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe, y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de la carretera.

El material vertido en los depósitos no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

Los escombros se dejarán en los depósitos de manera que sean estables y no entorpezcan el tráfico ni la evacuación de las aguas pluviales.

3.1.3.4. Ensayos para rellenos y terraplenes

La PROPIEDAD fijará, a partir de los datos de los terraplenes experimentales, la cantidad y tipo de ensayos por unidad de volumen o por tongada, necesarios para garantizar la calidad de relleno, con un número mínimo que se indica seguidamente:

Previos a la compactación

- Por cada mil metros cúbicos (1.000 m3) o fracción, de material:
  - 1 contenido de humedad (NLT-103/72).
  - 1 granulométrico (NLT-104/72).
  - 1 límites de Atterberg (NLT-105-106/72).
  - 1 contenido de materia orgánica (NLT-117/72).
- Por cada día de trabajo y yacimiento:
  - 1 ensayo de apisonado (NLT-107 ó 108/76) (a).
- Por cada mes de trabajo y yacimiento:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 226 de 577

- Cuando las características de los materiales hagan precisa la determinación de los parámetros "densidad máxima" y "humedad óptima", a juicio de la Supervisión, podrá emplearse el método de ensayo propuesto por ASTM D-2049-69 (Densidad relativa). Los niveles de compactación medidos con una u otra norma de ensayo, serán equivalentes.

Control de compactación

Una vez efectuado todo el proceso de compactación se efectuarán los siguientes ensayos:

- Por cada cuatrocientos metros cuadrados (400 m²) o fracción de tongada:
  - 2 densidad in situ (NLT-109/72), siendo la profundidad del orificio de ensayo no inferior a la del espesor de la tongada a ensayar.

Prueba con supercompactadores

Se ajustarán a lo prescrito en el Art. 304 del P.P.T.G. (PG-3).

3.2. FIRMES

3.2.1. Zahorras artificiales

Se exigirá marcado CE, en aplicación de la Resolución de 17 de abril de 2007 (BOE 108 de 5 de mayo de 2007).

Para los materiales a emplear como zahorras artificiales serán de aplicación las indicaciones recogidas en el artículo 510 del PG-3.

Preparación de la superficie existente

Una capa de zahorra no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

Se comprobarán la regularidad y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la zahorra. El Director de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar las zonas deficientes.

Preparación del material

Cuando las zahorras se fabriquen en central la adición del agua de compactación se realizará también en central, salvo que el Director de Obras permita expresamente la humectación in situ.

En los demás casos, antes de extender una tongada se procederá, si fuera necesario, a su homogeneización y humectación. Se podrán utilizar para ello la humectación previa en central u

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 27 de 577

otros procedimientos sancionados por la práctica que garanticen, a juicio del Director de las Obras, las características previstas del material previamente aceptado, así como su uniformidad.

Extensión de una tongada

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá a la extensión, en una tongada, de la capa de zahorras de 15 cm de espesor de las calles aglomeradas y en una tongada del espesor indicado en planos de la capa de zahorras de aceras, tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

Compactación de la tongada

Conseguida la humedad más conveniente, que no deberá superar a la óptima en más de un punto porcentual, se procederá a la compactación de la tongada hasta alcanzar una densidad equivalente al 100 % del Proctor Modificado. La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba.

La compactación se realizará de manera continua y sistemática. Si la extensión de la zahorra se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores, en ningún caso, a las exigidas a la zahorra en el resto de la tongada.

Tramo de prueba

Antes de iniciarse la puesta en obra de la zahorra será preceptiva la realización de un tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y de compactación, y especialmente el plan de compactación. El tramo de prueba se realizará sobre una capa de apoyo similar en capacidad de soporte y espesor al resto de la obra.

Tolerancias de la superficie acabada

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los planos, en el eje, quiebros de peralte si existen, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad (1/2) de la distancia entre los perfiles del proyecto, se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichas estacas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 228 de 577

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura extendida que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los planos.

Será optativa del Director de las obras la comprobación de la superficie acabada con regla de tres metros (3 m), estableciendo la tolerancia admisible en dicha comprobación.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas se corregirán por el constructor, a su cargo. Para ello se escarificará en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm), se añadirá o retirará el material necesario y de las mismas características, y se volverá a compactar y refinar.

Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existieran problemas de encharcamiento, el director de las obras podrá aceptar la superficie, siempre que la capa superior a ella compense la merma de espesor sin incremento de coste para la Propiedad.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 229 de 577

Limitaciones de la ejecución

Las zahorras se podrán poner en obra siempre que las condiciones meteorológicas no hubieran producido alteraciones en la humedad del material, tales que se superen en más de dos (2) puntos porcentuales la humedad óptima.

Sobre las capas recién ejecutadas se procurará evitar la acción de todo tipo de tráfico. Si esto no fuera posible, se dispondrá un riego de imprimación sobre las zahorras con una protección mediante la extensión de una capa de árido de cobertura. Aun así, el tráfico que necesariamente tuviera que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren las rodadas en una sola zona, procurando una distribución uniforme del tráfico de obra en toda la anchura de la traza. El Contratista será responsable de los daños originados, debiendo proceder a su reparación con arreglo a las instrucciones del Director de las Obras.

3.3. CUNETAS Y OBRAS DE DESAGÜE

Se trata de zanjas longitudinales abiertas en el terreno junto al vial, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, y se excava sobre el terreno existente. Son cunetas sin revestir, ejecutadas sobre el terreno existente.

La forma, dimensiones, tipo y demás características, se ajustarán a lo definido en planos.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio a lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106 CEE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en el artículo 9 del mencionado Real Decreto.

A partir de la superficie natural del terreno o de la explanación, se procederá a la ejecución de la excavación de la caja que requiera la cuneta y a la nivelación y refino.

La excavación se realizará, en lo posible, de aguas abajo hacia aguas arriba y, en cualquier caso se mantendrá con la nivelación y pendiente tales que no produzca retenciones de agua ni encharcamientos.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características en el lecho de asiento. Se cuidará la terminación de las superficies

Las secciones que no cumplan estas condiciones serán levantadas y ejecutadas de nuevo, no permitiéndose el relleno con mortero de cemento.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 230 de 577

3.4. CANALIZACIONES ENTERRADAS PARA CABLES ELÉCTRICOS

Los tubos se colocarán bajo zanja realizada según el trazado indicado en el proyecto, una vez abierta y nivelada en su fondo, a la profundidad establecida y encima de un espesor de cama (de arena u hormigón) que corresponda a lo indicado en los planos.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles. Los radios mínimos de curvatura estarán de acuerdo con la reglamentación.

El tratamiento de las juntas y uniones se ejecutará de acuerdo con los Planos y las instrucciones de la Dirección Técnica. La ejecución de juntas y uniones se realizará de forma que quede garantizada la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Se cuidará que el acoplamiento entre los tubos quede perfecto, de manera que en las juntas no queden cantos vivos, ni que por ellas pueda entrar agua, tierra o lodos.

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas en los mismos, para lo cual, se taponarán los extremos libres con trapos o papel.

Los cambios de dirección se realizarán con elementos adecuados y respetando los radios de curvatura apropiados. Los cambios importantes de dirección se realizarán mediante arquetas.

Al hormigonar los tubos se pondrán un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable revisar las juntas antes del hormigonado.

El conjunto de los canales de control será de hormigón armado o prefabricados tipo BREINCO o AVE.

4. EDIFICIOS DE CONTROL

El edificio de control será de tipo prefabricado, con un sistema estructural por pilares. El edificio presenta en su conjunto forma de prisma rectangular que constituye las diversas dependencias.

El edificio a construir será realizado a partir de elementos modulares prefabricados de hormigón armado en los que se realizarán o vendrán previstos los huecos y cajeados necesarios para la instalación de puertas, ventanas, rejillas y extractores.

La cimentación del edificio se realizará por medio de losa de hormigón armado realizada in situ. Los forjados superiores se realizarán mediante jácenas prefabricadas y placas alveolares con sus correspondientes capas de compresión.

4.1. CUBIERTAS

La cubierta será inclinada con una pendiente media del 15%, compuesta de:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 231 de 577

- Aislamiento térmico: manta de lana mineral natural (LMN), revestida por una de sus caras con una barrera de vapor y polietileno, de 100 mm de espesor, según UNE-EN 13162:2013, resistencia térmica 2,5 (m²K)/W, conductividad térmica 0,04 W/(mK), Euroclase F de reacción al fuego,
- Formación de pendientes: ladrillo cerámico hueco rasillón, para revestir, 40x20x4 cm sobre tabiques aligerados de 100 cm de altura media; cobertura: teja cerámica curva, 40x19x16 cm, recibida con mortero de cemento M-2,5.
- Canalón y bajantes para recogida de aguas

Según DB HS-1 del CTE y normas UNE-104.

4.2. IMPERMEABILIZACIONES Y AISLAMIENTOS

Junta sellante expansible bentonita-caucho butilo

Junta sellante a base de bentonita de sodio natural y caucho butilo, expansible en contacto con el agua, de sección 1x1.5cm, para junta horizontal de hormigón, de espesor más de 12 cm.

Será resistente a los ácidos y álcalis diluidos, gasolina, gasóleo y aceites lubricantes.

Impermeabilización de solera

Impermeabilización de solera realizada con:

- Imprimación de la capa de hormigón de limpieza con emulsión bituminosa negra tipo ED y rendimiento no inferior a 0.3 kg/m2.
- Impermeabilización bituminosa con solución monocapa no adherida, con lámina tipo LBM-40-PE de betún modificado con elastómero SBS, de 40gr/dm2 masa total, con armadura constituida por película de polietileno.

Geotextil

Capa separadora a base de geotextil de polipropileno termosoldado de 135gr/m2. Esta capa separadora funciona como barrera contra la incompatibilidad química, antipunzonante, drenante o filtrante.

- Peso:135 g/m2 (según ASTM D 3776)
- Forma de suministro: Bobinas

Aislamiento con poliestireno extruido

Aislamiento térmico intermedio de fachadas en muros de doble hoja de fábrica, con poliestireno extruido (XPS) de 40mm de espesor, mecanizado lateral machihembrado y superficie lisa.

Con una conductividad térmica de 0.028 W/mK y resistencia térmica 1.45 m2K/W.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 232 de 577

Reacción al fuego Euroclase E, código de designación XPS-EN 13164 - T1-CS(10\Y)150-MU80.

Las planchas de espuma rígida de poliestireno extrusionado serán de estructura celular cerrada, imputrescibles, y con los bordes solapados para conseguir el perfecto encaje perimetral entre las distintas planchas.

Los adhesivos a emplear en la fijación de planchas no contendrán disolventes u otras sustancias que puedan atacarlas o alterarlas llevando la indicación expresa de "adecuado para espumas de poliestireno extruido", siendo necesaria su aprobación por la Dirección de la obra.

Aislamiento con espuma de poliuretano proyectada “in situ”

Aislamiento térmico y acústico e impermeabilizante, a base de espuma rígida de poliuretano proyectado "in situ" con un espesor medio de 20mm.

Resistencia a la compresión de 4.5 kg/cm2.

Conductividad térmica de 0.019 kcal/mh°C.

Estará compuesto de dos componentes líquidos (Poliol e Isocianato), mediante equipos especiales se mezclan entre sí y se proyectan pulverizados a alta presión directamente sobre la superficie a tratar.

La mezcla líquida proyectada se deposita como una pintura tixotrópica en la que se inicia instantáneamente una reacción química rápida y de carácter exotérmico.

El producto resultante es una espuma rígida con un volumen unas 35 veces mayor al de la mezcla inicial, formada por pequeñas celdillas estancas y uniformes.

El tratamiento será uniforme y de carácter continuo (sin juntas).

4.3. CERRAMIENTOS EXTERIORES

Fábricas de ladrillos cerámicos

Fábricas realizadas con ladrillos cerámicos perforados, para revestir o cara vista, de dimensiones especificadas en el presupuesto, recibidos con mortero de cemento M-5.

Los ladrillos cumplirán las especificaciones del artículo “Ladrillos cerámicos” del presente Pliego.

El mortero cumplirá lo especificado en el artículo “Morteros de cemento” del presente Pliego.

Fábrica de bloques prefabricados de hormigón

Fábrica para revestir de 20 cm de espesor, realizada con bloques de hormigón de áridos densos de 40x20x20cm, recibidos con mortero de cemento M-5, con juntas de 1cm de espesor.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 233 de 577

Con zuncho relleno de hormigón armado con redondos de diámetro 12 mm, cada 4 hiladas, conectado a pilares mediante esperas de diámetro 10 mm.

Los bloques no presentarán defectos aparentes tales como fisuras, deformaciones, desconchones, etc. La textura de las caras destinadas a ser revestidas serán lo suficientemente rugosas para permitir una buena adherencia del mortero de revestimiento o agarre.

El fabricante facilitará las características de los bloques en cuanto a dimensiones, peso, resistencia, absorción, succión, heladicidad, eflorescencia, etc determinadas en un laboratorio oficial homologado.

El tipo de bloque dispondrá de todas las piezas especiales necesarias para el perfecto aparejo de las fábricas, dinteles, jambas, medios bloques, plaquetas, vierteaguas, albardillas, etc.

Cumplirán con lo especificado en la norma NTE-FFB/1975, y en las PIET.70 "Obras de Fábrica". Prescripciones del Instituto Eduardo Torroja. Las tolerancias dimensionales no sobrepasarán en + 4 mm.

4.4. ALBAÑILERÍA Y PARTICIONES INTERIORES

Fábrica de bloques prefabricados de hormigón

Cumplirá las especificaciones del artículo “Fábrica de bloques prefabricados de hormigón” del presente Pliego.

Fábricas de ladrillos cerámicos

Cumplirá las especificaciones del artículo “Fábricas de ladrillos cerámicos” del presente Pliego.

Albardilla de piedra artificial

Albardilla de piedra artificial de ancho variable, abujardada-picada, con goterón y pendiente, tomada con mortero de cemento M-5 y rejuntado con lechada de cemento blanco.

La cara vista se presentará pulida, sin defectos de aspecto y color uniforme. Estará exenta de grietas, desconchones, manchas o defectos aparentes. Presentará sus aristas curvas o "matadas".

Las piezas se fabricarán con la forma definida en los planos, pero en cualquier caso dispondrán de un retallo a modo de goterón para evitar que el agua escurra por la fachada.

El mortero de cemento cumplirá con el artículo “Morteros de cemento” del presente Pliego.

Lechada de cemento: Estará compuesta a base de cemento, pudiéndosele añadir colorantes en cuyo caso el cemento deberá ser blanco. Su dosificación será de 900 kg de cemento por m_3 de agua de amasado, siendo su consistencia fluida.

Vierteaguas de hormigón polímero

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 234 de 577

Vierteaguas de hormigón polímero blanco de la casa Ulma ó equivalente, de 20x2,5cm, superficie lisa y borde exterior romo, con goterón, compuesto por áridos de sílice, cuarzo y resinas de poliéster estable, tomado con mortero de cemento M-5, incluso rejuntado con lechada de cemento blanco.

La base de las piezas presenta grava y anclajes para una correcta colocación.

Trasdosado de placas de cartón yeso

Se utilizarán los tipos de trasdosado siguientes:

- Tabique de placas de cartón yeso de Pladur ó equivalente, en trasdosados de muros de fachada, formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado de 46 mm de ancho, a base de montantes separados 400 mm entre ellos y canales, a la cual se atornilla una placa tipo N 15 mm de espesor, dando un ancho total de 61 mm. Incluso panel semirrígido de lana mineral de 40 kg/m3 de densidad y 40 mm de espesor, ARENA 40 de ISOVER ó equivalente aprobado por la DF, y parte proporcional de refuerzos de chapa galvanizada, paneles metálicos para recibir instalaciones, tornillería, pastas, cintas para juntas, anclajes para suelo y techo, tratamiento de huecos, replanteo auxiliar, nivelación, ejecución de ángulos, accesorios de montaje y fijación, recibido de cercos y limpieza. Incluso parte proporcional de refuerzos en jambas, alfeizares y dinteles en la parte interior de la carpintería mediante doble placa de cartón yeso. Totalmente terminado según especificaciones de Proyecto y de la Dirección Facultativa, y en cumplimiento del CTE-DB-HE1-Limitación de demanda energética.

- Tabique de placas de cartón yeso de Pladur ó equivalente, en trasdosados de muros de fachada, formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado de 46 mm de ancho, a base de montantes separados 400 mm entre ellos y canales, a la cual se atornilla una placa microperforada tipo N 15 mm de espesor, dando un ancho total de 61 mm. Incluso panel semirrígido de lana mineral de 40 kg/m3 de densidad y 40 mm de espesor, ARENA 40 de ISOVER ó equivalente aprobado por la DF, y parte proporcional de refuerzos de chapa galvanizada, paneles metálicos para recibir instalaciones, tornillería, pastas, cintas para juntas, anclajes para suelo y techo, tratamiento de huecos, replanteo auxiliar, nivelación, ejecución de ángulos, accesorios de montaje y fijación, recibido de cercos y limpieza. Incluso parte proporcional de refuerzos en jambas, alfeizares y dinteles en la parte interior de la carpintería mediante doble placa de cartón yeso. Totalmente terminado según especificaciones de Proyecto y de la Dirección Facultativa, y en cumplimiento del CTE-DB-HE1-Limitación de demanda energética.

- Tabique de placas de cartón yeso de Pladur ó equivalente, en trasdosados de muros, formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado de 46 mm de ancho, a base de montantes separados 400 mm entre ellos y canales, a la cual se atornilla una placa tipo WA (hidrófugo) de 15 mm de espesor, dando un ancho total de 61 mm. Incluso panel semirrígido de lana mineral de 40 kg/m3 de densidad y 40 mm de espesor, ARENA 40 de ISOVER ó equivalente aprobado por la DF, y parte proporcional de refuerzos de chapa galvanizada, paneles metálicos para recibir instalaciones, refuerzos para sujección de mueble colgado o encimera en baños,

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 235 de 577

refuerzos para sujección de armarios y equipamiento de cocinas, tornillería, pastas, cintas para juntas, anclajes para suelo y techo, tratamiento de huecos, replanteo auxiliar, nivelación, ejecución de ángulos, accesorios de montaje y fijación, recibido de cercos y limpieza. Incluso parte proporcional de refuerzos en jambas, alfeizares y dinteles en la parte interior de la carpintería mediante doble placa de cartón yeso. Totalmente terminado según especificaciones de Proyecto y de la Dirección Facultativa, y en cumplimiento del CTE-DB-HE1-Limitación de demanda energética.

Llevarán amortiguadores elásticos en los puntos de anclaje del trasdosado a los cerramientos macizos.

Se empleará pasta de agarre, cintas para juntas, anclajes para suelo y techo.

Los perfiles o elementos, accesorios, cuelgues, herrajes, etc., serán de chapa de acero galvanizada.

Deberán tener los ensayos correspondientes de aislamiento acústico en condiciones normalizadas.

Se rechazarán:

- Perfiles y elementos que presenten fisuras, alabeos o deformaciones cualquiera que sea su causa.
- Paneles cuyas superficies no estén perfectamente planas o que presenten alabeos o deformaciones.
- Paneles con humedad superior al 10% en peso.
- Juntas mal rematadas, con cejas o fisuras.

Se desmontarán y volverán a montarse, aquellos elementos que considere necesario la Dirección de obra, rechazándose aquellas partes o elementos que al realizar estas operaciones queden deteriorados, reponiéndose los elementos que sean necesario.

Tabique de placas de cartón yeso

Tabique de placas de cartón yeso de Pladur ó equivalente, formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado de 46 mm de ancho, a base de montantes separados 400 mm entre ellos y canales a cada lado de la cual se atornilla una placa tipo N de 15 mm de espesor, dando un ancho total de 76 mm. Incluso panel semirrígido de lana mineral de 40 kg/m3 de densidad y 40 mm de espesor, ARENA 40 de ISOVER ó equivalente aprobado por la DF. Con refuerzos de chapa galvanizada, paneles metálicos para recibir instalaciones, tornillería, pastas, cintas para juntas, anclajes para suelo y techo, tratamiento de huecos.

La placa de yeso laminado tiene como componentes yeso y celulosa, de composición estándar. Se presenta en forma de tableros, de diferentes espesores y longitudes.

Se fabrica según UNE 102.023, la cual define sus características mínimas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 236 de 577

Es la placa base para todos los sistemas que no requieran condiciones especiales.

Encimera de mármol

Encimera de mármol blanco Macael de dimensiones 60x3 cm, con canto pulido, anclado mediante perfiles metálicos tipo escuadra o similar, que soporten una carga mínima de 200 kg

Rejuntado con silicona.

El mármol, de la clase prescrita en los otros documentos del Proyecto, será de constitución homogénea, fractura sacaroidea y estructura compacta, veteada, arborescente o fosilífera y sin masas terrosas.

Las piezas tendrán la forma y dimensiones definidas en planos y las caras horizontales paralelas al lecho de cantera. La cara superior será plana y trabajada y la inferior podrá ser cortada a sierra. El acabado de la cara superior será pulido mate o brillante.

Los bordes serán pulidos y carecerán por completo de grietas, coqueras o fisuras.

El material tendrá una resistencia mínima a la compresión de 500 kg/cm² y a la flexión de 70 kg/cm².

El mortero de cemento cumplirá con el artículo “Morteros de cemento” del presente Pliego.

Canaleta de PVC

Canaleta colocada con pendiente para evacuación de aguas, formada por: canalón de PVC de perfil circular de 33 cm de desarrollo, de color gris RAL 9018, tomada con mortero de cemento M-5 y sellado entre piezas.

El mortero de cemento cumplirá con el artículo “Morteros de cemento” del presente Pliego.

4.5. PAVIMENTOS

Suelo técnico

Requisitos funcionales y de diseño

El suelo técnico objeto del presente proyecto, dado el tipo de salas, debe optimizar la movilidad y adaptabilidad de los elementos que integran el centro de control, permitir a adecuación de espacios y facilitar el mantenimiento concurrente, así como proveer aislamientos de sellado del mismo para facilitar las condiciones operativas de los sistemas alojados en el mismo.

Características

Suelo técnico registrable, formado por paneles de 600x600 mm, con núcleo de tablero aglomerado de madera de alta densidad, 650 kg/m³, y 30 mm de espesor, con chapa de acero en la cara inferior y acabado superior de linóleo, con canteado perimetral de PVC de 18 mm, protegiendo el canto vivo del

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 237 de 577

pavimento; apoyados sobre pedestales regulables para alturas de hasta 150 mm, de acero zincado con cabeza con junta antivibratoria, fijados al soporte con pegamento; clasificación 2/2/A/2, según UNE-EN 12825 y Euroclase Bfl S1 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1.

Fratasado de solera

Fratasado mecánico de solera con líquido colmatador de poros y aserrado de las juntas de retracción, por medios mecánicos, con una profundidad de 1/3 del espesor de la solera y posterior sellado con masilla elástica.

Los componentes llegarán a obra envasados y etiquetados con indicación de los datos que hagan posible su identificación.

Capa de mortero autonivelante

Capa de mortero autonivelante de 10 mm de espesor, para la nivelación de forjado o solera de hormigón.

Los componentes llegarán a obra envasados y etiquetados con indicación de los datos que hagan posible su identificación.

4.6. REVESTIMIENTOS

Enfoscados de mortero de cemento

Los morteros de cemento cumplirán las especificaciones del apartado “morteros de cemento” del presente Pliego.

Aplacado con placas de mármol

Aplacado con placas de mármol emperador, sistema ventilado.

Dimensiones 60x40 cm y 3 cm de espesor.

Acabado pulido

Anclajes de acero inoxidable de 5mm de diámetro.

Alicatado

Alicatado con junta mínima (1.5 - 3mm) realizado con azulejo blanco de 30x15 cm, colocado en capa fina con adhesivo cementoso normal (C1) y rejuntado con lechada de cemento (L).

Lechada de cemento: Estará compuesta a base de cemento, pudiéndosele añadir colorantes en cuyo caso el cemento deberá ser blanco. Su dosificación será de 900 kg de cemento por m3 de agua de amasado, siendo su consistencia fluida.

Guarnecido y enlucido de yeso

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 238 de 577

Yesos: Podrán ser de la clase YG o de la clase YF, según el caso, y cumplirán lo especificado en el apartado correspondiente "Yesos y escayolas" de este Pliego, en el art 203 del PG.4/88 y en el RY/85.

Agua: Cumplirá lo especificado en el apartado correspondiente de este Pliego y en el art 280 del PG.4/88.

Pastas: Se vigilará que el yeso no quede muerto, para lo cual se comprobará:

- Que cuando empiece a cuajar el yeso, no se siga batiendo.
- Que no se eche mas agua de la proporción debida, y nunca después del amasado.
- Que no se vierta en la mezcla más retardador que el autorizado.
- Se utilizarán inmediatamente después de su amasado.

Pasta de yeso negro: Compuesta por yeso del tipo designado YG en el RY/85, en una proporción de 850 kg y agua en una proporción de 600 l para 1 m_3 de pasta. Cumplirá lo especificado en el apartado "Yesos y escayolas" del presente Pliego.

Pasta de yeso blanco: La dosificación de la pasta de yeso, si la Dirección de la obra no dispone otra cosa, será de 810 kg de yeso blanco, YF y 650 l de agua para 1 m_3 de pasta. Cumplirá también lo especificado en el apartado "Yesos y escayolas" del presente Pliego.

Guardavivos: Serán de chapa de acero galvanizada con un espesor de 0,6 mm estando formada su sección por un cuerpo central, que forma el vivo de chapa lisa y dos bandas laterales de la misma chapa, perforada o desplegada de 30 mm a uno y otro lado del vivo.

Pintura plástica sobre paramentos

Pintura plástica acrílica satinada, resistente en interior y exterior, en color blanco y en colores variados, para revestimiento de superficies de cartón yeso, ladrillo, yeso o mortero de cemento.

Es una pintura al agua con ligante formado por resinas vinílicas o acrílicas emulsionadas y pigmentos resistentes a la alcalinidad.

Se suministrará en envase adecuado para su protección en el que se especificará:

- Instrucciones de uso
- Temperatura mínima de aplicación
- Tiempo de secado
- Aspecto de la película seca: satinado o mate
- Toxicidad e inflamabilidad

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 239 de 577

- Capacidad del envase en litros y kilogramos
- Rendimiento teórico en m2/litro
- Sello del fabricante
- Color

4.7. FALSOS TECHOS

Falsos techos de placas de escayola

Se emplearán los siguientes tipos:

- Falso techo desmontable realizado con paneles de 60x60cm, perforado acústico de 8.5 kg/m2 de peso, a base de escayola, fibra de vidrio y Perlita, con sustentación escalonada a base de perfil primario y secundario lacados, rematado perimetralmente con perfil angular y suspendido mediante tirantes roscados de varilla galvanizada de diámetro 3mm, según NTE/RTP-17.
- Falso techo desmontable realizado con paneles de 60x60cm, liso de 8.5 kg/m2 de peso, a base de escayola, fibra de vidrio y Perlita, con sustentación vista a base de perfil primario y secundario lacados, rematado perimetralmente con perfil angular y suspendido mediante tirantes roscados de varilla galvanizada de diámetro 3mm, según NTE/RTP-17.

Las placas de escayola cumplirán con lo prescrito en el Pliego General de Condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción. Tendrán perforaciones uniformemente repartidas en toda su superficie y llevará incorporado material absorbente acústico incombustible.

Los perfiles de soporte serán de las características y materiales especificados en el presupuesto y planos del proyecto.

Los perfiles se fijarán al techo por medio de varillas roscadas y manguitos para su acoplamiento, rigidizándose los encuentros de perfiles por medio de crucetas o clips.

4.8. CARPINTERÍA INTERIOR Y EXTERIOR

Puertas de madera

Puertas de paso abatibles chapadas en haya barnizada.

Cerradura con pomo.

Hojas: Las hojas prefabricadas tendrán sus dimensiones de acuerdo con la Memoria de carpintería del Proyecto y el presupuesto.

Las tolerancias dimensionales serán las siguientes:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 240 de 577

- Altura: - 4 mm
- Anchura: - 2 mm
- Grueso: + 1 mm

Cuando el alma de las hojas resista el arranque de los tornillos, no necesitará piezas de refuerzo. En caso contrario los refuerzos mínimos necesarios se añadirán a los largueros suplementándoles.

En las hojas canteadas el piecero irá sin cantear y permitirá un ajuste de 20 mm. Las hojas sin cantear permitirán un ajuste de 20 mm repartidos por igual en piecero y cabecero.

Los junquillos de la hoja vidriera serán como mínimo de 10x10 mm y cuando no esté canteado el hueco para el vidrio, sobresaldrán de la cara 3 mm como mínimo; el peinazo superior no será menor de 125 mm, el peinazo inferior no será menor de 250 mm y los largueros no serán menores de 125 mm.

La madera empleada en la fabricación de hojas, cercos y tapajuntas, cumplirá con las condiciones expresadas en el apartado "Maderas" de este Pliego.

Cuando vaya a ser barnizada la madera, las fibras tendrán una apariencia regular y estará exenta de azulado; cuando vaya a ser pintada, se admitirá azulado en un 15% de la superficie de la cara.

Las uniones se harán por medio de ensambles, quedando encolados.

El espesor de las hojas de las puertas será como mínimo de 25 mm para las de los armarios, 35 mm para las de paso y 40 mm para las de entrada a vivienda, si no se indica otra cosa en el diseño.

Cercos: precerco de pino.

Los largueros de la puerta de paso llevarán quicios con entrega de 50 mm, para anclaje en el pavimento.

Los cercos vendrán de taller montados, con las uniones ensambladas y con los orificios para el posterior atornillado en obra de las patillas de anclaje. La separación entre ellas será no mayor de 50 cm y de los extremos de los largueros 20 cm, debiendo ser de acero protegido contra la oxidación.

Los cercos llegarán a obra con riostras y rastreles para mantener la escuadra, y con una protección para su conservación durante el almacenamiento y puesta en obra.

Tapajuntas: tapajuntas de 70x12mm. Presentarán una cara y dos cantos cepillados y lijados, del tipo de madera, y acabado pintado o barnizado según se indique en Memoria y Presupuesto.

Carpintería de aluminio

Se emplearán perfiles especiales de aluminio extruido, calidad según norma correspondiente.

Sus dimensiones y tipos serán las definidas en planos y presupuesto del proyecto.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 241 de 577

Las tolerancias en la medida de sus secciones, serán las que establece su norma.

Características del aluminio: Cumplirá las especificaciones del artículo correspondiente "Aluminio" del presente Pliego.

Serán de color uniforme y no presentarán alabeos, fisuras ni deformaciones y sus ejes serán rectilíneos.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de tornillos, remaches o ensamble a presión. Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano y sus encuentros formarán ángulo recto. Los planos formados por las hojas y el cerco o montante serán paralelos en posición de cerrado.

El cerco o precerco en su caso, irá fijado mediante tornillos y tacos de plástico, salvo disposición en contrario por la D.F.

Las masillas empleadas para el sellado perimetral de las carpinterías sobre su hueco, serán de componentes apropiados de tal forma que no se produzcan incompatibilidades químicas, previa presentación a la Dirección de obra para su aprobación o rechazo.

Apertura de la carpintería: Los cercos y las hojas serán de la forma, sección y demás características que figuran en planos.

La apertura de la hoja se realizará, mediante herrajes de colgar y seguridad. Su cierre será amortiguado mediante muelle cierrapuertas.

Los mecanismos de cierre y maniobra deberán ser de funcionamiento suave y continuo y podrán montarse y desmontarse para permitir su reparación. Todos los herrajes y accesorios serán del material definido en proyecto o por la D.F.

Características de la ventana serie UNICITY PLUS de TECHNAL o similar:

Perfil de marco tubular de módulo 85 mm con de tres cámaras.

Rotura de puente térmico a través de dos barretas de poliamida de 19 mm, entre perfiles con nervios intermedios para crear cámaras que mejoran la transmisión térmica.

La superficie de aluminio visto desde el exterior es de 82 mm.

Acabado estético enrasado de las uniones asegurado por una escuadra interior de refuerzo y planimetría en la aleta de los perfiles.

Cuatro juntas de EPDM de estanqueidad.

Drenaje oculto en el perfil de marco.

Herraje practicable y oscilo batiente para pesos de 130 y 200 Kg.

Conjunto de doble hoja de 126 mm. de modulo.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 242 de 577

Módulo de hoja exterior de 42 mm. ambas ocultas por el perfil de marco.

Ensamblaje de los perfiles a inglete (45º), mediante escuadras de tetones o ingletar.

Tabla de acristalamiento:

Hoja interior de 13 a 31 mm.

Hoja exterior de 10 a 24 mm.

Acristalamiento mediante juntas de EPDM de calidad marina. La junta exterior de la hoja asegura la estanqueidad del conjunto.

Perfil inversor central de 96 mm. de ancho.

Hojas separadas mediante junta de EPDM

Manetas y cierres de diseño exclusivo TECHNAL.

Altas prestaciones acústicas (45 dB).

Altas prestaciones de estanqueidad (4 - E1050 – C5).

Características de la ventana serie Saphir FXi de TECHNAL o similar:

Está compuesta por perfiles de marco de módulo 52 mm y perfiles de hoja de módulo 60 mm con tres cámaras, ensamblados a corte de inglete.

Perfiles de montantes reforzados de hasta 122 mm con Ix=128,50 cm4.

La capacidad de acristalamiento que acepta el sistema varía de 14 a 35 mm. La fijación de los cristales se realiza mediante la aplicación de junquillos interiores clipados y juntas de EPDM de calidad marina apenas visibles.

Esta ventana utiliza un sistema de pivote oculto, invisible con la ventana cerrada. El herraje permite una rotación de 180º de la ventana para facilitar la limpieza del vidrio exterior desde el interior; equipando, además, un cierre de seguridad para evitar accidentes durante la manipulación.

Utiliza accesorios de aluminio. En las opciones de ventana oscilobatiente el herraje puede soportar unos pesos de ventana de 90 o 130 Kg. En ventanas oscilobatientes de dos hojas las bisagras de la hoja pasiva tienen el mismo aspecto que la bisagra oscilo.

Clasificación AEV: 4 9A C4.

Características del Sistema de brise-soleil mod. PROTECCION SOLAR BLADE de Technal o similar:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 243 de 577

Sistema de brise-soleil compuesto por lamas de forma trapecial Ref. FJ885, de dimensiones 100 x 30 mm (lado menor 20 mm).

Los herrajes de fijación son en aluminio. Existen para fijación de una lama Ref. FJ896 y para dos lamas Ref. FJ887.

Las lamas van provistas de tapas laterales en aluminio Ref. FJ888.

Los herrajes se anclan sobre estructura de sustentación, en acero o aluminio, mediante tornillos en acero inox. de M6 y remaches tuerca nutser.

Las lamas se insertan en los herrajes y se aseguran mediante remaches de Ø5.

Las tapas laterales se fijan mediante tornillos Ref. 2835.

El perfil de lama FJ885 tendrá la rigidez y resistencia para soportar la flexión inducida por su peso propio.

La distancia máxima entre anclajes es de 5,50 m.

Características de la Puerta PH “TITANE” de TECHNAL:

La puerta está compuesta por marcos bitubulares de módulo 63 mm, con galce integrado, montantes de hoja de forma elíptica de módulo 63, travesaños de hoja superior e inferior de forma rectangular con galce incorporado. La unión es a 45º mediante escuadras de aluminio. Perfil de suelo (umbral) tubular para altas prestaciones de estanqueidad.

Perfiles de hoja con montantes de forma elíptica de 63 mm de módulo y travesaños superior e inferior de forma rectangular y de idéntico módulo. Todos con galce incorporado y ensamblados a corte recto mediante embudos de alta resistencia con tornillería anti vibraciones. Para un peso de 140 Kg. por hoja.

Capacidad de acristalamiento hasta 33 mm mediante junquillo interior / exterior y junta de E.P.D.M. (calidad marina) apenas visibles de fácil colocación y no pudiendo ser extraídas desde el exterior. En el exterior solo existen junquillos clipados y atornillados sobre los montantes, de este modo se asegura la inviolabilidad del vidrio. Los junquillos interiores van clipados, siendo curvos los verticales y rectos los horizontales.

Estanqueidad mediante una doble barrera de juntas EPDM, en montantes y travesaño superior y con felpa de rozamiento en travesaño inferior. Continuidad de la estanqueidad en las articulaciones gracias a una felpa específica.

Cierres de 3 puntos de cierre. La articulación se realiza a través de pivotes, no existiendo bisagras visibles. Pivote inferior antipalanca, encastrado en el pavimento y cubierto por una tapa equipada con un cojinete de agujas auto lubrificante que se fija en la hoja. Pivote superior formado por un bloque con eje regulable que se inserta en el marco y de una tapa que se fija en la hoja. Ensayada exitosamente a 1.000.000 de ciclos. (máxima clasificación según EN 642-E).

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 244 de 577

Cierrapuertas aéreo y oculto en el travesaño superior de hoja (empotrado en travesaño superior de hoja).

Alta resistencia conforme a: EN 947-2 (cargas verticales) / EN 948-2 (torsión) / EN 949-2 (choque con cuerpos blandos).

Puertas cortafuegos

Puertas cortafuegos abatibles de acero, para evitar la propagación del fuego en edificios con resistencia al fuego.

Formadas por un cerco de perfil laminado en forma de Z, corte a 45° soldado a tope, dos chapas de acero de 1mm de espesor, plegadas, ensambladas y montadas con una cámara entre ambas de material aislante ignífugo, bisagras reforzadas con discos templados antidesgaste de la hoja, manilla antifuego con alma de acero y recubrimiento de material plástico, cierre automático especial antifuego reversible según norma UNE-EN 1154.

Con acabado de polvo epoxídico polimerizado al horno, en color beige, todo ello conforme a las especificaciones dispuestas en la norma UNE-EN 1634.

Con retenedor electromagnético y selector de cierre y cierre antipánico con llave y maneta exterior, totalmente instalada.

Comprobadas y en correcto funcionamiento según DB SI-1 del CTE.

Los tipos y dimensiones de puertas cortafuegos utilizados serán los definidos en planos y presupuesto del proyecto.

Las secciones de cercos y hojas son de la forma y dimensiones que quedan reflejadas en los planos.

Los planos formados por la hoja y el cerco serán paralelos en la posición de cerrado.

Las hojas irán unidas al cerco mediante pernios colocados por soldadura al perfil y a 150 mm de los extremos.

Tanto las hojas como los herrajes de seguridad podrán montarse y desmontarse fácilmente para su reparación.

Puerta de plancha de acero galvanizado

Se colocarán puertas de paso formadas por dos planchas de acero galvanizado ensambladas entre si y relleno de espuma de poliuretano, con rejillas inferiores y superiores, marco de plancha de acero galvanizado de 1.2mm de espesor, bisagras y cerradura embutida con manivela.

Los tipos y dimensiones de puertas utilizados serán los definidos en planos y presupuesto del proyecto.

El almacenaje se hará sobre rastreles de madera y de forma que no sufra alaveos ni torceduras.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág. 245 de 577

Puerta corredera de acero

Puerta corredera en parking de funcionamiento manual de una hoja de 5,30 m de ancho y 0,40 m de alto de acero galvanizado, según planos de detalle, incluso guías inferiores con rodamientos especiales y guía inferior con pivote de limpieza.

Acristalamientos

Se utilizarán los siguientes tipos de acristalamientos en las carpinterías:

- Doble acristalamiento aislante térmico formado por dos vidrios simples monolíticos incoloros de 6mm y 8mm, con un cámara intermedia de aire deshidratado de 6mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente, con factor solar g=0.70-0.75 y transmitancia térmica U=3.2 W/m2K, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales incluso sellado en frío con silicona y colocación de junquillos.
- Doble acristalamiento de seguridad, formado por un vidrio doble laminado 4+6 en hoja interior incoloro transparente, cámara de aire deshidratado de 12mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente y un vidrio laminado compuesto por dos vidrios de 6 mm de espesor unidos mediante una lámina de butiral de polivinilo incoloro, con factor solar g=0.70-0.75 y transmitancia térmica U=2.8 W/m2K, fijado sobre carpinteria con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, incluso sellado en frío con silicona y colocación de junquillos.

Se utilizarán los siguientes tipos de acristalamientos en los cerramientos de fachadas:

- Acristalamiento con vidrio simple laminado de seguridad formado por dos vidrios de 6mm de espesor, unidos mediante dos láminas de butiral de polivinilo de color, homologado frente al ataque manual con nivel de seguridad B según DBT-2104, fijado mediante grampones dobles y simples a la estructura secundaria auxiliar del cerramiento de chapa perforada, con piezas de fijación, remates, etc., todo ello según planos.

Todos los materiales, vidrios, masillas, calzos, perfiles, etc., serán compatibles entre sí y con la carpintería en la que van montados.

5. INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS DE CONTROL

5.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

5.1.1. Instalación Baja Tensión

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 246 de 577

La distribución del cableado de fuerza y alumbrado deberá permitir un fácil acceso a todas las partes del mismo y la identificación del sistema a que pertenece.

No está permitido el uso de materiales plásticos en las canalizaciones a realizar en la subestación.

- Canalizaciones interiores

Bandejas

Estarán construidos en chapa de acero galvanizada de 1/1,5 mm de espesor y solapadas sus partes laterales para conseguir una mayor resistencia a la compresión.

Las bandejas de rejilla serán de acero galvanizado en caliente, según UNE-EN ISO 1461:2010 siendo el espesor medio del baño de zinc superior a 70 micras.

Para este tipo de bandejas y canales el instalador realizará los cálculos de carga necesarios para asegurar que las cargas en N/m no superan los valores admisibles, en función de la separación entre apoyos establecida (los valores deberán estar conforme a la norma europea IEC 61537).

Estarán constituidos por los tabiques separadores indicados en otros documentos del proyecto.

Las dimensiones serán de:

- 600 x 100 mm.

- 500 x 100 mm.

- 400 x 100 mm.

- 300 x 60 mm

- 200 x 60 mm

- 100 x 60 mm

Todos los materiales deberán cumplir, además de con las normativas aplicables locales/comunales y nacionales, con los de la Comunidad Europea. En caso de discrepancia, será de aplicación la más restrictiva.

Además del marcado CE, las bandejas y canales deben estar fabricados con el certificado de registro de empresa emitido por un Organismo Oficial. No se admitirán materiales sin dicho marcado y sin el certificado de aseguramiento de la calidad actualizado por dicho Organismo.

Antes de la instalación de las bandejas, se deberán presentar para su aprobación por la Dirección de Obra, los planos necesarios para definir correctamente la situación y formación de todos los puntos de apoyo de la bandeja, así como las piezas especiales que sean necesarias. Nunca las bandejas deben ocupar más del 80% de su capacidad.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 247 de 577

Los empalmes de bandeja nunca deben estar separados de los soportes más de 1/10 de la longitud o separación de dichos soportes.

Una vez instaladas las bandejas y antes de colocar los cables, la Ingeniero Dirección de obra podrá pedir una prueba de carga de las mismas para comprobar su seguridad. Para admitir el peso de acuerdo a la capacidad de cada bandeja, las flechas anteriormente indicadas, pueden alcanzar valores superiores, aunque nunca deberán superar los 10 mm.

Tubos de PEAD enterrado

- Designación: PEAD, dos capas (interior lisa, exterior corrugada)
- Material: Polietileno alta densidad
- Montaje: Directamente enterrado o en dado de hormigón.
- Tipo de tubo: Flexible
- Color: Naranja
- Resistencia a la compresión: > 450N
- Resistencia al impacto: Normal
- Influencias externas: IP 54
- Propagador de la llama: Si
- Normas: UNE-EN 61386-24
- Diámetros nominales (mm): 40 / 50 / 63 / 75 / 90 / 110 / 125 / 160 / 200

Accesorios con las mismas características técnicas que el tubo tales como manguitos, separadores de tubos, tapones

Tubos de acero galvanizado roscado / enchufable

- Designación: Acero
- Material: Acero galvanizado en caliente según EN ISO 1461 (con soldadura continua).
- Canalizaciones superficiales ordinarias fijas.
- Tipo de tubo: Rígido.
- Temperatura de uso: -45 / + 400º C
- Resistencia a la compresión : > 400N
- Resistencia al impacto: 20J a -45ºC
- Propagador de la llama: Si
- Normas: UNE-EN 61386-21 y EN ISO 1461
- Diámetros nominales (mm): 16 / 20 / 25 / 32 / 40 / 50 / 63 / 90

Los espesores de la pared de los tubos a utilizar cumplirán la norma UNE-EN 60423 y lo indicado en la ITC-BT-21.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 248 de 577

Accesorios con las mismas características técnicas que el tubo tales como manguitos, separadores de tubos, tapones

La fijación de estos tubos a cajas o equipos se realizará mediante tuerca, contratuerca y boquilla aislante protectora.

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

Cajas de distribución y empalme

Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

- Material: Aluminio fundido por inyección o chapa de acero de doble embutición
- Montaje: Superficial
- Tapa: De las mismas características que la base con tornillos
- Grado de protección: IP 557. UNE 20.324
- Varios: Pintura vitrificada al horno. Junta de goma con entradas ciegas
- Complementos: Bornas de latón con base de poliamida y capuchón de polipropileno
- Placa de montaje de acero cincado y bicromatizado.

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación, en ningún caso podrá ser de PVC.

Prensaestopas

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 249 de 577

Para todas aquellas conexiones de cables de B.T. no instalados en tubos y no especificadas en los apartados anteriores de este documento, éstas se realizarán con prensaestopas de forma que den a la conexión el mismo grado de protección que el del equipo al que se conecta. El tipo de rosca será preferentemente Pg.

Mecanismos manuales

- Designación: Interruptor (unipolar, bipolar, conmutador, cruzamiento) y/o pulsador
- Material: Baquelita
- Intensidad nominal: 10 A
- Tensión nominal: 250 V
- Contactos: De plata de alto poder de ruptura
- Montaje: Superficial o empotrado
- Caja de mecanismos: Material plástico
- Normas: UNE-EN 60669-1:2002, UNE-EN 60669-1:2004 ERRATUM, UNE-EN 60947-3:2009, UNE-EN 60947-3:2009 ERRATUM:2010

Mecanismos manuales estancos

- Designación: Interruptor (unipolar, doble, bipolar, conmutador, etc) y/o pulsador

- Material: Baquelita
- Intensidad nominal: 16 A
- Tensión nominal: 400 V
- Contactos: De plata de alto poder de ruptura
- Montaje: Superficial
- Caja de mecanismo: En material plástico, con conos de entrada y tapas protectoras
- Grado de protección: IP 54
- Normas: UNE-EN 60669-1:2002, UNE-EN 60669-1:2004 ERRATUM UNE-EN 60947-3:2009, UNE-EN 60947-3:2009 ERRATUM:2010

Bases de enchufe

- Designación: Base de enchufe bipolar (II+T) y (III+T)
- Material: Melamina
- Intensidad nominal: 10/16 A, 16 A, 20/25 A y 25 A
- Tensión nominal: 250 V y 400V
- Contactos: De plata de alto poder de ruptura
- Contacto de tierra: Lateral tipo Schuko
- Montaje: Superficial o empotrado
- Caja de mecanismo: En material plástico
- Normas: UNE 20315

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 250 de 577

Bases de enchufe estancas

- Designación: Base de enchufe bipolar (2P+T) y tripolar (3P+T)
- Material: Baquelita
- Intensidad nominal: 16 A
- Tensión nominal: 250 V y 400 V
- Contactos: De plata de alto poder de ruptura
- Montaje: Superficial
- Caja de mecanismo: En material plástico, con conos de entrada y tapas protectoras
- Grado de protección: IP 54
- Normas: UNE 20.315
- Modelo: Eunea, estancas

Distribuidores de fuerza bajo falso suelo

- Material: Base y tapa en chapa galvanizada de 1 mm de espesor.
- Características: Entrada de alimentación mediante prensaestopas y salidas superiores montadas en tapa.
- Incluye: Hasta 6 tomas de corriente de 3 polos, 16 A, conectadas a un circuito. Regleta de 2 x 5 polos para conexión de cable de hasta 4 mm2. Conexión interna de las tomas.
- Dimensiones: 150 x 150 x 60 mm

Cajas de mecanismos para puestos de trabajo

Para instalar en mesa de trabajo

- Marco y tapa: Poliamida libre de halógenos, formato para cuatro módulos.
- Soporte de aparellaje: Para mecanismos con fijación directa, con o sin tapa.
- Mecanismos: 4 bases de enchufe 2 P + TT, 16 A y 250 V color rojo. Conexión de cableado exterior a través de conector Wieland o equivalente.
- Ampliaciones: bases modulares con posibilidad de ampliación para dos enchufes 2P + TT, 16 A y 250 V.

Alumbrado

Los interruptores se colocarán en el lugar indicado en los planos, a una altura de 1,10 m sobre el nivel del suelo.

Cualquier cambio de situación de estos elementos deberá ser aprobada por el Ingeniero Director.

Cuando por el mismo trazado o trayecto transcurran varios circuitos de un mismo tipo de servicio, éstos se pueden agrupar en tubos comunes de forma que se cumpla lo especificado por el R.E.B.T.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 251 de 577

Las placas de conexión se instalarán en el interior de cajas metálicas. Sobre la placa se fijarán los elementos tales como clemas y base portafusibles en vía de perfil DIN.

Las cajas de registro y derivación se colocarán adosadas a muros y paredes, a una altura no inferior a 2 m sobre el nivel del suelo, salvo donde se indique lo contrario. Se fijarán mediante tacos y tornillos y fijaciones SPIT.

La entrada de tubos se realizará con racores adecuados, placas de adaptación o roscados directamente, garantizando el grado de protección del equipo de elemento al cual se conectan.

La entrada de conductores se realizará mediante prensaestopas adecuado al tipo de cable, garantizando el grado de protección del equipo o elemento al cual se conecta.

Las conexiones de los cables se realizarán mediante bornas de capacidad adecuada a las secciones de los cables a instalar. Cuando haya varios circuitos distintos a conectar, se instalarán varias cajas de derivación y conexión.

Fuerza

Las bases de enchufe se instalarán a 0,30 m sobre el nivel del suelo, salvo en servicios donde irán a 1,50 m salvo que en planos se indique otra cosa.

Los distribuidores de fuerza se colocarán bajo el falso sin fijar, en la posición indicada en planos.

Cualquier cambio de situación de estos elementos deberá ser aprobada por el Ingeniero Director.

El tipo de conducto, bandeja o cable, por el que discurrirán los circuitos se indicará en los planos del Proyecto. Cuando por el mismo trazado o trayecto discurran varios circuitos de un mismo tipo de servicio, éstos se podrán agrupar en tubos comunes de forma que se cumpla lo especificado por el R.E.B.T.

Las placas de conexión se instalarán en el interior de cajas de policarbonato. Sobre la placa se fijarán los elementos tales como clemas y base portafusibles en vía de perfil DIN.

Las cajas de registro y derivación se colocarán adosadas a muros y paredes, a una altura no inferior a 2 m sobre el nivel del suelo, salvo donde se indique lo contrario. Se fijarán mediante tacos y tornillos y fijaciones SPIT.

La entrada de tubos se realizará con racores adecuados, placas de adaptación o roscados directamente, garantizando el grado de protección del equipo de elemento al cual se conectan.

La entrada de conductores se realizará mediante prensaestopas adecuado al tipo de cable, garantizando el grado de protección del equipo o elemento al cual se conecta.

Las conexiones de los cables se realizarán mediante bornas de capacidad adecuada a las secciones de los cables a instalar. Cuando haya varios circuitos distintos a conectar, se instalarán varias cajas de derivación y conexión.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 252 de 577

Cables de baja tensión

Se exigirá protocolo de ensayo por cada bobina y todos los cables que presenten defectos superficiales u otros particularmente visibles serán rechazados.

El Contratista informará por escrito al Director de la Obra, el nombre de la firma fabricante de los conductores y se adjuntará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reúne las suficientes garantías a juicio del Director de la Obra, antes de su instalación hará que el Contratista compruebe las características de estas en un laboratorio oficial.

Todas las conexiones entre conductores deberán efectuarse mediante piezas metálicas de empalme resistentes a la corrosión que aseguren un contacto eléctrico eficaz en el interior de cajas de conexión estancas y con los debidos fusibles de protección, las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de líneas y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

No se permitirá instalar más piezas de empalme o cajas de conexión que las necesarias para cada una de las correspondientes derivaciones.

Los conductores a emplear deberán ser de primera calidad, nuevos y aceptados por el Director de la Obra. No se emplearán materiales sin que previamente hayan sido examinados en las condiciones que prescriben las respectivas calidades indicadas para cada material. Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por el Director de la Obra aún después de colocados, si no cumpliesen las condiciones exigidas en estas Normas. A tal efecto, el Director de la Obra empleará los métodos de ensayo y selección que considere oportunos.

Todos los conductores empleados serán de cobre electrolítico y su conductibilidad no será inferior a 56 m/(Ω.mm²).

Los cables a emplear serán de aislamiento ES07Z1-K 450/750V para instalaciones generales. Será tipo RZ1-K y SZ1-K para instalaciones de seguridad.

La sección mínima a emplear será de 1,5 mm2 y en todo caso se atenderán las especificaciones impuestas por el reglamento Electrotécnico de B.T. vigente.

Cable ES07Z1-K 450/750V

- Designación: ES07Z1-K.
- Tensión de aislamiento: 450/750V.
- Tipo de aislamiento: poliolefina o polietileno reticulado (XLPE).
- Tipo de cubierta: poliolefina termoplástica ignífuga.
- Formación del conductor: unipolar.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 253 de 577

- Sección conductor: según mediciones y planos.
- Normas: UNE-EN.

Cable RZ1-K 0,6/1kV

- Designación: RZ1-K.
- Tensión de aislamiento: 0,6/1kV.
- Tipo de aislamiento: poliolefina o polietileno reticulado (XLPE).
- Tipo de cubierta: poliolefina termoplástica ignífuga.
- Formación del conductor: unipolar.
- Sección conductor: según mediciones y planos.
- Normas: UNE-EN.
- Temperatura máxima en servicio permanente: 90 ºC.

Cable SZ1-K 0,6/1 kV

- Designación: SZ1-K.
- Tensión de aislamiento: 0,6/1 kV.
- Formación del conductor: unipolar.
- Sección conductor: según mediciones y planos.
- Normas: UNE-EN.

Dichos conductores serán de nueva fabricación, procediendo directamente de fábrica, rechazándose los que acusen deterioros por mal trato u otros defectos.

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

Conductores de protección

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos.

Secciones de los conductores de fase o polar de la instalación (mm^2)	Secciones mínimas de los conductores protección (mm^2)

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 254 de 577

S <16	S
16 < S > 35	16
S > 35	S/2

Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento, a saber:

- Azul Claro: Para el conductor neutro.
- Amarillo-Verde: Para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, Negro y Gris: Para los conductores activos o fases.

Cuadros de baja tensión

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

El instalador deberá suministrar los materiales y realizar el montaje y puesta a punto de los cuadros de baja tensión que se indican en el proyecto, con los elementos y accesorios que sean requeridos para su funcionamiento y acabado, así como para el cumplimiento de las diferentes normas o instrucciones exigibles al respecto.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según se requiera.

Los cuadros serán registrables totalmente por su parte delantera y contendrán los aparatos que se indiquen en los esquemas unifilares.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 255 de 577

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

En el interior del cuadro no deberá producirse un calentamiento excesivo, disponiéndose, si fuera necesario, de rejillas y aparatos para su ventilación.

Todas las entradas y salidas del cuadro se realizarán por medio de bornas convenientemente dimensionadas numeradas y alojadas en el carril DIN.

Dispondrá de un 20 % de protecciones de reserva. Se deberá dejar espacio libre de reserva para que en el caso de una ampliación no superior al 20 % pueda instalarse ésta en dicho cuadro. La reserva a prever es del orden de una quinta parte del volumen ocupado.

Todo el material citado debe haber sido sometido a las pruebas exigidas por las normas UNE.

El instalador colocará sobre el cuadro una placa metálica impresa con caracteres indelebles en el que conste el nombre o la marca comercial y fecha en que se realizó la instalación. Dispondrá en el módulo principal de un cajetín disponiendo los planos con los esquemas unifilares y de identificación de sus componentes.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Interruptores magnetotérmicos

El instalador suministrará los materiales, montará y pondrá a punto todos los interruptores automáticos magnetotérmicos necesarios para la correcta protección de la instalación eléctrica con la situación y características indicadas en la documentación del proyecto, así como todos los elementos y accesorios que se necesiten para la fijación y el buen funcionamiento de los mismos.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo realizándose la desconexión en el tiempo conveniente y estando dimensionados para soportar las sobreintensidades previsibles tanto de sobrecarga como de cortocircuito.

Excepto los conductores de protección todos los conductores que forman el circuito, incluido el neutro, se protegerán contra las sobreintensidades.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 256 de 577

En caso de cortocircuito el interruptor dispondrá de la adecuada capacidad de corte que estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que podrá presentarse en ese punto de la instalación, siendo obligación del instalador la verificación y obtención de las características de cortocircuito y datos de Compañía referentes a este tema de forma que la instalación quede permanentemente protegida.

Los elementos actuadores serán:

- Para sobrecargas: sistema de corte térmico
- Para cortocircuito: sistema de corte electromagnético

Los interruptores deberán soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos con el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo su funcionamiento a las curvas adecuadas y cortando la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar posiciones intermedias entre las de cierre y apertura. Así mismo la velocidad de actuación de cierre o apertura de los contactos será independiente de la fuerza aplicada sobre el mando del interruptor.

Los interruptores automáticos llevarán marcadas su intensidad y tensión nominal, el símbolo de naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, el símbolo que indique las características de desconexión, marca y tipo, así como las curvas de desconexión.

Se indicarán claramente las posiciones de CERRADO y ABIERTO por medio de rótulos o señales adecuadas en el mecanismo de maniobra.

La maniobra de los interruptores automáticos podrá realizarse mecánica o electrónicamente con dispositivo de conexión y desconexión brusca mediante resortes precargados por acumulación de energía.

Los elementos encargados de eliminar las sobreintensidades dadas en los interruptores automáticos no deberán producir proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas u objetos.

Las cajas de los interruptores automáticos serán fabricadas con material aislante de alta calidad y elevada rigidez dieléctrica.

El material base para la formación de los contactos será de aleación de plata de alta conductibilidad estando sobredimensionados de forma que la fusión de los contactos sea muy improbable.

Los resortes para conseguir la ruptura brusca en el disparo no se usarán como elementos de conducción de corriente, debiendo ser metálicos y que al igual que el resto de las piezas metálicas deberán ir igualmente tratadas para evitar la corrosión y el desgaste prematuro.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 257 de 577

Los interruptores automáticos poseerán elementos térmicos compensados para las variaciones de la temperatura ambiente, debiendo ser el disparo independiente de ésta.

Estarán fijados por medio de perfiles si son fijos, o bornas enchufables cuando sean extraíbles. No podrán estar soportados en la puerta, sino mediante perfiles soldados a la estructura del cuadro pudiendo ser el mando rotativo, directo o extensible por embrague.

Cuando los interruptores automáticos estén sometidos a vibraciones su fijación se realizará mediante suspensiones antivibratorias.

Los interruptores deberán instalarse con todos los elementos y accesorios que requiera su buen funcionamiento para la misión para la que han de ser empleados cumpliendo todo el conjunto las normas UNE correspondientes.

Interruptores diferenciales (si procede)

El instalador estará obligado al suministro de materiales, montaje y puesta a punto de los interruptores con protección diferencial en el número, calibre, y sensibilidad que sean necesarios para la correcta protección de la instalación eléctrica, estando todo ello de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los interruptores diferenciales tendrán como misión evitar las corrientes de derivación a tierra que puedan ser peligrosas para las personas.

La capacidad de maniobra deberá garantizar, en caso de derivación a tierra, una desconexión perfecta. Si diera señales de funcionamiento anómalo y sus contactos no ofrecieran la debida sensibilidad se procedería a la sustitución de este diferencial por otro totalmente nuevo.

Por los sistemas o interruptores de protección diferencial pasarán todos los conductores de alimentación a receptores, incluido el neutro y el corte se realizará de todos los polos activos, esto es fase y neutro.

Los interruptores para protección diferencial pura deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Los polos estarán separados por tabiques aislantes e irán equipados con contactos de aleaciones de plata de alta conductividad llevando además cámaras de corte para la rápida extinción del arco.
- Estarán equipados con un mecanismo de enganche y desenganche brusco de maniobra independiente, cuya palanca permite identificar la posición del aparato (abierto-disparado-cerrado).
- Un disparador diferencial que provoque el disparo del interruptor en caso de una falta a tierra de intensidad igual o superior a la sensibilidad regulada en el aparato, actuando sobre la bobina de disparo con que irá equipado dicho interruptor.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 258 de 577

- Pulsador de ensayo para comprobar el funcionamiento creando artificialmente una fuga que debe provocar un disparo.
- Todos los interruptores deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, mecanismos, fusión y automatismos exigidos a esta clase de material por la norma UNE, y exigencias análogas que a juicio de la Dirección Facultativa se requieran.
- Sea cual sea el número de distribución y ubicación de los diferenciales, el instalador garantizara la selectividad lógica de los mismos ya sea cronométrica, amperimétrica o ambas conjuntamente.

Guardamotores.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

Fusibles.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Seccionadores.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7

Embarrados.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 259 de 577

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

Prensaestopas y etiquetas.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

5.1.2. Alumbrado

5.1.2.1. Alumbrado interior

Las luminarias serán del tipo Led suministradas con todos sus elementos conexionados y montados.

La decisión final sobre el fabricante y modelos a instalar será competencia de la Dirección de Obra.

Cuando la unidad de obra explicite fabricante y modelo, cualquier cambio de éstos deberá ser justificado y sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

Aspectos generales

Su diseño será el adecuado para permitir la incorporación de la(s) lámpara(s), portalámpara(s), cableado y equipo(s) de encendido si los hubiere.

La superficie de las carcasas será lisa y uniforme y en su acabado final no aparecerán rayas, abolladuras ni ninguna clase de desperfectos o irregularidades. La rigidez mecánica de las carcasas estará garantizada por un espesor adecuado del material y la inclusión de los nervios de refuerzo precisos para conseguir que especialmente durante su manipulación en obra no sufran deformación alguna y se comporten como un elemento absolutamente rígido.

El acceso a los componentes de las luminarias (portalámparas, balastos, cableado, bornas, etc.) será lo más sencillo posible y no requerirá el uso de herramientas especiales.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 260 de 577

La ventilación del interior de las luminarias estará resuelta de modo que el calor provocado por lámparas y balastos, si los hubiere, no provoque elevaciones de temperatura que deterioren físicamente el sistema o supongan una pérdida de rendimiento de las propias lámparas.

La fijación de las luminarias a los elementos estructurales será absolutamente rígida, de modo que accidentalmente no puedan ser separadas de sus lugares de emplazamiento por golpes, vibraciones u otros fenómenos.

Los cierres difusores, cierres de vidrio templado o las rejillas para el control del deslumbramiento, si las hubiere, deberán estar diseñados de modo que no puedan desprenderse del cuerpo de las luminarias durante las labores de conservación o de forma accidental.

Balastos

Tendrán forma de paralelepípedo y deberán fijarse en el interior de las luminarias o en cajetines adosados a las mismas, de tal modo que una de sus mayores superficies tenga un buen contacto térmico con el exterior.

Los cables de conexión de los balastos serán unipolares, con aislamiento adecuado para trabajar hasta temperaturas máximas en trabajo continuo de 150º C.

Los devanados serán realizados sobre carretes de material adecuado para resistir sin deformación las temperaturas que puedan alcanzarse en la utilización y durante el proceso de fabricación.

Los balastos constituyen aparatos de Clase II con aislamiento envolvente según se define en la norma UNE 20.314 y satisfarán por ello las exigencias establecidas en ésta.

Deberán llevar de forma clara e indeleble las indicaciones especificadas en el apartado 3 de la norma UNE 20.152.

Alimentados a tensión y frecuencia nominales suministrarán a las lámparas la tensión y corriente nominales, no admitiéndose variaciones superiores al 5%.

Deberán cumplir en cuanto a exigencias dieléctricas y resistencia de aislamiento se refiere con lo especificado en la norma UNE 20.314. Deberán resistir un impulso de valor de cresta de 7,5 KV y duración 4 microsegundos.

En todos los casos los balastos irán acompañados de condensadores que permitan obtener un factor de potencia del conjunto igual o superior al 0,90.

Balastos electrónicos y/o digitales

Los balastos electrónicos digitales tendrán posibilidad de regulación del flujo de la iluminación entre el 1% y el 100%.

La frecuencia de los mismos estará comprendida entre 40 y 100 kHz

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 261 de 577

El factor de potencia a 230V, 50 Hz, será 0,97.

El rango de temperatura será de + 10º a + 60º.

Los balastos electrónicos no regulables serán del tipo precaldeo. Con las siguientes características:

Precaldeo de filamentos dentro de 1 segundo.

La frecuencia de funcionamiento será entre 32 y 64 kHz.

El factor de potencia a 230V, 50 Hz, será 0,97.

El rango de temperatura será de -25º a + 60º.

Cableados

Los cableados internos de las luminarias se realizarán con conductores unipolares con cuerda conductora de cobre de la sección adecuada y con aislamiento capaz para soportar sin deterioro alguno las temperaturas internas previsibles en las luminarias. En cualquier caso, su grado de aislamiento será al menos tipo V750 según normas UNE.

Para la conexión de las luminarias a las redes de alimentación se podrán utilizar los dos sistemas que se definirán en otros documentos del Proyecto (memoria, planos y presupuesto). Los sistemas a emplear son:

- Regleteros de bornas: serán fácilmente accesibles y estarán incluidas las correspondientes bornas para los conductores activos y la de puesta a tierra. Se incluirán los regleteros de los conductores de control, si este sistema es aplicable en la luminaria.
- Conectores enchufables: serán de los polos necesarios (incluyendo el de puesta a tierra), tipo macho, integrados en las luminarias. Se incluirán conectores enchufables de los conductores de control, si este sistema es aplicable en la luminaria.

Todo el cableado irá de forma ordenada, sujeto a la carcasa de la luminaria mediante collarines u abrazaderas adecuadas, quedando garantizada su inamovilidad y separación de las superficies generadoras de calor.

Lámparas

Serán en todos los casos de tipo Led y cumplirán estrictamente tanto en cuanto se refiere al tipo, como en cuanto se refiera a temperatura y rendimiento de color.

El flujo que emitan a las 100 horas de funcionamiento será el nominal que figure en el catálogo del fabricante y que habrá servido para realizar los cálculos correspondientes en el proyecto.

Las lámparas llegarán a la obra en embalajes marcados con el nombre del fabricante y precintados.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 262 de 577

Las luminarias irán colocadas donde se indique en los planos, tomándose esta posición como orientativa, ajustándose la posición exacta de acuerdo con los cálculos luminotécnicos definitivos realizados con las luminarias seleccionadas, que deberán haber sido aprobadas con anterioridad por la Dirección Facultativa.

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

Las luminarias irán sustentadas sobre el tipo de apoyo o anclaje que se indique en el proyecto o el que aconseje el fabricante. La fijación a los apoyos se realizará con los materiales auxiliares adecuados, de manera que queden instaladas con la inclinación prevista. Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado, la luminaria quedará rígidamente sujeta de modo que no pueda girar u oscilar.

Cuando las luminarias tengan que ser mecanizadas para su montaje, se realizarán las operaciones y se utilizarán los elementos auxiliares necesarios de forma que se mantenga el grado de protección original de diseño.

Las luminarias se conectarán a tierra mediante el conductor de protección al tornillo de puesta a tierra de las luminarias.

Todos los receptores de alumbrado deberán cumplir las normas indicadas en el REBT y para su instalación se seguirá en general las indicaciones del mismo.

5.1.2.2. Alumbrado emergencia

Los aparatos autónomos de emergencia a instalar, serán estancos y tendrán conjuntamente los dos alumbrados (señalización y emergencia), dispondrán de las siguientes características:

- Tiempo de carga: 24 horas.
- Autonomía: 2 hora.
- Fabricado con norma UNE.
- Alimentación: 230 V 50 Hz
- Acumulador estanco Ni-cd
- Pulsador de prueba y piloto indicador de alerta.
- Protección: IP-65.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 263 de 577

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

La decisión final sobre el fabricante y modelos a instalar será competencia de la Dirección de Obra.

Cuando la unidad de obra explicite fabricante y modelo, cualquier cambio de éstos deberá ser justificado y sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

Aspectos generales

Se ajustarán a normas en lo que hace referencia a su composición, montaje, señalización, rendimiento y ensayos.

Cumplirán las condiciones que establece el REBT (ITC-BT-28)

Su diseño será el adecuado para permitir la incorporación de la lámpara(s), cableado, batería(s) y equipo(s) de encendido si los hubiere.

La superficie de las luminarias será lisa y uniforme y en su acabado final no aparecerán rayas, abolladuras ni ninguna clase de desperfectos o irregularidades. La rigidez mecánica de las carcasas estará garantizada por un espesor adecuado del material y la inclusión de los nervios de refuerzo precisos para conseguir que especialmente durante su manipulación en obra no sufran deformación alguna y se comporten como un elemento absolutamente rígido.

El acceso a los componentes de las luminarias será lo más sencillo posible y no requerirá el uso de herramientas especiales.

La ventilación del interior de las luminarias estará resuelta de modo que el calor provocado por lámparas y balastos, si los hubiere, no provoque elevaciones de temperatura que deterioren físicamente el sistema o supongan una pérdida de rendimiento de las propias lámparas.

La fijación de las luminarias a los elementos estructurales será absolutamente rígida, de modo que accidentalmente no puedan ser separadas de sus lugares de emplazamiento por golpes, vibraciones u otros fenómenos.

Los cierres difusores deberán estar diseñados de modo que no puedan desprenderse del cuerpo de las luminarias durante las labores de conservación o de forma accidental.

Cableados

Los cableados internos de las luminarias se realizarán con conductores unipolares con cuerda conductora de cobre de la sección adecuada y con aislamiento capaz para soportar sin deterioro alguno las temperaturas internas previsibles en las luminarias. En cualquier caso su grado de aislamiento será al menos tipo V750 según normas UNE.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 264 de 577

Todo el cableado irá de forma ordenada, sujeto a la carcasa de la luminaria mediante collarines u abrazaderas adecuadas, quedando garantizada su inamovilidad y separación de las superficies generadoras de calor.

Lámparas

Serán en todos los casos las especificadas en los documentos del proyecto y cumplirán estrictamente tanto en cuanto se refiere al tipo, como en cuanto se refiera a temperatura y rendimiento de color.

Las lámparas llegarán a la obra en embalajes marcados con el nombre del fabricante y precintados.

Baterías

Las baterías estarán constituidas por acumuladores de Ni-Cd o Ni-Mh, (según modelo) y dimensionadas para proporcionar la autonomía mínima indicada en los documentos del proyecto.

La luminaria de emergencia deberá mantener con el flujo luminoso (estable) asignado durante la autonomía declarada por el fabricante.

Flujo luminoso

Serán los lúmenes declarados por el fabricante de la luminaria a los 60 segundos después del corte de alimentación y manteniendo de modo continúo hasta el final de la duración asignada de funcionamiento.

Indicador led

Dispondrá de indicador de estado LED (indicador de carga correcta LED verde)

Normativa

Los aparatos autónomos destinados al alumbrado de emergencia deberán cumplir:

- UNE-EN-60598-2-22
- UNE-EN 50172
- UNE 20392 (luminaria con lámparas fluorescente) ó UNE 20062 (luminaria con lámparas incandescentes)
- Conforme a las Directivas Comunitarias de Compatibilidad Electromagnética, de Baja Tensión y RoHS 2004/108/CE, 2006/95/CE y 2002/95/CE

Kit de emergencia para alumbrado de emergencia

El uso de los Kit de emergencia como fuente de alumbrado de seguridad es legal siempre y cuando el conjunto kit más luminaria cumpla con la normativa UNE-EN-60598-2-22. Es decir, que el kit cumpla con la normativa no significa que el conjunto de kit más pantalla lo cumpla.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 265 de 577

Si se utiliza luminarias de alumbrado normal como luminarias de seguridad (mediante la utilización de un KIT de emergencia) se deberá presentar la documentación necesaria de un organismo acreditado / homologado que acredite que el conjunto (luminaria + kit) cumple con la normativa UNE-EN-60598-2-22.

Las luminarias serán suministradas con todos sus elementos conexionados y montadas.

Las luminarias irán colocadas donde se indique en los planos, tomándose esta posición como orientativa, ajustándose la posición exacta de acuerdo con los cálculos luminotécnicos definitivos realizados con las luminarias seleccionadas, que deberán haber sido aprobadas con anterioridad por la Dirección Facultativa

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

Las luminarias irán sustentadas sobre el tipo de apoyo o anclaje que se indique en el proyecto o el que aconseje el fabricante. La fijación a los apoyos se realizará con los materiales auxiliares adecuados, de manera que queden instaladas con la inclinación prevista. Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado, la luminaria quedará rígidamente sujeta de modo que no pueda girar u oscilar.

Todos los receptores de alumbrado deberán cumplir las normas indicadas en el REBT y para su instalación se seguirá en general las indicaciones del mismo.

5.1.2.3. Red Alumbrado exterior

Luminarias

Las luminarias serán del tipo Led suministradas con todos sus elementos conexionados y montados, deberán ser orientables y con grado de protección IP67.

La decisión final sobre el fabricante y modelos a instalar será competencia de la Dirección de Obra.

Cuando la unidad de obra explicite fabricante y modelo, cualquier cambio de éstos deberá ser justificado y sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

Aspectos generales

Su diseño será el adecuado para permitir la incorporación de la(s) lámpara(s), portalámpara(s), cableado y equipo(s) de encendido si los hubiere.

La superficie de las carcasas será lisa y uniforme y en su acabado final no aparecerán rayas, abolladuras ni ninguna clase de desperfectos o irregularidades. La rigidez mecánica de las carcasas estará garantizada por un espesor adecuado del material y la inclusión de los nervios de refuerzo precisos para conseguir que especialmente durante su manipulación en obra no sufran deformación alguna y se comporten como un elemento absolutamente rígido.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 266 de 577

El acceso a los componentes de las luminarias (portalámparas, balastos, cableado, bornas, etc.) será lo más sencillo posible y no requerirá el uso de herramientas especiales.

La ventilación del interior de las luminarias estará resuelta de modo que el calor provocado por lámparas y balastos, si los hubiere, no provoque elevaciones de temperatura que deterioren físicamente el sistema o supongan una pérdida de rendimiento de las propias lámparas.

La fijación de las luminarias a los elementos estructurales será absolutamente rígida, de modo que accidentalmente no puedan ser separadas de sus lugares de emplazamiento por golpes, vibraciones u otros fenómenos.

Los cierres difusores, cierres de vidrio templado o las rejillas para el control del deslumbramiento, si las hubiere, deberán estar diseñados de modo que no puedan desprenderse del cuerpo de las luminarias durante las labores de conservación o de forma accidental.

Balastos

Tendrán forma de paralelepípedo y deberán fijarse en el interior de las luminarias o en cajetines adosados a las mismas, de tal modo que una de sus mayores superficies tenga un buen contacto térmico con el exterior.

Los cables de conexión de los balastos serán unipolares, con aislamiento adecuado para trabajar hasta temperaturas máximas en trabajo continuo de 150º C.

Los devanados serán realizados sobre carretes de material adecuado para resistir sin deformación las temperaturas que puedan alcanzarse en la utilización y durante el proceso de fabricación.

Los balastos constituyen aparatos de Clase II con aislamiento envolvente según se define en la norma UNE 20.314 y satisfarán por ello las exigencias establecidas en ésta.

Deberán llevar de forma clara e indeleble las indicaciones especificadas en el apartado 3 de la norma UNE 20.152.

Alimentados a tensión y frecuencia nominales suministrarán a las lámparas la tensión y corriente nominales, no admitiéndose variaciones superiores al 5%.

Deberán cumplir en cuanto a exigencias dieléctricas y resistencia de aislamiento se refiere con lo especificado en la norma UNE 20.314. Deberán resistir un impulso de valor de cresta de 7,5 KV y duración 4 microsegundos.

En todos los casos los balastos irán acompañados de condensadores que permitan obtener un factor de potencia del conjunto igual o superior al 0,90.

Balastos electrónicos y/o digitales

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 267 de 577

Los balastos electrónicos digitales tendrán posibilidad de regulación del flujo de la iluminación entre el 1% y el 100%.

Tendrán capacidad para enviar un mensaje de error y supervisión al sistema de control de iluminación para su gestión.

La frecuencia de los mismos estará comprendida entre 40 y 100 kHz

El factor de potencia a 230V, 50 Hz, será 0,97.

El rango de temperatura será de + 10º a + 60º.

Los balastos electrónicos no regulables serán del tipo precaldeo. Con las siguientes características:

Precaldeo de filamentos dentro de 1 segundo.

La frecuencia de funcionamiento será entre 32 y 64 kHz.

El factor de potencia a 230V, 50 Hz, será 0,97.

El rango de temperatura será de -25º a + 60º.

Cableados

Los cableados internos de las luminarias se realizarán con conductores unipolares con cuerda conductora de cobre de la sección adecuada y con aislamiento capaz para soportar sin deterioro alguno las temperaturas internas previsibles en las luminarias. En cualquier caso su grado de aislamiento será al menos tipo RZ1 según normas UNE.

Para la conexión de las luminarias a las redes de alimentación se podrán utilizar los dos sistemas que se definirán en otros documentos del Proyecto (memoria, planos y presupuesto). Los sistemas a emplear son:

- Regleteros de bornas: serán fácilmente accesibles y estarán incluidas las correspondientes bornas para los conductores activos y la de puesta a tierra. Se incluirán los regleteros de los conductores de control, si este sistema es aplicable en la luminaria.
- Conectores enchufables: serán de los polos necesarios (incluyendo el de puesta a tierra), tipo macho, integrados en las luminarias. Se incluirán conectores enchufables de los conductores de control, si este sistema es aplicable en la luminaria.

Todo el cableado irá de forma ordenada, sujeto a la carcasa de la luminaria mediante collarines u abrazaderas adecuadas, quedando garantizada su inamovilidad y separación de las superficies generadoras de calor.

Lámparas

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 268 de 577

Serán en todos los casos las especificadas en los documentos del proyecto y cumplirán estrictamente tanto en cuanto se refiere al tipo, como en cuanto se refiera a temperatura y rendimiento de color.

El flujo que emitan a las 100 horas de funcionamiento será el nominal que figure en el catálogo del fabricante y que habrá servido para realizar los cálculos correspondientes en el proyecto.

Las lámparas llegarán a la obra en embalajes marcados con el nombre del fabricante y precintados.

Cables

Se exigirá protocolo de ensayo por cada bobina y todos los cables que presenten defectos superficiales u otros particularmente visibles serán rechazados.

El Contratista informará por escrito al Técnico Director de la obra, el nombre de la firma fabricante de los conductores y se adjuntará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reúne las suficientes garantías a juicio del Director de la obra, antes de su instalación hará que el Contratista compruebe las características de estas en un laboratorio oficial.

Todas las conexiones entre conductores deberán efectuarse mediante piezas metálicas de empalme resistentes a la corrosión que aseguren un contacto eléctrico eficaz en el interior de cajas de conexión estancas y con los debidos fusibles de protección, las derivaciones se harán en las proximidades inmediatas de los soportes de líneas y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

No se permitirá instalar más piezas de empalme o cajas de conexión que las necesarias para cada una de las correspondientes derivaciones.

El Contratista informará por escrito al Director de la Obra, el nombre de la firma fabricante de los conductores y se adjuntará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reúne las suficientes garantías a juicio del Director de la Obra, antes de su instalación hará que el Contratista compruebe las características de estas en un laboratorio oficial.

Tubos de protección

Toda la red subterránea discurrirá bajo tubo de protección de PE corrugado de doble pared y diámetro 110 mm.

El tubo que comunique la arqueta con el interior de cada columna será tubo corrugado de PE de doble pared de diámetro 90 mm para protección de cables en instalaciones eléctricas subterráneas y grado de protección 9.

Los tubos serán de sección circular, de grueso de pared suficiente para que ofrezcan la debida resistencia para soportar las presiones exteriores.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 269 de 577

Deberán ser completamente estancos a la humedad, no presentando fisuras ni poros. En uno de sus extremos llevará un ensanchamiento para poder conectar los tubos con unión por encolado y cierre estanco.

Zanjas

Las zanjas serán de las dimensiones correspondientes a cada clase de obra. Su trazado deberá ser rectilíneo y paralelo al bordillo o fachadas. Se marcará el trazado sobre el terreno, dejándose los pasos precisos para vehículos y peatones, así mismo se dejarán un pasillo de 50 cm de ancho a ambos lados de la zanja, para facilitar el paso a los obreros y evitar que se viertan escombros en la misma.

Las tierras sobrantes y escombros resultantes de la apertura de las zanjas o calas, deberán retirarse diariamente, dejándolas entretanto debidamente amontonados de modo que no entorpezcan la circulación de peatones ni de vehículos.

El tapado y apisonado de la zanja se realizará en capas de 10 cm., usando para la compactación pisón manual o cerámico, siendo humectadas si fuese necesario. Se evitará realizar los rellenos con bolos o escombros.

Arquetas de registro

Para las derivaciones a las columnas, se dispondrán arquetas de dimensiones con profundidad adecuada a la canalización que intercepten, formadas por paredes de hormigón y solera de gravilla.

En ellas penetrarán los tubos en los que se alojarán los conductores.

Las tapas deberán ser estancas a la infiltración exterior.

5.1.3. Pararrayos y puntas Franklin

Dispositivos de protección contra el rayo (Pararrayo tipo PDC, Pararrayo tipo PDC-E, puntas franklin, malla captadora...), incluyendo pieza de adaptación cabezal-mástil, el mástil, vías de chispas para antenas, anclajes y soportes de los equipos previamente nombrados, contador de rayos, abrazaderas, cables de bajada a tierra, tubos de protección mecánica del tramo inferior de la bajante y accesorios en general

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

Cuando la unidad de obra explicite fabricante y modelo, cualquier cambio de éstos deberá ser justificado y sometido a la aprobación de la Dirección de Obra. En caso contrario el instalador adjudicatario someterá a la opinión de la Dirección de Obra el fabricante a utilizar.

Códigos y normas

- Código Técnico de la Edificación (CTE) Sección SU8

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 270 de 577

- Reglamento Eléctrico Baja Tensión
- UNE 21186
- UNE-EN 62305, IEC 62305
- UNE-EN 50164
- UNE-EN 60099

Captadores

El sistema de captación tiene por objeto interceptar la descarga eléctrica atmosférica para conducirla a tierra.

Entre los distintos sistemas de captación normalizados disponemos de Pararrayos con Dispositivo de Cebado (PDC) o Pararrayos con Dispositivo de Cebado Electrónico (PDC-E) o de Sistema de Puntas y Mallas.

Pararrayos PDC o pararrayos PDC-E

Los pararrayos estarán compuestos por:

- Cabeza de captación con dispositivo de cebado electrónico o no electrónico:
- Conjunto excitador, aislado de tierra, formado por placas de material dieléctrico de alta rigidez y puntas de acero inoxidable.
- Conjunto deflector y puntas unido a tierra, de acero inoxidable.
- No precisa de fuente de alimentación externa.
- Pieza de adaptación necesaria para acoplar el terminal aéreo de captación al mástil. Fabricada en aleación de Cu/Zn (latón) con tornillería de acero inoxidable.
- Mástil: Mástil telescópico en tramos empalmables con unión interior, de acero galvanizado en caliente de 50 mm de diámetro. Altura del mástil indicada en los planos y memoria del proyecto.
- Soporte de Mástil, elementos de sujeción y abrazaderas.
- Cable de bajada a tierra: Conductor de cobre, de sección mínima de 50 mm2 en tubo PVC 40 mm Ø.
- Instalación de un sistema de registro para permitir futuras revisiones (arqueta de registro / caja en pared) con un sistema que permita el conexionado y la desconexión de las picas de tierra.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 271 de 577

El cabezal de pararrayos debe superar como mínimo dos metros la máxima cota de la altura a proteger. Se colocarán los anclajes de sujeción del mástil a muros o elementos a una distancia entre ellos de 70cm aproximadamente y estarán constituidos en acero galvanizado. Se introducirá el cable por el interior del mástil y lo conectaremos con la pieza de adaptación.

Los elementos metálicos que sobresalgan por encima de la cubierta se conectarán a la bajante del pararrayos más próxima, intercalándose una vía de chispas en el conductor de conexión de las antenas. Además se instalará un protector contra sobretensiones para el cable coaxial de la antena.

El volumen protegido por cada pararrayos dependerá del nivel de protección indicado en la normativa vigente (nivel I / II / III / IV) se define de la siguiente forma:

a) bajo el plano horizontal situado 5 m por debajo de la punta, el volumen protegido es el de una esfera cuyo centro se sitúa en la vertical de la punta a una distancia D y cuyo radio es:

$$R = D + \Delta L$$

Siendo

R el radio de la esfera en m que define la zona protegida

D distancia en m en función del nivel de protección

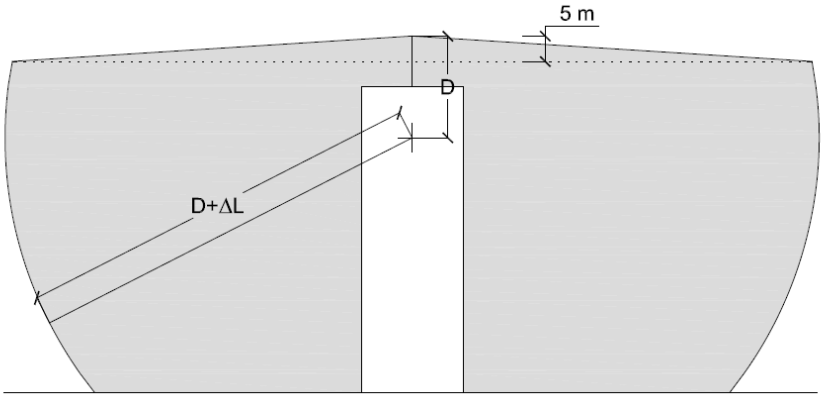
ΔL distancia en m función del tiempo del avance en el cebado Δt del pararrayos en ɯs. Se adoptará ΔL=Δt para valores de Δt inferiores o iguales a 60 ɯs, y ΔL=60 m para valores de Δt superiores.

Nivel de protección	Distancia D m
I	20
II	30
III	45
IV	60

b) por encima de este plano, el volumen protegido es el de un cono definido por la punta de captación y el círculo de intersección entre este plano y la esfera.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 272 de 577



El conductor de bajada se instalará de tal forma que su recorrido sea lo más directo posible. Debe seguirse el camino más corto, evitando acodamientos bruscos o remontes.

Los derivadores conducen la corriente de descarga atmosférica desde el dispositivo captador, a la toma de tierra, sin calentamientos y sin elevaciones de potencial peligrosos, por lo que debe preverse:

a) al menos un conductor de bajada por cada punta Franklin o pararrayos con dispositivo de cebado, y un mínimo de dos cuando la proyección horizontal del conductor sea superior a su proyección vertical o cuando la altura de la estructura que se protege sea mayor que 28 m;

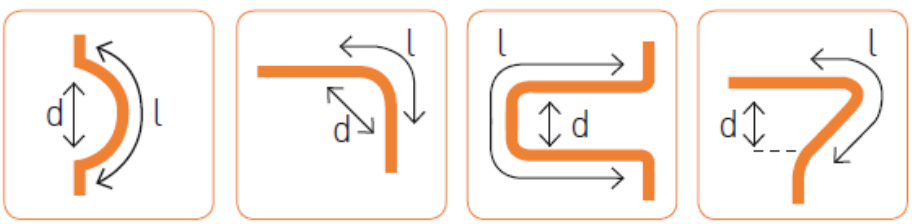
b) longitudes de las trayectorias lo más reducidas posible;

c) conexiones equipotenciales entre los derivadores a nivel del suelo y cada 20 metros.

En este caso de instalar dos bajantes, deben realizarse, preferiblemente, sobre fachadas distintas siempre y cuando sea posible.

El trazado de los conductores de bajada debe ser elegido de forma que evite la proximidad de conducciones eléctricas y su cruce. Debe guardarse una distancia de seguridad entre el conductor de bajada y las canalizaciones exteriores de gas.

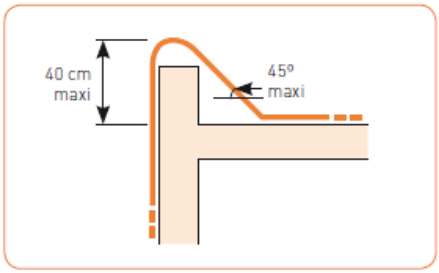
Las fijaciones de la bajante se realizaran tomando como referencia 3 por metro. Los radios de curvatura no serán inferiores 20 cm y se respetara la relación d > l/20 en los casos indicados a continuación:



En cualquier caso, se admite una remontada de un máximo de 40 cm para franquear una elevación con una pendiente menor o igual a 45 grados. Véase la siguiente figura:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 273 de 577



Cuando sea imposible realizar una bajante exterior, el conductor de bajada podrá ir por el interior del edificio dentro de un tubo aislante y no inflamable de sección superior o igual a 2000 mm2. Esta solución, sin embargo, dificulta las tareas de verificación y mantenimiento y reduce la eficacia del sistema de protección contra el rayo.

En los últimos 3 metros, se protegerá el cable con tubo galvanizado o similar.

Se instalará un contador de rayos antes del tubo de protección para poder realizar las operaciones de verificación y mantenimiento indispensables en cualquier instalación de protección contra el rayo.

Se deberá guardar siempre una distancia de seguridad de 3 metros entre el conductor de bajada y las canalizaciones exteriores de gas.

Se realizará una toma de tierra por cada conductor de bajada. Las tomas de tierra deben estar, salvo absoluta imposibilidad, siempre orientadas hacia el exterior de los edificios.

Se debe realizar la interconexión con el circuito de tierra en el fondo de la excavación, directamente al pie de cada bajante mediante un dispositivo que permita la desconexión de la toma de tierra y que esté emplazado en un registro de inspección que lleve el símbolo de tierra.

El tendido de una toma de tierra alrededor de un edificio (p. j. anillo de tierra), deberá realizarse a una profundidad de más de 0.5 m.

En las entradas a tierra o en las conexiones a la toma de tierra de cimientos (tomas de tierra anulares) deben tenerse en cuenta medidas de protección contra la corrosión, como, por ejemplo, la utilización de cinta anticorrosiva o el uso de varilla con revestimiento de PVC, 0,3 m por encima y por debajo de la entrada en tierra.

La resistencia de la toma de tierra medida por medios convencionales debe ser inferior a 10 Ω aislada de todo otro elemento de naturaleza conductora.

Los elementos de las tomas de tierra de los pararrayos deberán distar en el peor de los casos 5 metros de toda canalización metálica o eléctrica enterrada.

Se unirá la toma de tierra de protección contra el pararrayo con la puesta a tierra general del edificio, como el mástil de una antena con el conductor de bajada, mediante una vía de chispas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 274 de 577

No se efectuará tomas de tierra del sistema de protección contra el rayo a menos de cinco metros de tanques de propano, líneas de gas, eléctricas o productos inflamables.

Las uniones directas entre conductores de cobre y aluminio o cobre y acero galvanizado no están permitidas ya que generan par galvánico que puede aislar la bajante de la toma de tierra. Para poder realizar estas uniones hay que utilizar conectores bimetálicos o inoxidables.

Malla captadora (jaula Faraday)

Malla captadora formada por conductor desnudo de cobre (cable o pletina) de sección mínima de 35 mm2, formando una retícula sobre la superficie a proteger acorde a lo indicado en el CTE.

Fijaciones/soporte del conductor y/o abrazaderas/conectores de cruce de cobre o aluminio.

En caso de necesitar puntas de captación, estas serán de acero galvanizado fijadas a la estructura del edificio (vertical u horizontalmente) y de la altura adecuada para proteger a los elementos salientes de la cubierta tales como chimeneas, torres, equipos de climatización....

Acopla Los conductores de bajada podrán ser pletinas, cable trenzado o redondo de cobre, con una sección mínima de 50 mm2.

Los conductores de bajada estarán protegidos contra choques mecánicos mediante un tubo de protección hasta una altura superior a 3 m a partir del suelo, fabricados en acero galvanizado y conteniendo tubo interno de 32mm de diámetros fabricado en PVC.

Se requiere la instalación de un contador de descargas de rayo que permita realizar las operaciones de verificación y mantenimiento correspondientes después de un impacto.

Cada bajante tendrá un registro de comprobación de tierra para pared, formada por sistema de desconexión manual de Cu/Zn (latón), y caja de PVC de 200x150x100 mm., resistente al agua (IP 65) con tornillería de acero inoxidable. Los registros de comprobación serán acorde a la sección del conductor (50, 70, 95...mm2) o de la pletina (30x2 mm) mediante juego de suplementos para cable o pletina.

Cada bajante dispondrá de un electrodo de tierra instalado dentro de una arqueta (hormigón o fábrica de ladrillo o PVC) con marco y tapa de fundición (acorde al tipo de pavimento en el que se instale (calzada, acera...)). Cada arqueta estará identificada con una señalización toma de tierra. Dentro de la arqueta se dispondrá de un puente de comprobación formado por pletina y con 5 bornes para la conexión para cables de 35 a 95 mm2 de sección o para la conexión para pletinas de 30x2 mm.

Antes de la instalación del sistema de protección externo contra rayos se deberán presentar, para su aprobación por el Ingeniero Director, los planos necesarios para definir correctamente la situación del sistema, los puntos de anclaje del mismo, el trazado y fijación de los cables de bajada a tierra y la puesta a tierra del sistema.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

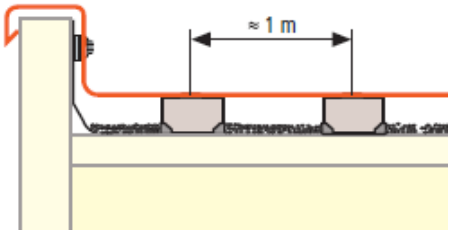
ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 275 de 577

Toda la instalación de protección contra el rayo se realizará de acuerdo a la los reglamentos CTE REBT y MIE-RAT y a las normas UNE citados en los mismos.

miento a fleje, pies, bases y soportes de puntas captadoras en cobre o aluminio

Al realizar el mallado se debe proteger en primer lugar el perímetro de la cubierta, especialmente las esquinas y salientes.

El conductor (cable o pletina) irá soportado cada metro (máximo) con el correspondiente soporte, que dependerá si la instalación es horizontal o vertical.



En edificios de altura superior a 60 m protegidos mediante malla conductora, se deberá disponer también una malla conductora para proteger el 20% superior de la fachada.

Para evitar que las dilataciones por temperatura de la malla dañen al sistema de protección contra el rayo, se recomienda colocar dilatadores cada 20m.

Las puntas Franklin se deben colocar en los puntos más elevados y vulnerables (esquinas, salientes, etc.)

El volumen protegido determinado por las puntas está formado por la superficie de referencia y la superficie generada por una línea que, pasando por el extremo del dispositivo captador, gire formando un ángulo α con él. Los valores de los ángulos de protección α vienen dados en la siguiente tabla en función de la diferencia de altura entre la punta del pararrayos y el plano horizontal considerado h, para cada nivel de protección. Cuando se disponga un conductor horizontal uniendo dos puntas, el volumen protegido será el resultante de desplazar a lo largo del conductor el definido por las puntas.

Ángulo de protección				
Nivel de protección	Diferencia de altura h entre la punta del pararrayos y el plano horizontal considerado m			
	20	30	45	60
I	25º	--	--	--
II	35º	25º	--	--
III	45º	35º	25º	--
IV	55º	45º	35º	25º

El volumen protegido es el definido por una malla rectangular cuya dimensión mayor es la indicada en el CTE en función del nivel de protección.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 276 de 577

Dimensión de la retícula	
Nivel de protección	Dimensión de la retícula m
I	5
II	10
III	15
IV	20

Las condiciones para que la protección sea efectiva son las siguientes:

a) los conductores captadores situados en la cubierta deben estar colocados en:

i) el perímetro de la cubierta;

ii) en la superficie de la cubierta formando una malla de la dimensión exigida;

iii) en la línea de limatesa de la cubierta, cuando la pendiente de la cubierta sea superior al 10%;

b) en las superficies laterales de la estructura la malla debe disponerse a alturas superiores al radio de la esfera rodante correspondiente al nivel de protección exigido;

c) ninguna instalación metálica debe sobresalir fuera del volumen protegido por las mallas.

Todo elemento de la instalación discurrirá por donde no represente riesgo de electrocución o estará protegido adecuadamente.

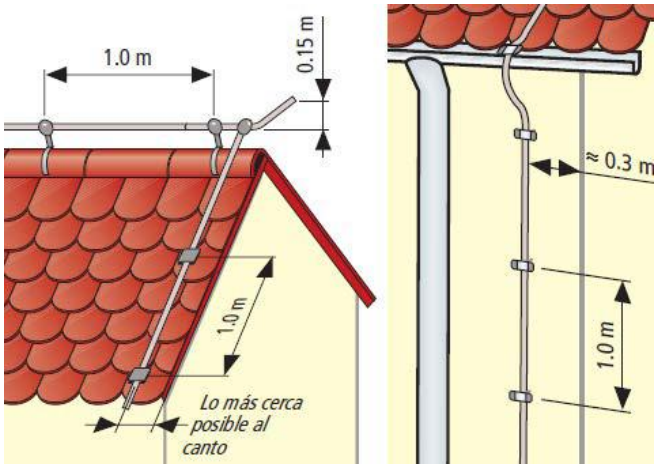
El conductor de bajada se instalará de tal forma que su recorrido sea lo más directo posible. Debe seguirse el camino más corto, evitando acodamientos bruscos o remontes.

El trazado de los conductores de bajada debe ser elegido de forma que evite la proximidad de conducciones eléctricas y su cruce. Debe guardarse una distancia de seguridad entre el conductor de bajada y las canalizaciones exteriores de gas.

El conductor (cable o pletina) irá soportado cada metro (máximo) con el correspondiente soporte, que dependerá si la instalación es horizontal o vertical.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 277 de 577



En los últimos 3 metros, se protegerá el cable con tubo galvanizado o similar.

Se instalará un contador de rayos antes del tubo de protección para poder realizar las operaciones de verificación y mantenimiento indispensables en cualquier instalación de protección contra el rayo.

Se deberá guardar siempre una distancia de seguridad de 3 metros entre el conductor de bajada y las canalizaciones exteriores de gas.

Se realizará una toma de tierra por cada conductor de bajada. Las tomas de tierra deben estar, salvo absoluta imposibilidad, siempre orientadas hacia el exterior de los edificios.

Se debe realizar la interconexión con el circuito de tierra en el fondo de la excavación, directamente al pie de cada bajante mediante un dispositivo que permita la desconexión de la toma de tierra y que esté emplazado en un registro de inspección que lleve el símbolo de tierra.

El tendido de una toma de tierra alrededor de un edificio (p. j. anillo de tierra), deberá realizarse a una profundidad de >0.5 m.

En las entradas a tierra o en las conexiones a la toma de tierra de cimientos (tomas de tierra anulares) deben tenerse en cuenta medidas de protección contra la corrosión, como, por ejemplo, la utilización de cinta anticorrosiva o el uso de varilla con revestimiento de PVC, 0,3 m por encima y por debajo de la entrada en tierra.

La resistencia de la toma de tierra medida por medios convencionales debe ser inferior a 10 Ω aislada de todo otro elemento de naturaleza conductora.

Los elementos de las tomas de tierra de los pararrayos deberán distar en el peor de los casos 5 metros de toda canalización metálica o eléctrica enterrada.

5.2. INSTALACIÓN DE DETECCIÓN DE INCENDIOS, EXTINCIÓN DE INCENDIOS Y SEÑALIZACIÓN

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 278 de 577

Detección de incendios

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

El sistema de detección de incendios estará formado por:

- Central analógica algorítmica según norma UNE-EN con amplia capacidad operativa que le permite controlar individualmente todos los equipos que componen la instalación.
- Detectores óptico-térmicos convencionales. Son detectores multisensor con doble tecnología humo y calor, según normas UNE EN.
- Detectores algorítmicos ópticos de humos, según UNE-EN. Unidad algorítmica direccionable que gestiona un sensor óptico de humos, tomando medidas de la luz que dispersa las partículas de humo.
- Detectores ópticos algorítmicos de bajo perfil según norma UNE EN, lo que le permite estar más pegado al techo.
- Pulsadores de alarma algorítmico direccionable, con señalización luminosa tipo rearmable y tapa de plástico basculante, según UNE-EN.
- Sirenas interiores con sonido bitonal y destellos luminosos en alarma.
- Sirenas electrónicas con foco multitono según norma EN y base para sirena.
- Módulos de una salida y una entrada para activación y confirmación de señales.
- Unidad microprocesada direccionable según norma EN.
- Módulos de salidas para maniobras direccionables que gestiona salidas por relé libre de tensión.
- Módulos master, cada uno para una 1 zona de detectores.
- Módulo aislador de línea, que se intercala en un bucle del sistema algorítmico, según normativa EN, creando sectores.
- Fuentes de alimentación conmutadas fabricadas según norma EN.
- Programador de direcciones equipo algorítmico: Indicado para programar la dirección de cada equipo algorítmico.
- Módulo de entradas para control de señales, según norma EN que gestiona la información de las entradas digitales.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 279 de 577

Todos los materiales cumplirán con lo indicado en la UNE-EN, cumplirán con lo dispuesto en reglamentos de aplicación y estarán aceptadas por la Dirección de las Obras.

Extintores

Los extintores se ubicarán según el tamaño del área a proteger, instalando siempre uno de Polvo y otro de CO2 en los accesos y uno de CO2 por cada 250 m2 o fracción, a una distancia no superior a 25 m. Se instalarán colgados en la pared a una altura desde el suelo a la maneta del extintor portátil no superior a 1,5 m.

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

El cuerpo tendrá un rodapié soldado al fondo, para poderlo apoyar en el suelo.

El recipiente estará protegido exteriormente contra la corrosión atmosférica e interiormente contra el agente extintor, particularmente los que usen agua. El fabricante deberá garantizar una duración de 20 años contra la corrosión.

No se admitirán dispositivos de disparo accionados por volante.

El sistema de presurización estará incorporado y se aplicará, solamente en el momento de su utilización, excepto el dióxido de carbono que se autopresurizará por su propia tensión de vapor.

El agente presurizante será nitrógeno o dióxido de carbono secos para el polvo y dióxido de carbono para el agua; los agentes halogenados se presurizarán con nitrógeno.

Cada extintor llevará incorporado un soporte para su fijación a paramentos verticales o pilares, así como una placa de identificación en la que se indique la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Tipo y carga del extintor.
- Fecha de caducidad.
- Tiempo de descarga.

Cada extintor tendrá certificado y distintivo de idoneidad y llevará las instrucciones de manejo, situadas en lugar visible sobre él.

Los extintores estarán fabricados según normas UNE de aplicación, cumplirán con lo dispuesto en los reglamentos de aplicación y estarán aceptados por la Dirección de las Obras.

El extintor incluye soporte y accesorios de montaje.

Señalización

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 280 de 577

Todos los materiales serán de marcas de primera calidad y deberán ser aceptados por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

Se instalara una señal de polipropileno fotoluminiscente.

5.3. INSTALACIÓN DE DRENAJE

Se prevé tubos de polipropileno adecuado para enterramiento para instalaciones enterradas y tubos de polipropileno doble capa para instalación colgada. Los tubos serán aptos para evacuación de aguas residuales y tendrán la certificación de AENOR y clasificación contra el fuego según instalación.

En instalación colgada el tubo será liso de polipropileno autoextinguible, con unión por encastre. Fabricado según norma DIN.

Los tubos para la instalación enterrada serán corrugados de doble pared, la interior lisa y la exterior corrugada.

Tubos y piezas de evacuación, con aditivos que mejoran su reacción al fuego. Si el tubo es para unión elástica en el interior de la embocadura habrá una junta de goma.

La superficie no tendrá fisuras y será de color uniforme.

Los extremos acabarán con un corte perpendicular al eje y sin rebabas.

Las juntas serán estancas.

Cumplirá la legislación sanitaria vigente.

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

Superará los ensayos de resistencia al impacto, a la tracción y a la presión interna descritos en la UNE de aplicación.

El diámetro exterior medio será el indicado en las tablas de características suministradas por el fabricante, siendo la tolerancia siempre positiva, con valores máximos indicados en la tabla adjunta. El ensayo de ovalación arrojará resultados inferiores a lo marcado en dicha tabla.

El material de los tubos no tendrá influencia nociva alguna sobre el agua a la que en ningún caso podrá dar olor, color o sabor.

Los tubos no presentarán grietas, granulaciones, burbujas o cualquier falta de homogeneidad. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias al quedar expuestas a la luz solar.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 281 de 577

Los tubos se clasifican por su diámetro exterior (diámetro nominal) y la presión máxima de trabajo, expresada en kilogramos por centímetro cuadrado. Dicha presión se entiende para cincuenta (50) años de vida útil, y veinte grados centígrados (20 ºC) de temperatura de uso del agua.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 282 de 577

5.4. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

El material deberá ser aceptado por la Dirección Facultativa, dispondrá de las homologaciones necesarias y cumplirá con lo dispuesto en la normativa vigente y normas UNE de aplicación.

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los sistemas de ventilación y climatización de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto.

A requerimiento de la Dirección de Obra y como parte del suministro, el Instalador entregará para cada equipo los cálculos de pérdida de carga (presión estática) de forma detallada, para cada sección, en las condiciones más desfavorables. Los cálculos estarán realizados por el fabricante del equipo entregándose debidamente firmados.

Queda incluido como parte del suministro del instalador, todos los accesorios de los sistemas de ventilación y climatización, con independencia de que estén o no explícitamente especificados en los planos de Proyecto. El objeto de estos accesorios es conseguir una correcta y equilibrada distribución de aire por los conductos.

Para la climatización de los cuartos técnicos se utilizará un sistema de caudal variable de refrigerante, formado por una unidad exterior y distintas unidades interiores. Es un sistema descentralizado, formado por una unidad exterior, que distribuye el refrigerante a las unidades interiores de forma variable con un sistema a dos tubos, adaptándose en todo momento a la potencia necesaria para climatizar cada uno de los espacios y suministrando calefacción y/ó refrigeración simultáneamente.

Para baños con ventilación forzada se instalarán extractores. Ventiladores helicoidales de bajo nivel sonoro, con compuerta antiretorno incorporada, luz piloto de funcionamiento, aislamiento II, protección IP45.

6. URBANIZACIÓN EXTERIOR

6.1. CERRAMIENTO

Cerramiento perimetral murete de hormigón armado

Cerramiento perimetral con murete de hormigón armado visto de 25 N/mm2 (HA 25/B/20/IIa), con una cuantía media de 15 Kg de acero B 400 S, de 30 cm de espesor. Se encofra a 2 caras con encofrado metálico.

Su cimentación se realizará con hormigón armado HA 25/B/20/IIa, en zapatas corridas, con una cuantía media de 40 kg. de acero B 500 S.

En la base de la cimentación se colocará capa de hormigón de limpieza HM 15/B/20/IIa preparado, de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm. y 10 cm. de espesor.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 283 de 577

El hormigón y sus componentes elementales cumplirán las condiciones de la vigente "Instrucción para el proyecto y la ejecución de las obras de hormigón en masa y armado EHE" y las especificaciones del apartado "2.1.2.1. Hormigones" del presente Pliego.

El acero para armaduras cumplirá las condiciones especificadas en el apartado "2.1.2.3. Acero" del presente Pliego.

El encofrado cumplirá las condiciones especificadas en el apartado "2.1.2.5. Encofrados y moldes" del presente Pliego.

Cercado de malla metálica

Cercado de 210 cm de altura realizado con malla metálica electrosoldada lacada y postes de chapa de acero lacado provisto de cremallera longitudinal para fijación de accesorios y tapón superior.

El recibido de los postes y de los soportes rigidizadores será con mortero de cemento.

Puertas exteriores de acero galvanizado

Se utilizarán puertas correderas y abatibles de acero galvanizado.

Los tipos y características serán los que se indican en los planos y presupuesto del Proyecto. Los herrajes de seguridad también se indican en los mismos documentos.

7. OBRA ELÉCTRICA

7.1. CONDICIONES QUE DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES

Los materiales a instalar en la subestación Hazapierna son los siguientes.

7.1.1. Transformador 132/30 kV

Se instalarán un transformador de potencia de las siguientes características:

Transformador 45/55 MVA

- Potencia nominal en servicio continuo. 45/55 MVA
- Nº de fases. 3
- Frecuencia. 50 Hz
- Tipo de refrigeración. ONAN/ONAF
- Aislamiento clase. A
- Elevación máx. de temperatura Cu (40ºC). 65ºC

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 284 de 577

- Elevación máx. de temperatura Ac (40ºC). 60ºC
- Baño. Aceite
- Instalación. Intemperie
- Tensión Nominal A.T. en vacío (Primario). 132 ± 10 x 1,5% kV
- Tensión Nominal M.T. en vacío (Secundario). 30 kV
- Arrollamiento A.T. en. Estrella
- Arrollamiento M.T. en. Triangulo
- Grupo de conexión. YNd11
- Tensión de cortocircuito. 12%

Transformador 40/50 MVA

- Potencia nominal en servicio continuo. 40/50 MVA
- Nº de fases. 3
- Frecuencia. 50 Hz
- Tipo de refrigeración. ONAN/ONAF
- Aislamiento clase. A
- Elevación máx. de temperatura Cu (40ºC). 65ºC
- Elevación máx. de temperatura Ac (40ºC). 60ºC
- Baño. Aceite
- Instalación. Intemperie
- Tensión Nominal A.T. en vacío (Primario). 132 ± 10 x 1,5% kV
- Tensión Nominal M.T. en vacío (Secundario). 30 kV
- Arrollamiento A.T. en. Estrella
- Arrollamiento M.T. en. Triangulo
- Grupo de conexión. YNd11
- Tensión de cortocircuito. 12%

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 285 de 577

Transformador 20 MVA

- Potencia nominal en servicio continuo. 20 MVA
- Nº de fases. 3
- Frecuencia. 50 Hz
- Tipo de refrigeración. ONAN
- Aislamiento clase. A
- Elevación máx. de temperatura Cu (40ºC). 65ºC
- Elevación máx. de temperatura Ac (40ºC). 60ºC
- Baño. Aceite
- Instalación. Intemperie
- Tensión Nominal A.T. en vacío (Primario). 132 ± 10 x 1,5% kV
- Tensión Nominal M.T. en vacío (Secundario). 30 kV
- Arrollamiento A.T. en. Estrella
- Arrollamiento M.T. en. Triangulo
- Grupo de conexión. YNd11
- Tensión de cortocircuito. 10,5%

Transformador 10 MVA

- Potencia nominal en servicio continuo. 10 MVA
- Nº de fases. 3
- Frecuencia. 50 Hz
- Tipo de refrigeración. ONAN
- Aislamiento clase. A
- Elevación máx. de temperatura Cu (40ºC). 65ºC
- Elevación máx. de temperatura Ac (40ºC). 60ºC
- Baño. Aceite

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 286 de 577

- Instalación. Intemperie
- Tensión Nominal A.T. en vacío (Primario). 132 ± 10 x 1,5% kV
- Tensión Nominal M.T. en vacío (Secundario). 30 kV
- Arrollamiento A.T. en. Estrella
- Arrollamiento M.T. en. Triangulo
- Grupo de conexión. YNd11
- Tensión de cortocircuito. 8,5%

El transformador será trifásico, en baño de aceite mineral. El núcleo estará construido en chapa magnética laminada en frío, recocida, de pérdidas reducidas y aisladas por las dos caras. Los arrollamientos serán de cobre electrolítico con aislamiento térmico clase B, de construcción especialmente resistente a las sobretensiones y a las ondas de impulso tipo rayo.

Los aisladores previstos tendrán una relación entre longitud de línea de fuga y el valor de la tensión más elevada fase-tierra en kV eficaces de 31mm/kV, como mínimo.

El fabricante optimizará el diseño del transformador de forma que minimicen las pérdidas tanto de vacío como de cortocircuito.

El transformador deberá ser capaz de soportar sin daño, funcionando en cualquiera de sus tomas, las solicitaciones mecánicas y térmicas producidas por un cortocircuito en bornas del arrollamiento secundario y supuesta una tensión aplicada en el arrollamiento primario igual a la tensión nominal.

Deberá estar diseñado para dar su potencia nominal en MVA en servicio continuo para la toma de pérdidas máximas en todo el rango de tensiones, sin que el calentamiento de la máquina exceda de los valores especificados.

Deberá ser capaz de dar su potencia nominal en MVA en servicio continuo al 105% de la tensión nominal sin sobrepasar los calentamientos admisibles siempre y cuando la carga conectada tenga un factor de potencia igual o superior a 0,8.

Deberá ser capaz de dar una potencia superior a su potencia nominal, bajo condiciones de baja temperatura ambiente y corta duración de la sobrecarga. Los valores límite de tiempo y las sobrecargas admisibles en estas condiciones serán los indicados en las normas. Todos los elementos portadores de corriente tales como bornas, conmutadores y contactos deberán poder soportar asimismo, las sobrecargas especificadas en normas.

El transformador se diseñará de forma que la corriente de inserción se minimice tanto en amplitud como en duración del fenómeno.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 287 de 577

El transformador estará construido para funcionar en régimen permanente con la siguiente refrigeración:

- Ventilación natural,

El transformador estará construido para funcionar en régimen permanente con las siguientes temperaturas de trabajo por encima de la temperatura ambiente:

- Máxima temperatura ambiente: .....40ºC.
- Incremento Temperatura media en los arrollamientos: .....65ºC.
- Incremento Temperatura máxima del aceite refrigerante: .....60ºC.

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
1	Tipo	-	Columnas
2	Tipo de refrigeración	-	ONAN/ONAF
3	Potencia asignada: ONAN/ONAF Potencia asignada: ONAN	MVA	45/55 – 40/50 20 - 10
4	Relación transformación	kV	132 / 30
5	Frecuencia	Hz	50
6	Niveles de aislamiento asignados (BIL / frecuencia industrial 1 min) • Alta tensión • Media tensión	kV	 650 / 230 170 / 70
7	Línea de fuga mínima	mm/kV	31
8	Grupo de conexión	-	YNd11
9	Transformadores de Intensidad • Para Imagen Térmica • Para función 90 • Para protección		(incluidos en borna central BT)
10	Tensión de cortocircuito a relación	%	varios

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 288 de 577

	nominal		
11	Regulación (AT) • Tipo • Nº de tomas		En carga 23
12	Intensidad de cortocircuito (valores referidos a la tensión nominal de red) • AT / MT	kA	31,5 / 25

7.1.2. Interruptor automático 132 kV

El interruptor estará construido para montaje fijo en instalación a la intemperie, trifásico, de hexafloruro de azufre como medio de extinción del arco formado en la apertura, mando unipolar / tripolar por resorte y motorizado en c.c.

Estará diseñado para efectuar reenganches rápidos a través de equipos de reenganche externos al control propio del interruptor.

El interruptor y sus dispositivos de maniobra deberán construirse de tal forma que no puedan variar sus posiciones de abierto y cerrado por efecto de la gravedad, presión del viento, vibraciones, choques de importancia o esfuerzos accidentales sobre órganos de accionamiento del mecanismo de maniobra y que permitan su enclavamiento, tanto en la posición de abierto como en la de cerrado, de forma que sean imposibles maniobras no autorizadas.

El interruptor estará diseñado tanto para el corte de la plena corriente de cortocircuito como para la maniobra de líneas en vacío y/o de pequeñas intensidades inductivas. En todas estas maniobras, ni las toberas, ni ningún otro elemento de las cámaras sufrirá ningún daño anormal. El fabricante deberá indicar claramente para estas operaciones los criterios de mantenimiento recomendados (número de maniobras entre revisiones según el tipo de servicio, otros condicionantes, etc.) junto con el resto de documentación a entregar para la aprobación.

Los terminales para conexión serán de dimensiones adecuadas para la intensidad nominal del interruptor y para soportar los esfuerzos dinámicos producidos por las corrientes de cortocircuito.

El interruptor dispondrá de un indicador mecánico de posición.

Los aisladores soportes de los interruptores deberán ser de porcelana.

Los herrajes propios del interruptor, que sean de acero, estarán galvanizados en caliente por inmersión.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 289 de 577

Los armarios de control serán de acero inoxidable o aluminio.

Todas las tuberías y conducciones expuestas a la intemperie deberán ser de acero inoxidable.

Las maniobras de apertura y cierre del interruptor se podrán realizar de la siguiente forma:

- Mando eléctrico local, desde el armario de accionamiento descrito en el punto correspondiente de esta Especificación Técnica situado en sus proximidades.
- Mando eléctrico a distancia desde el cuadro de control.
- Maniobra manual (lenta), desde el mando.

Tanto las órdenes de cierre como las de apertura deberán ser bloqueadas si el interruptor se encuentra en la posición que se desea conseguir, a través de la citada orden. También se deberá prever un relé "antibombeo" en el circuito de cierre, que impida la repetición de la maniobra de cierre en el caso de una maniobra mantenida.

No se instalarán relés antibombeo en el circuito de disparo, permitiendo la maniobra segura del interruptor mediante la adecuada carrera de los contactos auxiliares del circuito de disparo.

La maniobra de apertura tendrá prioridad sobre la de cierre, pero no se ejecutará hasta que la maniobra de cierre, una vez iniciada, se haya completado, es decir, hasta que se haya producido el cierre de los contactos, principales.

En los interruptores previstos para mando unipolar, debe asegurarse el grado de simultaneidad requerida en las maniobras de cierre y apertura tripolar.

Tabla de datos técnicos principales:

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
1	Tipo	-	Trifásico
2	Instalación	-	Intemperie
3	Servicio	-	Continuo
4	Aislamiento interno y fluido exterior	-	SF_6
5	Altitud	m	1100
6	Temperatura ambiente (max. / min.)	ºC	40 / -25

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 290 de 577

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
7	Tensión de servicio	kV	132
8	Tensión más elevada para el material	kV	145
9	Frecuencia	Hz	50
10	Nivel de aislamiento:	-	
10.1	▪ Tensión a frecuencia industrial (50Hz, 1 min.)	kV	230
10.2	▪ Tensión soportada a impulso tipo rayo (1,2/50 µs)	kV	650
11	Intensidad Nominal	A	1250
12	Corriente asignada de corta duración (3 s)	kA	31,5
13	Poder de corte asignado en cortocircuito	kA	31,5
14	Poder de cierre asignado en cortocircuito	kA	100
15	Secuencia nominal de operación	-	0 - 0,3 s – CO – 1 min – CO
16	Distancia entre polos	mm	3500 (mínimo)
17	Accionamiento:	-	
17.1	▪ Uni / tripolar	-	Unipolar Línea / Tripolar transformador
17.2	▪ Tipo	-	Electromecánico, tensado a resorte
17.3	▪ Tensión motor	Vcc	125
17.4	▪ Tensión mando	Vcc	125

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 291 de 577

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
18	Aislamiento externo	-	Porcelana marrón
19	Equipamiento incluido:	-	
19.1	▪ Motor, bobinas de cierre y apertura.	-	Incluido
19.2	▪ Relés antibombeo y resistencia anticondensación.	-	Incluido
19.3	▪ Manómetros y densímetros para vigilancia de presión (uno por polo con tres niveles de detección ajustables).	-	Incluido
19.4	▪ Contactos auxiliares de posición de interruptor	-	Incluido
19.5	▪ Manivela para tensado manual del resorte de cierre de mando.	-	Incluido

7.1.3. Transformador de intensidad 132 kV

Los transformadores de intensidad estarán diseñados para su instalación a la intemperie, y alimentación de los circuitos de medida y protección del centro de seccionamiento.

El aislamiento exterior del transformador estará constituido por una columna de porcelana vidriada de color marrón, con un número de aletas exteriores de acuerdo con la tensión de aislamiento nominal del transformador y la línea de fuga será igual o superior a 31 mm por kV.

Todas las partes metálicas exteriores de naturaleza férrica del transformador, estarán cuidadosamente protegidas contra la corrosión por galvanizado en caliente.

Toda la tornillería del transformador será de acero inoxidable. Los arrollamientos secundarios de los transformadores de intensidad se conectarán a una caja de conexiones situada en la parte inferior del transformador, protegida contra intemperie.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 292 de 577

Los transformadores de intensidad deberán estar provistos de tornillo de puesta a tierra, en la parte inferior del transformador, accesible desde el exterior de la caja de conexiones, apto para un cable de Cu de 95 mm².

Los transformadores de intensidad deberán estar provistos de una placa de características y esquema de conexiones fijada al transformador en lugar visible. La placa deberá ser de acero inoxidable, debiendo inscribirse en ella, como mínimo, y de forma indeleble, las características que se indican a continuación:

- Las palabras "Transformador de intensidad".
- Fabricante.
- Tipo.
- Nº de serie.
- Año de fabricación.
- Normas.
- Intensidades nominales primaria y secundaria.
- Frecuencia nominal.
- Potencia de precisión, clase de precisión, factor límite de precisión y límite de intensidad extendida de cada arrollamiento secundario.
- Tensión más elevada de la red.
- Tensiones nominales de aislamiento, para ensayo a frecuencia industrial, y con onda tipo rayo y tipo maniobra.
- Intensidad térmica nominal de cortocircuito e intensidad dinámica nominal.
- Clase de material aislante.
- Utilización del arrollamiento secundario y bornes correspondientes.
- Esquema claro y completo del estado del conexionado entre bornas para cada relación.
- Peso total.
- Peso del aceite.

Tabla de datos técnicos principales:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 293 de 577

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
1	Servicio	-	Intemperie
2	Tensión de servicio	kV	132
3	Tensión más elevada para el material	kV	145
4	Relación de transformación	A / A -	Línea 600-1200/ 5-5-5-5 A Transformador T4 y T5 100-200/ 5-5-5-5 A Transformador T1, T2 y T3 200-400/ 5-5-5-5 A
5	Secundario 1:	-	
5.1	▪ Potencia nominal	VA	15 VA
5.2	▪ Clase de precisión	-	Cl 0,2s
6	Secundario 2:	-	
6.1	▪ Potencia nominal	VA	30 VA
6.2	▪ Clase de precisión	-	Cl 5P-20
7	Secundario 3:	-	
7.1	▪ Potencia nominal	VA	30 VA
7.2	▪ Clase de precisión	-	Cl 5P-20
8	Secundario 4:	-	
8.1	▪ Potencia nominal	VA	30 VA
8.2	▪ Clase de precisión	-	Cl 0,5
10	Sobreintensidad en permanencia	-	1,2 In

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 294 de 577

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
11	Intensidad límite térmica (1 segundo)	-	31.5 kA
12	Intensidad límite dinámica	-	80 kA
13	Niveles de aislamiento:		
13.1	▪ Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)	kV	230
13.2	▪ Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs)	kV	650

7.1.4. Transformador de tensión 132 kV

Para cada bahía de línea y para barras se contemplan transformadores de tensión de tipo inductivo.

Los transformadores de tensión serán monofásicos, servicio exterior, tensión de diseño de 132 kV, tensión nominal de aguante al impulso por rayo 650 kV, 50 Hz. Distancia de fuga mínima a tierra: unitaria 31 mm/kVf-f. Para uso intemperie y para operar bajo las condiciones de servicio descritas en el apartado condiciones ambientales.

Se prevé la instalación de 1 conjunto de transformadores de 132 kV en la posición de línea y otro conjunto en la posición de barras.

El valor del factor de tensión será: 1,2 en permanencia y 1,9 durante, 8 horas.

En el caso de que la suma de los consumos máximos de los aparatos conectados a secundario de algún transformador de tensión es superior al 80% de su potencia de precisión, deberá disponerse de transformadores de mayor potencia de precisión.

Los transformadores de tensión deberán estar provistos de una placa de características y esquema de conexión fijada en un lugar visible. La placa deberá ser de acero inoxidable, debiendo inscribirse en ella como mínimo y de forma indeleble las características que se indican a continuación:

- Las palabras "Transformador de tensión"
- Fabricante.
- Tipo.
- Nº de fabricación.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 295 de 577

- Año de fabricación.
- Normas.
- Peso total.
- Tensión más elevada de servicio.
- Tensión nominal primaria.
- Tensiones nominales secundarias.
- Tensiones nominales de aislamiento, a frecuencia industrial tipo rayo.
- Frecuencia nominal.
- Potencia y clase de precisión de cada arrollamiento secundario.
- Factor de tensión nominal y duración nominal.
- Potencia de calentamiento.
- Utilización de cada arrollamiento secundario y bornes correspondientes.

El borne de baja tensión del transformador de tensión deberá estar aislado de tierra.

La conexión a tierra se realizará mediante una grapa de puesta a tierra accesible desde el exterior de la caja de conexión, apta para un cable de p. a t. de 120 mm^2. Los arrollamientos secundarios del transformador de tensión se conectarán a una caja de conexiones protegida contra intemperie.

Tabla de datos técnicos principales:

	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
1	Instalación	-	Intemperie
2	Tensión asignada	kV	245
3	Relación de transformación nominal	kV	132:√3 / 110:√3 – 110:√3 - 0,110:√3 - 110:√3 kV
4	Nivel de aislamiento asignado	kV	650 / 230

7.1.5. Seccionador 132 kV

El seccionador será de tres polos de tres columnas giratorias cada uno, con doble apertura lateral, tensión de diseño 132 kV maniobra preferentemente manual, pudiendo ser también eléctrica tripolar simultánea. En el caso del seccionador de conexión a línea de 132 kV, el accionamiento de las cuchillas de puesta a

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 296 de 577

tierra será siempre manual y estarán enclavadas mecánicamente con las cuchillas principales. La corriente nominal será 1250 A, corriente de aguante de corta duración mínima de 31,5 kA, tensión nominal de aguante al impulso por rayo 650 kV, 50 Hz, montaje horizontal, y con mecanismo de operación a motor, distancia de fuga mínima a tierra unitaria 31 mm/kVf-f. Para uso intemperie y para operar bajo las condiciones de servicio descritas en el apartado condiciones ambientales.

Se instalaran seccionadores de 132 kV, sin cuchillas de puesta a tierra para la conexión a barras de las posiciones de transformador y línea. Se instalaran seccionadores de 132 kV con cuchillas de puesta a tierra para la conexión a la línea de 132 kV.

El seccionador estará conectado en redes trifásicas con neutro rígidamente a tierra.

Las cuchillas, contactos y bornas de conexión serán de cobre. Deberán estar diseñadas de forma que en servicio continuo y a su intensidad nominal, las temperaturas alcanzadas en las diferentes partes del seccionador no exceden de los valores máximos indicados en la normativa IEC al respecto. Se deberá tener en cuenta que la temperatura ambiente podrá alcanzar un valor máximo de 45ºC.

El seccionador debe ser capaz de conducir en forma permanente la intensidad nominal para la que han sido diseñados y podrán ser maniobrados en tensión, pero sin carga, excepto la capacitiva correspondiente a pequeños tramos de embarrados o a la que pueda alimentarse a través de los condensadores de reparto de un interruptor abierto con cámaras múltiples.

El seccionador estará diseñado para soportar cortocircuitos con los valores de intensidad térmica y dinámica simultáneamente a la aplicación de los máximos esfuerzos en bornes, incrementados con los debidos al viento sobre el aparato, siendo en todo momento capaces de maniobrar de forma segura.

Los contactos serán ajustables, de alta presión y auto-limpiantes y diseñados de forma que la presión de contacto se logre después del movimiento de cierre y desaparezca antes de comenzar el movimiento de apertura.

Las cuchillas del seccionador deberán estar diseñadas de forma que al efectuar la apertura de las mismas, se rompa el hielo que haya podido formarse tanto en los contactos como en transmisiones.

Los terminales de conexión de alta tensión deberán permanecer inmóviles durante las operaciones de apertura y cierre del seccionador. Las columnas de los aisladores soporte deberán ser de porcelana esmaltada color marrón, que cumplan los niveles de aislamiento y línea de fuga especificados.

Las partes metálicas del seccionador que precisen lubricación estarán previstas para aplicar un engrase de “larga vida”, llevando además incorporado el correspondiente engrasador y orificio de expulsión.

Los elementos metálicos en contacto entre sí, deberán ser de naturaleza tales que no se produzca corrosión debida al par galvánico que pueda aparecer en presencia de humedad.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 297 de 577

En los casos que lleven cuchillas de puesta a tierra, éstas se conectarán al sistema de tierras de la subestación mediante una conexión flexible de cobre de sección no inferior a 95 mm2, que deberá ser suministrada con el seccionador.

En el caso de aparatos compuestos por seccionador y seccionador de p.a.t. ambos deberán estar enclavados mecánicamente.

Cada uno de los polos del seccionador o seccionador de puesta a tierra llevará una placa de características de acero inoxidable o aluminio, tendrá como mínimo los siguientes datos:

- Fabricante.
- Designación del tipo.
- Número de serie/Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Tensión soportada nominal al impulso tipo rayo.
- Tensión soportada nominal al impulso tipo maniobra.
- Longitud de la línea de fuga y tipo de aislador.
- Intensidad nominal.
- Intensidad admisible nominal de corta duración/tiempo.
- Intensidad dinámica.
- Esfuerzo mecánico sobre los bornes.
- Peso del polo.

Las cuchillas principales de los seccionadores se grabarán con los mismos números de serie que llevan las bancadas.

Accionamiento motorizado

El armario estará situado físicamente sobre su estructura soporte.

La entrada de los cables de control al armario se efectuará por la parte inferior, para evitar la entrada de agua, debiendo disponerse en la misma una placa desmontable que se taladrará en la obra al diámetro adecuado.

Todos los mandos podrán ser accionados manualmente, debiendo existir un enclavamiento entre el accionamiento manual y el circuito de mando.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 298 de 577

Armarios

El armario deberá alojar en su interior los siguientes elementos:

Regleta de bornas.

- En ésta no se admitirá la conexión de más de dos conductores por cada borna de la regleta. Deberán usarse regletas que dispongan de puentes superiores entre bornas para los casos en que sea necesario.
- La regleta estará diseñada de tal forma que sea posible extraer cualquier borna, sin necesidad de mover las adyacentes. Los tornillos deberán apretar sobre una placa de contacto y no sobre el cable directamente.
- Las regletas de bornas de circuitos de fuerza dispondrán de varias bornas por fase, con objeto de poder efectuar puentes de conexiones.

Motor, contactos de cierre y apertura.

- Estarán enclavados eléctricamente entre sí. En el alcance de la oferta se fijarán las tensiones de alimentación.
- Conmutador con posiciones: local (L), remoto (R), bloqueo (B) que realizará las siguientes funciones:
- Posición (R): Impedirá el mando local eléctrico y manual.
- Posición (B): Impedirá el mando local y remoto.
- Posición (L): Impedirá el mando remoto y permitirá el mando eléctrico y/o manual a pie del aparato.
- Dispondrá de enclavamiento al operar manualmente, impidiendo la maniobra eléctrica al introducir la manivela.

Señalización

Tanto los accionamientos manuales como los motorizados irán equipados con un mínimo de 6 contactos de señalización libres de potencial (3A+3C).

En seccionadores de montaje intemperie los contactos de señalización irán instalados en una caja de acero galvanizado en caliente provista de resistencia de caldeo y accionados por el propio mando.

Tensiones auxiliares de alimentación

Las tensiones auxiliares de alimentación serán las siguientes:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 299 de 577

• Motores 400 V. 3F+N 50 Hz.

• Resistencias de caldeo 230 V. f+n 50 Hz.

• Control y señalización 125 V.c.c.

• Placa de características s/UNE 21.100 conteniendo nombre del fabricante, nº de fabricación, tipo de equipo y año de fabricación.

Tabla de datos técnicos principales:

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
1	Tipo/Instalación	-	Doble apertura lateral / Intemperie
2	Tipo de órgano de operación:	-	Eléctrico
3	Tensión asignada	kV	145
4	Intensidad asignada	A	1250
5	Nivel de aislamiento asignado	kV	650 / 230
6	Corriente de corta duración asignada	kA	31,5
7	Duración de la corriente	s	1
8	Valor de cresta de la corriente de corta duración asignada	kA	80
9	Línea de fuga mínima	mm	31
10	Tensión de alimentación	V	125 Vcc / 230 Vca

7.1.6. Pararrayos 132 kV y 30 kV

Los pararrayos deberán ser del tipo de óxido de zinc. El fabricante deberá suministrar los valores iniciales y límites de la corriente resistiva de paso tolerable que deberán figurar en el protocolo.

Estarán constituidos por una columna de elementos activos formados por una o varias unidades montadas unas sobre otras y conectadas eléctricamente en serie. Cada unidad de elementos activos estará alojada en una envuelta cilíndrica de silicona, herméticamente cerrada y deberá estar provista de

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 300 de 577

un limitador de presión que impida una rotura violenta de la envuelta provocada por un posible defecto del pararrayos.

Deberán suministrarse dispuestos para anclaje a soportes metálicos mediante tornillos. También estarán provistos de un terminal de puesta a tierra en la parte inferior de los mismos. Se deberá disponer para cada pararrayos un contador de descargas. A tal efecto, el terminal de tierra del pararrayos deberá aislarse de los soportes metálicos mediante una base aislante adecuada.

Las longitudes de línea de fuga no deberán ser inferiores a las indicadas. Deberán tener también una placa de características s/UNE 21.087 y esquema de conexiones fijada en un lugar visible. La placa deberá ser de acero inoxidable, debiendo inscribirse en ella como mínimo y de forma indeleble las características que se indican a continuación:

- Fabricante.
- Tipo e identificación del pararrayos completo.
- Nº de fabricación.
- Año de fabricación.
- Normas.
- Peso total.
- Tensión más elevada de la red.
- Tensión de operación continua (COV).
- Tensión nominal.
- Frecuencia nominal.
- Corriente de descarga nominal.
- Corriente asignada al limitador de presión en kA eficaces.
- Clase de descarga de la línea.
- Nivel de contaminación soportado.

Contador de descargas:

- Fabricante.
- Tipo.
- Nº de fabricación.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 301 de 577

- Peso.

Todas las piezas exteriores metálicas de naturaleza férrica irán galvanizadas en caliente.

Pararrayos 132 kV:

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
1	Instalación	-	Intemperie
2	Tipo de servicio	-	Continuo
3	Tensión máxima de servicio	kV	145 kV
4	Tensión nominal	kV	132
5	Tensión de operación continua (COV)	kV	>88 kV
6	Intensidad de descarga nominal con forma de onda de 8/20 µs (cresta)	kA	10
7	Tensión asignada	kV	>110 kV
8	Tensión residual para intensidad con forma de onda de maniobra de 2 kA	kV	372
9	Clase de descarga de larga duración	-	1
10	Longitud de la línea de fuga mínima	mm	31
11	Nivel de Aislamiento del equipo a proteger	kVcr	650

Pararrayos 30 kV:

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
1	Instalación	-	Intemperie
2	Tipo de servicio	-	Continuo
3	Tensión máxima de servicio	kV	36 (f-f)

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023

4	Tensión nominal	kV	33
5	Tensión de operación continua (COV)	kV	24,4
6	Intensidad de descarga nominal con forma de onda de 8/20 µs (cresta)	kA	10
7	Clase de descarga de larga duración	-	2
8	Longitud de la línea de fuga	mm/kV	31
9	Nivel de Aislamiento del equipo a proteger	kVcr	170

7.1.7. Aislador soporte 132 kV

- Altura total: 2300 mm
- Diámetro del dieléctrico: 450 mm
- Línea de fuga 7595 mm
- Tensión de servicio: 145 kV
- Tensiones de prueba:
    - o A frecuencia industrial: 230 kV
    - o Con onda normal 1,2/50 ns 650 kV
    - o Carga de rotura
        - □ Flexión 10 kN (min)
        - □ Torsión 3 kN (m)

7.1.8. Aislador soporte 30 kV

- Altura total: 445 mm
- Diámetro del dieléctrico: 205 mm
- Línea de fuga. 1116 mm
- Tensión de servicio: 30 kV (36 kV R)

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 303 de 577

- Tensiones de prueba:
    - o A frecuencia industrial: 170 kV
    - o Con onda normal 1,2/50 ns 70 kV
    - o Carga de rotura
        - □ Flexión 4 kN (min)
        - □ Torsión 1,2kN (m)

7.1.9. Celdas 30 kV

La función de las Celdas de 30 kV es la de proteger a todo el sistema ante posibles faltas tanto los circuitos procedentes de los parques eólicos y fotovoltaicos, como los propios de la Subestación, para lo cual debe asegurar la desconexión, en caso de incidente, de la instalación hacia un régimen seguro de reposo, y además deben de estar en condiciones de poder volver a reponer el servicio una vez despejada la falta. Además, se ha de asegurar unas adecuadas condiciones de explotación, así como una mínima pérdida de producción en caso de mantenimiento o avería.

Las características principales que deben reunir las celdas, serán las siguientes:

- Alta fiabilidad, para lo cual se dispondrán los sistemas de auto vigilancia y auto protección.
- Seguridad y protección global del sistema.
- Capacidad de funcionamiento en permanencia.
- Capacidad de funcionamiento totalmente autónomo.
- Posibilidad de transmisión de datos, medidas, señales, y alarmas a la Unidad de Control de la Subestación, para su posterior telemando.
- Alta estabilidad de funcionamiento ante variaciones y perturbaciones de los sistemas de alimentación.

Se establece una concepción modular con encapsulado trifásico. El elemento de corte formará un recinto único, separado de cualquier otro. Los elementos de aislamiento formarán recintos únicos. El resto de elementos podrán formar parte de los de seccionamiento o ser a su vez recintos únicos.

En caso de que, por las características constructivas del equipo, existan elementos móviles bajo encapsulado trifásico, éstos se dispondrán de forma que cualquier actuación a realizar sobre los mismos no suponga una indisponibilidad completa de la instalación.

Las celdas serán metálicas, tratada superficialmente con objeto de asegurar su protección, y estarán dotadas de compartimento de BT.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 304 de 577

Únicamente podrán ser fabricadas en módulos de una unidad.

Todas las celdas, sea cual fuese su tipo, llevarán indicador de presencia de tensión del tipo capacitivo dotado de contactos auxiliares en su entrada/salida. Los automatismos de mando, convertidores y relés de protección se montarán en el compartimento de Baja Tensión. Todas las celdas vendrán provistas de los correspondientes interruptores magnetotérmicos para todo tipo de tensiones. Los circuitos con tensiones o intensidades dispondrán además de bornas seccionables y cortocircuitables y para los secundarios de medida se dispondrán además tapas precintables. En función de las características específicas de cada instalación, se deberán adaptar las características de los transformadores de intensidad: intensidades de primario y el número y características de los secundarios.

Se considera las siguientes tipologías de celdas:

- Celda de protección mediante interruptor (transformador de potencia, transforformador de servicios auxiliares, circuitos red colectora, compensación de reactiva).

Celda de protección mediante interruptor. Equipos y materiales:

- Embarrado general simple tripolar.
- Seccionador de 3 posiciones (cerrado/abierto/puesto a tierra) con mando manual y motorizado dotado de contactos auxiliares de posición libres por cada posición.
- Interruptor automático tripolar (motorizado), de corte en vacío dotado de Contactos auxiliares de posición libres por cada posición.
- Motor de carga de muelles.
- Contador de maniobras.
- Relé antibombeo.
- Bobina de cierre.
- Bobina de mínima tensión (sólo en celda de protección transformador de potencia).
- Dos (2) bobinas de disparo.
- Conjunto de tres (3) transformadores de intensidad.
- Conjunto de tres (3) transformadores de tensión (si se requiere).
- UCB (Unidad de control de bahía).
- Conjunto de pasatapas de salida para la conexión de terminal enchufable de cono interno o de cono externo en T (Cable de potencia) con capacidad mínima de 3 contactos por fase.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 305 de 577

- Conjunto de bridas y soportes para la sujeción de tres cables de potencia por fase.
- Conjunto de elementos de baja tensión (relés auxiliares, interruptores automáticos, bornas seccionables y cortocircuitables, etc.).
- Detectores capacitivos trifásicos indicadores de presencia de tensión dotados de contactos auxiliares.

Cada celda dispondrá de un mecanismo de bloqueo que impida la apertura de la puerta mientras no se haya abierto el interruptor. Asimismo, se impedirá el cierre de éste mientras la puerta no queda completamente cerrada.

Existirá también el correspondiente enclavamiento entre el interruptor y el seccionador que impida el cierre simultáneo de ambos.

La cara frontal de cada celda deberá reflejar el esquema sinóptico de su instalación eléctrica, así como llevar una placa de identificación que exprese la designación de la celda, la tensión nominal, el año de fabricación y la marca del fabricante.

Dispondrán de los enclavamientos eléctricos y mecánicos necesarios que impidan la realización de maniobras de riesgo, tanto para el aparellaje como para el personal de operación. Los enclavamientos mecánicos no podrán ser eliminados por un operario, siendo solidarios con los mecanismos de actuación de los elementos con los que se enclave.

Cada celda se dividirá en seis compartimentos independientes, destinados a alojar en cada uno de ellos los siguientes elementos:

- Compartimento de seccionadores de línea.
- Compartimento de interruptor – disyuntor.
- Compartimento de barras.
- Compartimento de cables.
- Compartimento de control.
- Interfaz de operaciones.

En la parte frontal de la celda estará el compartimento de elementos de baja tensión, destinado al alojamiento del equipo de control, medida y protección. También estarán los elementos de control de gas SF6, el accionamiento y mando eléctrico del interruptor automático y los mecanismos de mando manual y eléctrico de los seccionadores de barras con sus enclavamientos correspondientes.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 306 de 577

La señalización de la parte frontal de la celda dispondrá de un sinóptico para mando y señalización local de la misma. Se señalizará la posición conectado, desconectado de los interruptores, la indicación de muelles tensados o destensados, y la posición conectado o desconectado de los seccionadores.

Interruptores

Se utilizarán para protección de línea y desconexión en carga con corte en vacío. Serán de tipo fijo con los enclavamientos adecuados y el accionamiento será por muelles con carga por motor.

La tensión de aislamiento será de 36 kV, intensidad nominal de 1.250 y 630 A.

Dispondrán de bobina de cierre y de disparo y de sistema de control a 125 V c.c. en la propia celda.

Seccionadores

Se utilizarán de dos tipos, de corte en vacío en las celdas de interruptor. Irán enclavados entre sí y tendrán tres posiciones, abierto, cerrado y puesta a tierra.

El otro tipo será de corte en carga, irá montado en la celda de protección del transformador de SS.AA. de la subestación.

Se utilizarán para protección de línea y desconexión en carga con corte en vacío. Serán de tipo fijo.

Seccionadores de p.a.t.

Se utilizarán exclusivamente para la puesta a tierra del circuito conectado a la celda de protección del transformador de SS.AA. y estarán mecánicamente enclavados con el seccionador, de manera que sólo podrán cerrarse si el seccionador está en posición abierto.

Medidas de seguridad

Las celdas dispondrán de los enclavamientos funcionales definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 307 de 577

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras adecuadas.

Medida

Se instalarán en las celdas los transformadores de intensidad y de tensión adecuados para la medida y protección de los distintos equipos y líneas.

De igual forma se instalará en cada una de las posiciones los equipos convertidores multifunción adecuados, que informarán sobre el estado de todas las variables de medida del sistema: tensión, intensidad, potencia y energía con máximos y mínimos.

Tabla de datos técnicos principales:

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
1	Frecuencia nominal	Hz	50
2	Tensión de servicio	kV	30
3	Tensión nominal asignada	kV	36
4	Tensión de ensayo 1 min., 50 Hz	kV	70
5	Tensión asignada soportada a impulsos tipo rayo	kV	170
6	Intensidad nominal	A	1250/630
7	Intensidad admisible corta duración (1s)	kA	25
8	Intensidad de cortocircuito (valor cresta)	kA	63

7.1.10. Reactancia de puesta a tierra 30 kV

Deberán estar diseñadas para poder soportar las condiciones de cortocircuito en intensidad y duración, en las siguientes condiciones:

- Máxima temperatura ambiente.
- Temperatura de régimen del cobre y aceite alcanzada para condiciones equilibradas o con desequilibrios propios de la red (3Io = 500 A).
- Máxima tensión de servicio (36 kV).

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 308 de 577

Los devanados y partes activas de la reactancia irán sumergidas en un tanque de aceite de dimensiones apropiadas, dotado de radiadores y depósito de expansión. La reactancia irá montada elevada sobre una estructura metálica de soporte.

La cuba irá provista de una placa terminal para su puesta a tierra, dicha placa irá situada en la parte inferior de la cuba y dispondrá de tornillo para el montaje de un terminal de diseño apropiado.

En una parte visible de la cuba se dispondrá una placa de características de la máquina, y otra en la cual figurará su esquema interno. Las placas deberán ser de acero inoxidable. En la placa de características deben figurar como mínimo las siguientes:

- La palabra "Reactancia Trifásica de Puesta a Tierra".
- Normas de diseño.
- Nombre del fabricante.
- Número de serie del fabricante.
- Año de fabricación.
- Número de fases.
- Tensión nominal.
- Frecuencia nominal.
- Corriente de defecto a tierra.
- Duración máxima de la corriente de defecto.
- Impedancia homopolar por fase.
- Nivel de aislamiento.
- Tipo de aceite.
- Cantidad de aceite.
- Peso total.
- Relación de transformación y características de los transformadores de intensidad bushing.
- Esquema eléctrico interno.

La cuba deberá ir provista de las válvulas necesarias para el vaciado y tratamiento del aceite. Asimismo, las reactancias de puesta a tierra irán equipadas con los siguientes accesorios:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 309 de 577

- Depósito de expansión con nivel óptico.
- Cáncamos para el manejo y elevación.
- Relé Buchholz con contactos de alarmas y disparo.
- Nivel de aceite con contacto de alarma.
- Termómetro con contactos de alarma y disparo, para el control de la temperatura del aceite.

Todos los circuitos eléctricos tanto de los detectores como de los transformadores de intensidad Bushing, se centralizarán en un armario de bornas finales. Dicha caja tendrá la estanqueidad necesaria para su montaje en intemperie.

Toda la tornillería exterior empleada será inoxidable.

Los radiadores serán galvanizados y protegidos adicionalmente mediante pintado.

Tabla de datos técnicos principales:

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
1	Instalación	-	Intemperie
2	Tipo	-	Trifásica sumergida en aceite
3	Tensión nominal	kV	30
4	Tensión de funcionamiento	kV	30
5	Tensión asignada	kV	36
6	Máxima corriente de falta a tierra	A	500
7	Duración de la corriente de la falta	s	30
8	Conexión	-	Zig-Zag
9	Refrigeración	-	ONAN
10	Nivel de aislamiento	kV	170 / 70
11	Máxima corriente permanente de falta a tierra	A	35

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023

7.1.11. Baterías de condensadores 30 kV

Teniendo en cuenta que el criterio de diseño de la subestación, será tal que garantice un factor de potencia de 0,95 en barras de subestación, para la posible compensación de energía reactiva se reserva el espacio para la posible instalación de las baterías de condensadores necesarias.

Debe integrar en forma compacta las unidades de condensadores monofásicos, el transformador para la base de la protección de desequilibrio de la batería, y el dispositivo de seguridad de puesta a tierra del sistema.

Todos los elementos que forman el sistema están diseñados para servicio exterior.

Elementos del equipo:

- Condensadores. Los condensadores, del tipo exterior, estarán diseñados bajo la tecnología de fusibles internos, la cual se basa en la asociación en serie de un fusible con cada elemento que forma el condensador y cuando en este se produce una perforación dieléctrica, actúa el fusible desconectando de servicio solamente el elemento perforado por lo que el condensador puede permanecer en servicio con una pequeña disminución de potencia.
- Reactancias monofásicas.
- Protección de desequilibrio. Transformador de intensidad a conectar entre los neutros de cada semiestrella, con el fin de detectar la intensidad de desequilibrio que circula por el neutro cuando se produce el fallo de cualquier elemento interno.
- Dispositivo de puesta a tierra. Juego tripolar de cuchillas de puesta a tierra, a conectar en paralelo en la entrada de la batería y poder conectar a tierra la misma antes de proceder a cualquier manipulación en su interior.
- Caja de bornas. Con acceso directo al exterior se dispone una caja metálica, en cuyo interior se recogen las bornas de los circuitos correspondientes al secundario del transformador de intensidad de desequilibrio y los contactos auxiliares del dispositivo de puesta a tierra.

Tabla de datos técnicos principales:

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
1	Instalación	-	Intemperie
2	Tensión asignada	kV	30
3	Tensión nominal de aislamiento	kV	36
4	Nivel de aislamiento	kV	170 / 70
5	Potencia nominal ORIENTATIVA (potencia según requisitos a cumplir en	MVAr	5,5 / 5 / 2 / 1

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023

	el punto de conexión):		
6	Conexión	-	Doble estrella
7	Frecuencia	Hz	50
8	Servicio	-	Continuo

7.1.12. Transformadores servicios auxiliares 30/0,4 kV.

Los transformadores de servicios auxiliares serán trifásicos de aislamiento seco equipado con regulación de tensión en vacío e irán en el interior de una envolvente metálica.

- Arrollamientos

Los arrollamientos serán de aluminio o de cobre.

El arrollamiento de BT estará bobinado en banda mediante cable tipo pletina aislado y estará impregnado en resina epoxy ignífuga.

El arrollamiento de MT será de tipo encapsulado y moldeado en vacío, y también estará impregnado en resina epoxy ignífuga.

- Chapa magnética

El circuito magnético se realizará mediante chapa de acero al silicio de grano orientado, aislada por óxidos minerales, y estará impregnado en resina epoxy ignífuga.

- Aislamiento

El dieléctrico será de tipo sólido, constituyendo un encapsulado total en resina de los arrollamientos.

- Ruedas y elementos de elevación

Los transformadores llevarán ruedas sin pestaña de acero fundido, con dispositivo de bloqueo, orientables en dos direcciones perpendiculares, para desplazamientos longitudinales y transversales.

Se dispondrán anillas de elevación del transformador completo, así como enganches para el arrastre.

Igualmente se dispondrán soportes para apoyo de gatos hidráulicos.

- Tornillería y juntas

Toda la tornillería será de acero inoxidable.

El tipo de material utilizado en las juntas deberá ser de neopreno.

- Bornas

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 312 de 577

Las bornas de MT serán enchufables, sin puntos en tensión accesibles.

En la salida de los cables de BT, se instalarán placas aislantes para la entrada por prensaestopas.

Las bornas deberán ser idénticas entre sí. Esto facilitará la existencia de una borna única como repuesto.

Los transformadores llevarán placas de identificación de bornas: 1U, 1V, 1W, 2U, 2V, 2W, 2N.

- Cambio de tomas

Las tomas de tensión se realizarán preferentemente mediante barritas de conmutación, o en su defecto, puentes de conexión maniobrables con el transformador sin tensión.

La regulación se realizará en MT y tendrá un total de 5 posiciones.

La posición 1 será la de mayor tensión y la 5 la de menor tensión, de forma que subir escalón corresponda a subir tensión en el secundario a igual tensión en el primario.

- Protecciones

Los transformadores incorporarán un dispositivo térmico formado por seis sondas PTC (dos por fase), conectadas a un regletero de bornas desenchufables, y un convertidor electrónico con dos contactos, uno de alarma y otro de disparo.

Este dispositivo se instalará en un armario metálico con frente de metacrilato, ubicado junto al transformador, pero nunca sobre éste o sobre la envolvente metálica de protección.

- Cables

Los cables serán no propagadores de la llama, según Norma UNE 20.432-1 y con ausencia de halógenos según Norma UNE 21.147-1.

Todos los cables estarán identificados con canutillos de plástico y tinta indeleble.

La sección mínima de los cables será 2,5 mm2.

- Pintura

Las superficies y accesorios externos del transformador deberán tener una adecuada protección anticorrosiva.

La pintura de los transformadores se realizará según la Norma UNE 20.175.

- Envolvente

La envolvente estará protegida contra la corrosión y la polución, garantizando un grado de protección IP31/IK7, según Normas UNE 20.324 y UNE 50.102.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 313 de 577

El acabado exterior de la envolvente será RAL 5013. Se cumplirá la Norma UEFE 1.4.08.01A equivalente a la Norma UNE 20.175.

La envolvente dispondrá de dos terminales de puesta a tierra.

En el lado de MT, dispondrá de un panel atornillable para permitir el acceso a los terminales de conexión de MT (por la parte inferior de la misma), y a las tomas de regulación.

Sobre la envolvente y en el lado de MT se colocará la placa de características y la correspondiente señal de advertencia de “Peligro Eléctrico”.

- Ruido

Los transformadores no superarán los valores de la norma UNE 21538-1-1996, que se medirán según la norma UNE-EN 60076-10:2002.

- Clase térmica y clases ambientales, climáticas y de comportamiento al fuego

La clase térmica de los transformadores será F, es decir, la temperatura máxima del punto más caliente será 155ºC, siendo el calentamiento máximo de 100 K.

Los transformadores presentarán unas clases ambientales de E1 y C1.

La clase de comportamiento al fuego será C2.

Todas estas clases están referidas a la norma UNE-EN 60726

La placa de características deberá incluir las características que se indican a continuación:

- Tipo del Transformador.
- Norma.
- Nombre del fabricante y marca.
- Número de serie del fabricante.
- Año de fabricación.
- Número de fases.
- Potencia nominal.
- Frecuencia nominal.
- Tensiones nominales.
- Corrientes nominales.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 314 de 577

- Grupo de conexión.
- Tensión de cortocircuito a la intensidad asignada.
- Forma de refrigeración.
- Peso de desencubado.
- Peso del aceite aislante.
- Peso total.
- Calentamiento.
- Niveles de aislamiento.
- Esquema de conexión.
- Material de los arrollamientos (AT y BT).
- Nivel de ruido (presión acústica).

Toda la tornillería que se use en los transformadores será de acero inoxidable.

Todos los contactos de alarma, señalización y protección se cablearán a una caja de centralización de bornas esta caja llevará sus correspondientes prensaestopas para los cables de entrada.

Tabla de datos técnicos principales:

Nº	DESIGNACIÓN	Ud.	VALORES
1	Tipo	-	seco
2	Instalación	-	Interior
3	Número de fases		3
4	Potencia nominal	kVA	250
5	Tensión primario	V	30.000 ±2,5%
6	Tensión secundario	V	400/230 Vca
7	Frecuencia nominal	Hz	50

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 315 de 577

8	Impedancia	%	6
9	Grupo de conexión	-	Dyn11

7.1.13. Grupo electrógeno 160 kVA.

El Grupo generará en BT a 400 V 50 Hz. suministrando energía eléctrica a la instalación.

El grupo arrancara de forma automática, bien mediante una señal dada por los vigilantes de tensión/frecuencia de las alimentaciones de red; o por una señal manual; sincronizándose en vacío. Si hubiese varios grupos trabajando en paralelo el sistema de control dará las órdenes de cierre a los interruptores generales de conexión de los grupos cuando estén sincronizados.

El grupo electrógeno dispondrá de un cuadro para el control y señalización local. En dicho cuadro irán los controles de los grupos y las alimentaciones para los servicios auxiliares de los mismos.

La caja de bornas de conexión del alternador debe sobredimensionarse adecuadamente para poder instalar los transformadores de intensidad T/i y de tensión encapsulados, para los relés de protección y medida del Grupo.

El acoplamiento entre el motor y el alternador será de tipo elástico, mediante un cojinete instalado en el alternador en el lado opuesto al motor, dimensionado para el máximo esfuerzo de torsión.

El conjunto motor/alternador irá montado sobre una bancada metálica de acero, mecanizada y electrosoldada, apoyada al forjado directamente o en una bancada de hormigón, en ambas soluciones se instalarán antivibratorios que eviten la transmisión de las vibraciones del Grupo

Las dimensiones y características de dicha bancada de obra para su adecuada realización. Es recomendable que la bancada mida como mínimo 30 cm más que el contorno de la superficie de apoyo del grupo. La profundidad vendrá dada por la condición de que su peso sea igual al del grupo, de la siguiente manera:

$$h = \frac{P}{l \times a \times \rho}$$

Donde h: profundidad de bancada (m)

P: peso de grupo con líquidos (kg)

l: longitud de bancada (m)

a: ancho de bancada (m)

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 316 de 577

ρ: densidad del hormigón, 2400 kg/m3

Sistema de control

El Grupo llevará encima del alternador, debidamente apantallado y protegido contra vibraciones un cuadro de control que incorpore las alarmas mecánicas, medidas y parámetros propios del motor, con doble juego de contactos, para información al sistema de gestión general y al cuadro principal del Grupo (ver apartado de instrumentación en esta misma especificación).

Además de este cuadro local existirá un cuadro de potencia (fuerza) en donde se ubicará, el aparellaje de los servicios auxiliares, las placas de control, relés de protección, alarmas etc.

Estará formado por dos tipos de paneles, uno de ellos conteniendo los controles y el sinóptico; y en el otro tipo el aparellaje de los servicios auxiliares.

Este cuadro de fuerza puede estar instalado en el grupo o puede ser exterior al mismo (depende del fabricante del grupo).

Los criterios de diseño de este cuadro serán los mismos que los de los Cuadros Secundarios de la instalación.

Carpintería metálica del cuadro de potencia (fuerza) cuando se instala fuera del grupo electrógeno

El cuadro será autoportante, con cáncamos para su elevación. Estará formado por módulos o paneles de tipo armario montados sobre el suelo, apoyados sobre un zócalo metálico de 25 cm, con resistencia suficiente para que el cuadro pueda ser elevado mediante carretilla sin producir deformaciones. El zócalo se anclará por una parte al piso terminado y por otra al cuadro.

El cuadro será ampliable, por ambos extremos, y sus cuatro paneles perimetrales serán desmontables.

En una de las puertas habrá un compartimento ex profeso para dejar los planos del cuadro. En el caso de que sea accesible por detrás, deberá tener en cada sección vertical una rotulación semejante a la existente en el frente. Su acceso será mediante puerta con bisagras, cerradura de cuadradillo y trenza flexible de puesta a tierra.

En el diseño del cuadro se deberán tener en cuenta los criterios térmicos para evitar calentamientos por encima de los 40 ºC, (se considera siempre a plena carga), poniendo rejillas de ventilación en los laterales del cuadro, en la parte inferior (altura mayor que 10 cm sobre el zócalo) y superior. Si fuera necesario, se instalará un ventilador axial en el techo del cuadro, controlado por un termostato regulable entre 25 ºC y 50 ºC.

Se dispondrá de una bancada metálica de dimensiones acordes con el cuadro y de altura mínima de 0,3 m para permitir el paso de cables a los correspondientes puntos de conexión. La bancada será tratada con antioxidante, pintada y puesta a tierra.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 317 de 577

El cuadro será tratado, en su totalidad, con antioxidante más dos capas de pintura de color a determinar por la Dirección Técnica en el exterior y de color naranja liso en el interior (RAL 200).

En la parte frontal del cuadro irán los aparatos de medida, conmutadores, pulsadores y, en general, los elementos de maniobra que puedan accionarse desde el exterior del cuadro, sin riesgo para el operador, con su correspondiente rótulo.

Cableado

La entrada y salida de cables al cuadro se realizará por la parte superior y/o inferior.

Sólo se emplearán bornas de conexión por brida hasta 35 mm², siendo el tornillo y brida de acero endurecido y la guía de corriente en cobre o latón de alta calidad. Para secciones mayores se emplearán bornas con palas de tornillo para terminales de pala redonda.

Las bornas de mando estarán agrupadas por paneles.

Todas las bornas, tanto de potencia como de mando, correspondientes a los servicios de un panel, estarán situadas en el mismo panel.

En el caso de que no se pudieran colocar todas las bornas de salida en un solo carril, se colocarían dos carriles, en distintos planos. Estos carriles deben ser completos de extremo a extremo del panel. Siempre debe quedar un 20% de espacio libre al final del conjunto de bornas de fuerza y al final del conjunto de mando.

Todos los cables de una manguera, ya sean de mando o de fuerza, deben estar conectados correlativamente en un solo conjunto de bornas de un solo panel. En el caso de que fuera necesario llevar las señales que llegan por una sola manguera a varios paneles, estas señales se recogerían en un solo panel y luego con cableado interior del cuadro, se repetirían las que fueran necesarias en los paneles correspondientes.

En el caso de colocarse dos o más carriles de bornas en un panel, éstos se deben colocar de forma que se pueda cablear, controlar y cambiar cualquier conexión, tanto de los hilos que llegan del interior del cuadro, como de los que llegan del exterior, sin tener que para ello desconectar o desplazar otros cables. Teniendo en cuenta que los cables que normalmente llegan del exterior son cables rígidos, no es recomendable la solución de prever canaleta para ellos. En todo caso, esta canaleta debería estar sobredimensionada y emplearse sólo y únicamente para cables interiores.

Todo el cableado interior del cuadro irá en canaletas al efecto, siendo mínimo el número y la longitud de cable de interconexión entre aparatos que vaya sin canalización.

Todo el cableado interior del cuadro se realizará con cable de cobre 07Z1 de secciones mínimas:

- Para mando y señalización: 1,5 mm²

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 318 de 577

- Para los secundarios de los transformadores de intensidad: 6 mm²
- Para los secundarios de los transformadores de tensión: 4 mm²

Las interconexiones con aparatos situados en la puerta se protegerán con cinta helicoidal de plástico.

Todos los cables llevarán su designación mediante anillos, y ésta será mediante el criterio de punta contraria.

El cableado de señal y control debe ir en una bandeja independiente del resto del cableado.

El cableado de corriente alterna, aunque sea de control, debe ir separado del cableado de corriente continua.

La bandeja del cableado de control debe ir separada un mínimo de 30 centímetros de cualquier otra bandeja con cableado de potencia o corriente alterna.

El cableado de señal y control tendrá una sección mínima de 1.5 mm2, a no ser que se especifique otra sección.

Alimentaciones de control

La alimentación no deriva directamente del embarrado general del cuadro y vendrá directamente del sistema de alimentación ininterrumpida.

Después del órgano general de corte de la distribución, estarán conectados 3 pilotos de señalización de presencia de tensión y un relé temporizado a la desexcitación, que supervisa la tensión. En caso de falta, cerrará un contacto sin tensión, para dar alarma al exterior. En el caso de existir un transformador de control, lo anterior se conectará en el secundario de dicho tramo de control.

Se proveerá en cada sección vertical un sistema de encendido controlado por final de carrera de la puerta de acceso. Junto a este encendido habrá una toma de enchufe doble F+N+T para servicios auxiliares alimentado desde un circuito ex profeso que abarque el alumbrado y los enchufes.

Instrumentación

Panel de control montado en la caja de terminales del generador incluyendo:

- Pantalla de cristal líquido para visualización de parámetros de operación tanto de motor como de generador.
- Lámparas de aviso de alarma / parada (ámbar, rojo).
- Teclas con sus lámparas indicadoras de estado para: arranque manual/paro manual/funcionamiento en automático.
- Tecla de prueba de lámparas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 319 de 577

- Tecla para reconocimiento de alarmas.
- Teclado multifunción para navegación.
- Tecla para visualización de parámetros de motor.
- Tecla para visualización de parámetros de generador
- Multimedidor digital, con indicación como mínimo de:
  - Tensiones de generación de línea y de fase.
  - Corrientes (por fase y media).
  - Potencia reactiva trifásica
  - Factor de potencia
  - Potencia aparente trifásica
  - Frecuencia de generador.
  - Revoluciones de motor.
  - Energía activa
  - Energía reactiva
  - Tensión de baterías.
  - Horas de motor.
  - Temperatura de agua de refrigeración.
  - Presión de aceite.
  - Registro de los 20 últimos fallos.
- Medidas de tensión,
- Ajustes y programación almacenados en memoria no volátil, para evitar pérdidas ante eventuales fallos de alimentación.
- 3 niveles de seguridad mediante contraseña para protección de los ajustes.
- Grado de protección del frontal IP56, resistente a salpicaduras de combustible y aceite de motor, IP 22 en la parte trasera.
- Rango de temperatura de funcionamiento desde -20º C a 70º C.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 320 de 577

- Placa de comunicaciones MODBUS RS-485.
- Indicaciones (mínimos) de alarma/parada por:
  - Fallo de arranque.
  - Alta temperatura de agua alarma / parada.
  - Baja presión de aceite alarma / parada.
  - Sobrevelocidad.
  - Alta / baja tensión de baterías.
  - Parada de emergencia activada.
- Controles mínimos:
  - Automático / Arranque / Paro.
  - Parada con tiempo de enfriamiento.
  - Parada de emergencia.
  - Ciclo de arranque programable.
  - Prueba de lámparas.
- Entradas digitales (6 en total):
  - Parada de emergencia remota.
  - Arranque Remoto.
  - 4 canales programables.
  - Posibilidad de ampliación de entradas digitales
- Salidas de relé (6 en total):
  - Activación del motor de arranque.
  - Control de combustible.
  - 4 canales programables.
  - Posibilidad de ampliación de salidas de relé
- Anunciadores remotos de alarmas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 21 de 577

- Software de monitorización remota.

Cuadro de automatismo

El cuadro de automatismo completa las funciones de mando y protección de los paneles de control instalados en el propio grupo electrógeno.

Su principal función es la de vigilar la tensión trifásica de red de la compañía eléctrica, con el fin de arrancar el grupo electrógeno, para poder realizar el suministro de energía a los consumidores, gracias al control que se realiza sobre los interruptores de la transferencia de red/generador.

Otra de sus funciones, es realizar la gestión de las alarmas que no son controladas por el panel de control del propio grupo. También es posible, dotando al cuadro de funciones adicionales, realizar el mando sobre los sistemas auxiliares del grupo, realizar la medida de los parámetros eléctricos del generador, etc., así como complementarlo con el cuadro de la transferencia red/generador, que bien puede estar realizado por contactores o por interruptores automáticos.

No obstante lo anterior, el cuadro de automatismo incluye: el mando y protección de la bomba de vaciado de aceite, el mando y protección de la bomba eléctrica de trasiego de combustible, y la señalización centralizada (aviso y disparo) del regulador de tensión así como su reseteo.

Tendrá cuatro tipos de funcionamiento:

- Automático: arranque automático del grupo al producirse el fallo de la red eléctrica, desconexión del interruptor de red y conexión del interruptor del generador. Transcurrido el tiempo de retardo para estabilización de red tras su vuelta, desconexión del interruptor del generador y conexión del interruptor de red, funcionamiento en vacío del grupo para estabilización de temperaturas y posterior parada.

- Test: arranque automático del grupo al seleccionar esta modalidad, funcionando este en vacío, las teclas de conexión y desconexión de los contactores quedan operativas. Si estando seleccionado en test se produjese un fallo de la red, el automatismo realiza automáticamente la transferencia red/generador para realizar el suministro de energía a consumidores. Al retorno de red el cambio ha de ser manualmente.

- Manual: control del motor a través de los pulsadores de arranque y parada, lo mismo ocurre con la transferencia, control manual con los pulsadores de conexión y desconexión de cada contactor.

- Desconectado: con el grupo parado, no es posible el arranque del mismo en caso de fallo de la red de compañía, si por el contrario el grupo estuviese en marcha se produciría el paro inmediato. En cualquier caso el contactor de red permanecerá conectado. En esta posición las teclas de conexión y desconexión del contactor quedan operativas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág. 322 de 577

Sistema de protecciones (gestión de alarmas)

Las alarmas que el automatismo es capaz de gestionar pueden ser internas (la vigilancia la realiza el automatismo) o externas (la vigilancia la realizan componentes externos y son recibidas mediante contactos). Estas alarmas son:

- Fallo de arranque (interna).
- Aviso en control de grupo (externa).
- Paro en control de grupo (externa).
- Bajo nivel de combustible (externa).
- Parada de emergencia (externa).
- Sobrecarga y/o disparo interruptor generador (externa).
- Alarma reserva (externa).
- Alta/baja tensión de baterías (27dc, 59dc).
- Máxima/mínima tensión de generador y red (27,59).
- Máxima/mínima frecuencia de generador y red (81M, 81m).
- Asimetría de tensión de generador (47).
- Secuencia de fases de generador y red (47).
- Sobreintensidad fases (50,51).

Generador

Cada grupo incorporará:

- Generador incluyendo regulador de tensión.
- Aislamiento clase H.
- Elevación de temperatura clase H.
- Resistencia anticondensación (control interno).
- Sensores de temperatura en devanados.
- Interruptor tetrapolar con bobina de disparo y contacto auxiliar de estado

Sistema de arranque

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 323 de 577

Estará constituido por un motor de corriente continua accionado por arrancador y baterías de 12 ó 24 V, con capacidad para producir 20 arranques continuados en las condiciones más desfavorables para las baterías.

Para mantener las baterías en servicio se dispondrá de un cargador de tipo estático, con voltímetro, amperímetro y selector con dos posiciones de funcionamiento:

- Automática, para carga rápida con posibilidad de temporización
- Manual.

Tendrá limitación de corriente, protección contra inversión de polaridad y alarma de anomalía (por defecto interno, falta de tensión en la entrada de CA. y en la distribución de CC.).

La acometida irá protegida con un interruptor de corte omnipolar.

Incorporará un sistema automático de control del número de arranques consecutivos y del intervalo entre ellos. Si al cabo de tres intentos el grupo no ha arrancado se bloqueará dando la correspondiente alarma de anomalía.

Sistema de combustible

Dispondrá como mínimo de:

- Filtro primario de combustible con decantador de agua.
- Filtro secundario de combustible.
- Bomba manual de cebado de combustible.
- Bomba eléctrica de combustible.
- Refrigerador de combustible.
- Tubería flexible de combustible para las conexiones.

Sistema de lubricación

La lubricación del motor se efectuará por medio de aceite en circulación forzada por bomba de engranajes accionada por el propio motor, disponiendo de filtro, refrigerador, termómetro y manómetro con contactos para dar alarma, así como de un sistema de vaciado del aceite del cárter mediante un conducto hasta el exterior de la bancada y dotado de una válvula de cierre rápido, tapón de seguridad y bomba manual.

Dispondrá de un sistema de pre-engrase periódico automático capaz de mantener el grupo en condiciones óptimas para su entrada en servicio a plena carga en cualquier momento sin deterioro del motor.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 324 de 577

El Grupo incorporara:

- Cárter de aceite.
- Enfriador de aceite de lubricación con válvula de derivación.
- Filtro de aceite.
- Bomba de circulación de aceite de engranajes, accionada por el motor.
- Aceite lubricante primer llenado.
- Tuberías de drenaje de aceite.
- Eliminación de gases.
- Bomba eléctrica vaciado y llenado de cárter.
- Válvulas de seguridad ante explosión en cárter.

Sistema de admisión

Para el sistema de admisión el grupo incorporará:

- Filtros de aire modulares de tipo seco, con tambor autocentrable de alto rendimiento de filtrado. Incorporan carcasa metálica de alojamiento.
- Indicador de servicio para cambio de filtro.

Sistema de refrigeración

Para la refrigeración del grupo incorporará:

- Radiador con rejilla de protección, pudiendo estar separado del grupo, incorporando para el accionamiento del ventilador soplante un motor eléctrico.
- Bomba de circulación de agua.
- Depósito de expansión y control termostático
- Conducto de drenaje de refrigerante con válvula.
- Parada por bajo nivel de refrigerante.
- Anticongelante.
- Anticorrosivo.
- Resistencia de calefacción del agua de refrigeración.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 325 de 577

Medida

Bien mediante un analizador de redes de tipo convencional o integrado en el sistema de control del grupo, se podrán visualizar los parámetros eléctricos.

Las medidas se realizarán en verdadero valor eficaz, a través de 3 transformadores de intensidad T/i In/5 A, y de las 4 señales de tensión 3F + N. Será del tipo de 4 cuadrantes.

El analizador de redes ha de poder comunicarse con el sistema de gestión, creará un histórico de datos de un mes de duración mínima (31 días) con actualización diaria mediante el sistema de ventana deslizante y mostrará las siguientes indicaciones en el display:

- Intensidades de fases y de líneas.
- Tensiones de fases y de líneas.
- Potencia activa trifásica.
- Potencia reactiva trifásica
- Factor de potencia
- Potencia aparente trifásica
- Frecuencia
- Energía activa
- Energía reactiva
-

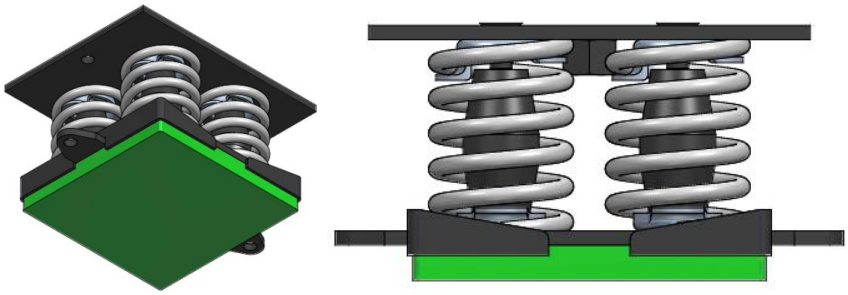
7.1.13.1.Soportación (Amortiguadores tipo muelle)

El soporte anti-vibratorio utilizado será tipo muelle con sistema de anclaje mecánico y aislamiento de vibraciones de baja frecuencia.

El número, carga máxima y modelos de cada soporte será dimensionado acorde las características del grupo electrógenos y a la normativa vigente.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 326 de 577



7.1.14. Cable desnudo de potencia, embarrados y material de conexión

Los conductores, embarrado y material de conexión deberán de cumplir la norma UNE de aplicación.

El Contratista informará por escrito al Director de la Obra, indicando el nombre de la firma del fabricante de los materiales y adjuntará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reúne las suficientes garantías a juicio del Director de la Obra, antes de su instalación hará que el Contratista compruebe las características de estas en un laboratorio oficial.

Durante la fabricación del cable se realizarán los controles y pruebas destinados a comprobar el buen funcionamiento y la calidad de sus componentes.

Los ensayos de los materiales se realizarán de acuerdo con las Normas de aplicación.

El sentido del cableado de la última capa de los conductores será a derecha.

La tracción admisible de los cables y material de conexión deberá tener un coeficiente de seguridad superior a 3.

Donde se requiera en los embarrados se incluye en el interior un cable antivibración.

Los cables desnudos para el sistema de 132 kV serán de aluminio, el material de conexión será compatible con estos y con el equipo al que conecta.

Los tubos para el sistema de 30 kV serán de cobre, el material de conexión será compatible con estos tubos y con los cables aislados de aluminio 18/30 kV.

Los cables irán embalados en bobinas de madera o metálicas, que deberán llevar una placa metálica con las siguientes inscripciones:

- Nombre y marca del fabricante.
- Nº de serie del cable.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 27 de 577

- Sección del conductor.
- Longitud de la pieza en metros.
- Peso total de la bobina, en kg.
- Indicación, en cada bobina, del origen y destino del cable contenido.
- Nº de Bobina.

7.1.15. Cableado 18/30 kV

7.1.15.1. Características de diseño

El cable de potencia a 30 kV deberá responder a las siguientes características:

- Instalación: Canalización subterránea / canalización aérea.
- Tensión nominal asignada (U0/U): 18/30 kV.
- Tensión de servicio: 30 kV.
- Frecuencia de servicio: 50 Hz.
- Régimen del neutro de la red de 30 kV: Reactancia en zig-zag.
- Máximo valor de la corriente de cortocircuito a tierra: 3 Io = 500 A.

El Contratista informará por escrito al Director de la Obra, indicando el nombre de la firma del fabricante de los conductores y adjuntará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reúne las suficientes garantías a juicio del Director de la Obra, antes de su instalación hará que el Contratista compruebe las características de estas en un laboratorio oficial.

7.1.15.2. Características constructivas

Los cables tendrán las siguientes características constructivas:

- Tensión nominal: 30 kV.
- Tensión máxima entre fases: 36 kV.
- Temperatura nominal del conductor en servicio normal: 90ºC.
- Temperatura nominal máxima del conductor en condiciones de cortocircuito: 250ºC.
- Conductor: Aluminio/Cobre s/indicado.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 328 de 577

- Aislamiento. XLPE (Polietileno reticulado).
- Pantalla Corona de alambres de cobre.
- Cubierta exterior. Z1-OL
- Proceso de Fabricación Triple extrusión.

(*) Provisto de obturación longitudinal de agua únicamente bajo la cubierta encima de la pantalla y no adicionalmente encima del conductor.

7.1.15.3.Ensayos

Durante la fabricación del cable se realizarán los controles y pruebas destinados a comprobar el buen funcionamiento del cable y la calidad de sus componentes.

Los ensayos del mismo se realizarán de acuerdo con las Normas de aplicación.

Estas Normas dividen los ensayos a realizar en los grupos siguientes:

Los ensayos individuales se realizarán sobre todo el cable terminado y consisten en:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión.
- Ensayo de descargas parciales.

Los ensayos especiales se realizarán sobre dos muestras de cada tipo de conductor y diferentes bobinas, que consisten en:

- Examen del conductor: Los cables que presenten defectos superficiales u otros particularmente visibles serán rechazados.
- Verificación de dimensiones.
- Ensayo de tensión durante 4 horas.
- Ensayo de alargamiento en caliente.

Los ensayos tipo no es necesario realizarlos pues se supone que ya han sido realizados por el fabricante antes de su comercialización y se justificarán mediante la entrega de sus protocolos correspondientes.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023

También se realizarán pruebas del conductor una vez instalado, para las cuales el suministrador realizará las que se enumeran a continuación y aportando los medios necesarios para su realización.

- Ensayo de tensión posterior al ensayo de descargas parciales. Este ensayo se realizará estando todos los elementos conectados para verificar la integridad de todos los elementos y para localizar cualquier defecto en el sistema debidos a problemas de construcción o de instalación.
- Comprobación de la continuidad y resistencia óhmica de las pantallas.
- Ensayo de rigidez del aislamiento de la cubierta.
- Ensayo de descargas parciales.
- Comprobación de la continuidad del cable y del orden de fases.

7.1.15.4. Embalaje, marcado y envío

Los cables irán embalados en bobinas de madera o metálicas, que deberán llevar una placa metálica con las siguientes inscripciones:

- Nombre y marca del fabricante.
- Nº de serie del cable.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Sección del conductor.
- Longitud de la pieza en metros.
- Peso total de la bobina, en kg.
- Indicación, en cada bobina, del origen y destino del cable contenido.
- Nº de Bobina.

La distribución de cables en las diferentes bobinas, así como las longitudes de los contenidos de las mismas, se elegirán de forma que se puedan realizar las diferentes tiradas con los mínimos empalmes intermedios.

7.1.15.5. Cinta de identificación de los conductores y agrupación de cables

Las cintas empleadas para la identificación de los conductores serán de materia plástica PVC.

Los tres conductores estarán marcados, selectivamente, con los colores blanco, rojo y azul. La cinta empleada para mantener agrupados los cables será de color negro.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 330 de 577

Los colores serán nítidos, permitiendo una clara diferenciación entre ellos, y se mantendrán inalterados después de una larga permanencia en el fondo de la canalización.

7.1.15.6.Terminales

Las características de los conjuntos terminales a instalar en las celdas serán las siguientes:

- Conjunto terminal unipolar interior MT enchufable, apantallado y atornillable 18/30 kV para conductor tipo RHZ1-OL de aluminio y sección 150 mm^2.
- Conjunto terminal unipolar interior MT enchufable, apantallado y atornillable 18/30 kV para conductor tipo RHZ1-OL de aluminio y sección 240 mm^2.
- Conjunto terminal unipolar interior MT enchufable, apantallado y atornillable 18/30 kV para conductor tipo RHZ1-OL de aluminio y sección 400 mm^2.
- Conjunto terminal unipolar interior MT enchufable, apantallado y atornillable 18/30 kV para conductor tipo RHZ1-OL de aluminio y sección 630 mm^2.

Las características de los conjuntos terminales a instalar en el parque de intemperie serán las siguientes:

- Conjunto terminal unipolar de exterior atornillable 18/30 kV para conductor tipo RHZ1-OL de aluminio y sección 150 mm^2.
- Conjunto terminal unipolar de exterior atornillable 18/30 kV para conductor tipo RHZ1-OL de aluminio y sección 240 mm^2.
- Conjunto terminal unipolar de exterior atornillable 18/30 kV para conductor tipo RHZ1-OL de aluminio y sección 400 mm^2.
- Conjunto terminal unipolar de exterior atornillable 18/30 kV para conductor tipo RHZ1-OL de aluminio y sección 630 mm^2.

7.1.15.7.Ensayos

Durante la fabricación del cable se realizarán los controles y pruebas destinados a comprobar el buen funcionamiento del cable y la calidad de sus componentes.

Los ensayos del mismo se realizarán de acuerdo con las Normas de aplicación.

Estas Normas dividen los ensayos a realizar en los grupos siguientes:

Los ensayos individuales se realizarán sobre todo el cable terminado y consisten en:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 331 de 577

- Ensayo de tensión.
- Ensayo de descargas parciales.

Los ensayos especiales se realizarán sobre dos muestras de cada tipo de conductor y diferentes bobinas, que consisten en:

- Examen del conductor: Los cables que presenten defectos superficiales u otros particularmente visibles serán rechazados.
- Verificación de dimensiones.
- Ensayo de tensión durante 4 horas.
- Ensayo de alargamiento en caliente.

Los ensayos tipo no es necesario realizarlos pues se supone que ya han sido realizados por el fabricante antes de su comercialización y se justificarán mediante la entrega de sus protocolos correspondientes.

También se realizarán pruebas del conductor una vez instalado, para las cuales el suministrador realizará las que se enumeran a continuación y aportando los medios necesarios para su realización.

- Ensayo de tensión posterior al ensayo de descargas parciales. Este ensayo se realizará estando todos los elementos conectados para verificar la integridad de todos los elementos y para localizar cualquier defecto en el sistema debidos a problemas de construcción o de instalación.
- Comprobación de la continuidad y resistencia óhmica de las pantallas.
- Ensayo de rigidez del aislamiento de la cubierta.
- Ensayo de descargas parciales.
- Comprobación de la continuidad del cable y del orden de fases.

7.1.15.8. Embalaje, marcado y envío

Los cables irán embalados en bobinas de madera o metálicas, que deberán llevar una placa metálica con las siguientes inscripciones:

- Nombre y marca del fabricante.
- Nº de serie del cable.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Sección del conductor.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 332 de 577

- Longitud de la pieza en metros.
- Peso total de la bobina, en kg.
- Indicación, en cada bobina, del origen y destino del cable contenido.
- Nº de Bobina.

La distribución de cables en las diferentes bobinas, así como las longitudes de los contenidos de las mismas, se elegirán de forma que se puedan realizar las diferentes tiradas con los mínimos empalmes intermedios.

7.1.16. Tubos de protección

Los tubos de protección utilizados en los cruces de vial serán de PEAD, corrugados con revestimiento doble, liso por dentro y ranurado por fuera; aptos para instalación eléctrica y de telecomunicaciones.

7.1.17. Estructura metálica

Toda la estructura metálica para soportes de aparamenta y pórticos de amarre de la línea se realizarán mediante perfiles laminados normalizados de alma llena de acero.

La tornillería de unión de las diferentes partes de las estructuras entre sí, será galvanizada y para la fijación de equipos a las estructuras será de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación.

Las soldaduras, taladrados y punzonados necesarios se realizarán en taller.

Todas las estructuras deberán ser protegidas contra la corrosión mediante galvanizado por inmersión en caliente.

En todos los casos los perfiles utilizados son de acero S 275 JR.

7.1.18. Puesta a tierra

Para realizar la red de tierras, se enterrará una malla básica de electrodos de cobre desnudo de sección 120 mm2, paralelos en dirección longitudinal y transversal al recinto, formando retículas prácticamente uniformes en contacto con el terreno natural, colocadas a una profundidad de 0,8 m de la plataforma, para permitir el control de los gradientes superficiales y garantizar que las tensiones de paso y contacto permanecerán en los límites marcados.

Todas las conexiones de malla a cruces y derivaciones deberán ser realizadas mediante soldadura aluminotérmica.

Las puestas a tierra de aparatos y estructuras se realizarán sacando un bucle de la malla de tierra (conexiones a malla dobles). Las conexiones en bucle se realizarán mediante una pieza especial en

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 33 de 577

bronce con salida para varilla/cable, efectuándose la conexión a pie de estructura, soporte o aparato. Para la puesta a tierra de los aparatos montados sobre soportes se partirá de dicha pieza especial para bucle efectuando la conexión mediante terminales con tornillería inoxidable.

La puesta a tierra del edificio tendrá un anillo conectado en varios puntos a la red de tierras de la subestación, que enlaza con el exterior en la zona del acceso si la puerta es metálica, estando conectados todos los equipos y las masas metálicas del edificio mediante soldaduras aluminotérmicas, grapas y terminales de puesta a tierra.

Cabe indicar que el diseño de la red de puesta a tierra deberá comprobarse y en su caso adaptarse una vez se realicen los trabajos de excavación para la ejecución de la plataforma de la subestación.

La red de puesta a tierra, se extenderá un metro por detrás de la valla de cerramiento perimetral, por otra parte, se cubrirá con gravas la superficie del terreno exterior desde la valla hasta el metro indicado.

Se considera que no se instala ningún elemento susceptible de ponerse en tensión fuera de la zona en la que se ejecuta la puesta a tierra.

También se contempla una red de tierras aéreas mediante puntas franklin, pararrayos con dispositivo de cebado, de este modo queda protegida toda la subestación contra sobretensiones de origen atmosféricoLos ensayos del mismo se realizarán de acuerdo con las Normas de aplicación.

Durante la fabricación de cables y electrodos verticales se realizarán los controles y pruebas destinados a comprobar el buen funcionamiento del cable y la calidad de sus componentes.

7.1.19. Sistema integrado de control y protección

El Sistema Integrado de Control y Protección (en adelante SICP) es un sistema de arquitectura distribuida, formado por dos niveles jerárquicos diferenciados:

Nivel de instalación:

- Unidad de Control de Subestación (UCS).

- Terminal de Operación Local.

- Terminal de Teleacceso

Nivel de posición:

- Unidades de Control de Posición (UCP)

- Concentradores de posiciones de MT o de AT

Entre ambos niveles deberán existir dos redes de comunicación:

Red de comunicaciones UCS – UCPs

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 334 de 577

Red de comunicaciones UCPs – Terminal Teleacceso

En los siguientes apartados se hace una breve descripción de todos estos elementos que forman parte del SICP.

7.1.20. Nivel de Instalación.

Este nivel incluye el equipamiento necesario para realizar todas las funciones, que por su carácter global, afectan a toda la instalación. Así mismo gestiona las comunicaciones y transferencia de información, tanto con las diferentes posiciones del nivel inferior y Terminal de Operación Local, como con Centros de Control, Centro de análisis de incidencias, etc.

7.1.20.1. Unidad de Control de Subestación (UCS)

La Unidad de Control de Subestación (UCS) constituirá un elemento central para el control de toda la subestación de un modo unificado y servirá de unidad maestra para el control de las comunicaciones con los Centros de Control, con todas las Unidades de Control de Posición (UCP), con el Terminal Local, etc.

Las principales funciones que realiza la UCS son:

Comunicación con las Unidades de Control de Posición (UCP).

Configuración local y remota de la Base de Datos del SICP.

Salvaguarda del Registro Histórico de señales y mandos de la instalación, para su consulta local o remota.

Implementación de los Tratamientos de Campo y Tratamientos de Telecontrol.

Comunicación con el Terminal de Operación Local.

Comunicación con el Centro de Control (On-line y Backup) en protocolo IEC 60870-5 101/104.

Comunicación con los sistemas de análisis de incidencias y monitorización.

Sincronización horaria desde la Red de Comunicaciones y desde equipos locales (GPS).

Sincronización horaria de todas las UCPs y del Terminal de Operación Local.

Estos equipos deberán estar dotados con el hardware necesario para soportar el estándar de comunicaciones internacional IEC 61850, independientemente de los requerimientos definidos en la norma de referencia indicada.

7.1.20.2. Terminal de Operación Local

Las principales funciones que realiza el Terminal de Operación Local

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 335 de 577

Comunicación con el equipo UCS.

Supervisión de la instalación: topología, alarmas, medidas a través de los diagramas mímicos dinámicos de la subestación.

Mando local de los dispositivos de maniobra motorizados y del estado de los automatismos.

Supervisión del sistema integrado: alarmas internas, estado de las comunicaciones con las UCPs, etc. a través de los diagramas mímicos.

Presentación de alarmas presentes y funciones de reconocimiento de las mismas.

Salvaguarda del Registro Histórico de señales recibido de la UCS en HD dedicado a registros.

Generación del Registro Histórico de medidas y salvaguarda en HD dedicado a registros.

La configuración de la aplicación Terminal Local se realiza a partir de los ficheros generados por la aplicación de generación de base de datos del SICP. El formato de estos ficheros se definirá en la norma de referencia indicada.

7.1.20.3.Terminal de Teleacceso

El terminal de teleacceso es un gateway inteligente que hace de puente entre el sistema central de análisis de incidentes y telemantenimiento y las UCPs que están en los armarios de posición.

Este equipo deberá ser compatible con los sistemas Iberdrola e incorporar las aplicaciones y protocolos que permitan acceder y/o descargar desde el exterior, a través de la red de comunicaciones de Iberdrola, oscilos, eventos, alarmas y ajustes de las protecciones de forma inmediata.

7.1.21. Nivel de Posición.

Este nivel incluye el equipamiento necesario para realizar las funciones de protección, control, medida y mando local de una posición eléctrica de la subestación estando conectado a la UCS a través de un protocolo de comunicaciones.

7.1.21.1.Unidades de Control de Posición (UCP)

Desde el punto de vista funcional, las UCP se clasifican en:

UCP de Control

UCP de Protección

UCP de Medida

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 336 de 577

Generalmente, un mismo equipo UCP integra diversas de las funciones anteriores (por ejemplo protección y control, o incluso protección, control y medida) donde en ese caso se los denominará Equipos Multifunción.

Las funciones y características principales de estos equipos son:

- Comunicación con el equipo UCS. El número de puertos de comunicaciones que debe disponer así como el tipo de medios físicos a emplear dependerán del tipo de UCP.
- Protocolo DNP3.0 o IEC60870-5-103 para comunicaciones entre UCP de protección y UCS.
- El protocolo empleado para las comunicaciones de teleacceso será IEC61850.
- Datado de eventos y alarmas con fecha y hora.
- Gestión de alarmas internas de la propia UCP.
- Estos equipos se montarán en los armarios de cada posición.

Respecto a las características eléctricas, funcionales y cantidad tanto para las entradas y salidas digitales como de medida, así como las características constructivas, ambientales y de compatibilidad electromagnéticas, se tomará como referencia la normativa de Iberdrola.

7.1.22. Concentradores de posiciones de MT o de AT

Estos concentradores son necesarios en determinados casos según el número de posiciones y UCPs de la instalación.

7.1.23. Enlaces de Comunicaciones.

La UCS, como unidad maestra para el control de las comunicaciones, deberá tener comunicación hacia las UCP, hacia el exterior: Centros de Control (primario, respaldo, etc.), despachos de monitorización y análisis de incidencias, etc. así como contra otros elementos del SICP: Terminal Local, GPS, etc.

Por otro lado, determinadas UCP, además de comunicar con la UCS, deberán tener un enlace de comunicación con el Terminal de Teleacceso para permitir un acceso externo a las mismas.

Se describen a continuación las funcionalidades de los principales enlaces de comunicación:

7.1.23.1. Enlace UCS-UCP

La UCS dispondrá de canales o puertos dedicados a la comunicación con las UCPs. Cada puerto tendrá asignado un protocolo de comunicaciones y unas UCPs esclavas por configuración.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 337 de 577

El enlace entre UCS y UCPs se debe realizar mediante una conexión en estrella formada por convertidores electro-ópticos con salida a fibra óptica de vidrio. El número de equipos conectado a cada estrella de comunicaciones se dimensionará cuidando que un fallo simple en la UCS (convertidor o placa de comunicaciones) no deje sin telecontrol un número de posiciones inaceptable. Además, el fallo o falta de alimentación de una de las UCPs no debe, bajo ninguna circunstancia, dejar inhabilitada la comunicación con el resto de UCPs que estén comunicando por el mismo canal de comunicaciones de la UCS.

Atendiendo a la distancia entre el armario central y el armario de posición se pueden distinguir dos posibles formas de enlace físico:

1. Cuando los armarios central y de posición están adyacentes en la misma sala, la estrella se realiza en el armario central.

   En el caso de que en el mismo armario de posición haya varias UCPs que están asociadas al mismo canal de comunicaciones (mismo protocolo y mismo puerto serie) se hace esa “mini estrella” en el armario de posición.

2. Cuando los armarios central y de posición están distantes en edificios independientes, la estrella se hace en un armario concentrador ubicado al lado de las posiciones. Este es el caso de las celdas de Media Tensión y también en el caso de subestaciones con dos parques de AT. En estos casos, para garantizar la seguridad, el enlace físico entre el armario central y el concentrador debe ser redundante (pero un único canal de comunicaciones), de tal forma que si se “rompiese” un par de fibras, se pudiese comunicar por el otro par.

El número y características de las diferentes versiones de configuraciones de comunicación según el número y tipo de las UCP así como la capacidad de ampliación de puertos de comunicaciones respecto a las configuraciones bases quedarán definidas en la norma de referencia correspondiente en vigor.

7.1.23.2. Enlace UCPs-Terminal Teleacceso.

Dentro del SICP se define la red de “Terminal de Teleacceso”. Esta red de teleacceso es una funcionalidad secundaria, y define una red de comunicaciones, paralela a la red de comunicaciones principal entre UCS y UCPs, que permite un acceso externo hasta determinadas UCPs.

La función de teleacceso no es crítica, ni requiere de un acceso continuo y simultáneo a las UCPs, por eso, el número de UCPs que están vinculadas a un canal no es problemático.

La conexión con las UCPs se realizará por un anillo de fibra óptica redundante en donde la solución hardware esté basada en un equipo concentrador por armario de posición, el cual, con un único par de fibras redundantes consiga comunicar simultáneamente con todas las UCPs independientemente del protocolo que utilicen. Evidentemente cada UCP tendrá una dirección de referencia que la diferenciará de las otras que utilicen el mismo protocolo de comunicaciones.

7.1.24. Sistema integrado de control y protecciones Zona Promotor

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 338 de 577

Unidad de control/concentradora de subestación (UCS)

La UCS es el sistema SCADA que controla y supervisa el funcionamiento de toda la subestación eléctrica y equipamiento que la integra.

Estará comunicada con las unidades de posición y recogerá la información de las mismas para su tratamiento. Además, tendrá prevista al menos una salida para conexión a un centro de telecontrol o sistema superior, donde se recogerá parte de la información procesada por el sistema (topología de la subestación, medidas, mandos y alarmas principales).

Estará constituida fundamentalmente por unidades de proceso, módulos de memoria, módulos de comunicaciones y fuentes de alimentación. El fabricante tendrá en cuenta la posibilidad de duplicar la fuente de alimentación, de manera que se pueda conmutar en caso de fallo.

La comunicación por fibra óptica con las unidades de cada posición, permitirán transmitir a un nivel superior (consola local o despacho) toda la información contenida en ellos: estado de la aparamenta, magnitudes de medida, ajuste de las protecciones y sucesos recogidos de forma cronológica. Esta transmisión será en tiempo real.

Las órdenes y las modificaciones en ajustes y programación, dados desde un nivel superior, serán transmitidas a las unidades de posición a través de la UCS. Las órdenes que se contemplan están indicadas en la lista de señales. Los ajustes de protecciones y de la programación deberán ser explicitados por el fabricante.

La UCS deberá poder gestionar toda la información de las posiciones indicadas en el esquema unifilar de la subestación, y prever reserva para una cantidad igual al 50% de posiciones. La ampliación de hardware y/o software no repercutirá en una disminución de las prestaciones iniciales.

El equipo realizará continuamente un autotest "on line" de las diferentes unidades funcionales que incorpora, tanto de software como de hardware, con el fin de detectar cualquier anormalidad en su funcionamiento y generar, en este caso, las alarmas correspondientes.

La UCS dispondrá de un reloj horario hasta milisegundos, sincronizado externamente por conexión a un reloj externo de alta precisión o través del control local.

Bahía de transformador 132/30 kV.

Tanto la unidad de control y protección, como las bahías de cada transformador de 132 kV irán alojadas en un armario tipo rack de 19" para cada una de las bahías. Este armario será de 800 x 800 x 660 mm, de acceso frontal y posterior, con bastidor pivotante para montaje de equipos y puerta transparente que incorporará los equipos que se representan en el esquema unifilar. El suministro debe incluir el material de montaje (magnetotérmicos, relés auxiliares, bornas, pequeño y accesorios para el acabado del cuadro).

Unidad de control y protección de bahía (UCB)

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 339 de 577

Estas unidades están asociadas a cada bahía de la subestación (132 kV y 30 kV), deben disponer de las características y funcionalidades que se indican a continuación:

- Fuente de alimentación del equipo, incluyendo contacto de alarma por fallo.
- Medida de los parámetros locales, según lista de señales.
- Protección de la bahía.
- Control de la bahía.
- Comunicación de esta unidad con el resto de UCB y con la UCS.

La presentación de estos equipos será modular, de tal forma que, en caso de avería, sea fácilmente subsanable cambiando únicamente el módulo afectado.

La UCB tendrá la posibilidad de realizar mando local de la posición por teclado y display propios.

La programación de los automatismos locales para enclavamientos y gestión de la información, tendrán la autonomía suficiente para mantener su funcionamiento si el resto del sistema, o su comunicación con el mismo, quedase fuera de servicio.

Durante la operación normal, el equipo realizara continuamente un test "on line" de las diferentes unidades funcionales que incorpora, con el fin de detectar cualquier anormalidad en su funcionamiento y generar, en este caso, las alarmas correspondientes. Dispondrá de un reloj sincronizado con la UCS, que permita la ordenación de los sucesos ocurridos y datación de los mismos en el registro.

La unidad estará provista de un puerto de comunicación situado en el frente del equipo para conexión a un PC portátil, además del puerto de comunicación con la UCS.

Todos los sucesos ocurridos, bien por entradas/salidas asociadas, bien por el propio funcionamiento de protecciones y software del equipo, estarán disponibles en el display del mismo, en el PC que se conecte al puerto citado anteriormente, y en la UCS para tratamiento por las unidades de nivel superior (consola local y despacho). Asimismo, desde cualquiera de estos puestos, se podrá modificar el software interno o el tarado de las protecciones.

La comunicación entre las UCBs y entre cada UCB con la UCS deberá ser a través de un bus establecido de tal manera que el fallo de una UCB no afecte al funcionamiento del resto, es decir, no afecte al funcionamiento de los enclavamientos entre las restantes UCBs y no afecte al funcionamiento del resto de UCBs en la UCS.

7.1.25. Telecontrol

El sistema de telecontrol permitirá la consulta y control tanto de la subestación como de los parques eólicos desde la sala de control y el despacho de control eólico.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 340 de 577

Las bahías de 132 kV deberán llevar unidades de control y protección separadas. En cuanto a las protecciones serán las normalizadas, y se cablearán a las unidades de control de cada posición para las funciones que tienen especificadas.

Para el control de los servicios auxiliares se instalará una unidad de control en el cuadro de servicios auxiliares, con funciones de control para entradas digitales de los sistemas de servicios.

Para el control de activa y reactiva del PE se considera una conexión directa a los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad. También se considera la conexión entre el Scada de los aerogeneradores y el Scada de Subestación. A través de esta conexión el sistema Scada de la Subestación informará en tiempo real al Scada de las máquinas acerca de la potencia activa y reactiva que se está evacuando a la red, y permitirá al sistema Scada de las máquinas de gobernar las variables de ajuste de estos valores ya sea actuando directamente en las máquinas ó bien en bancos de condensador conectados eléctricamente en la subestación de evacuación.

7.1.26. Equipos de medida fiscal

Para la medida de la energía generada por cada parque eólico se instalarán los equipos de medida necesarios de acuerdo con las prescripciones del Reglamento vigente de Puntos de Medida, que se instalará en el recinto destinado exclusivamente para ese fin.

El equipo de medida de cada parque estará formado por un armario de doble aislamiento conteniendo en su interior un contador principal y uno redundante, con registrador homologado incorporado y un módulo de comunicaciones con la unidad de control de la subestación.

El equipo de medida será un contador de tipo estático combinado para medir energía activa y reactiva de clase 0,2s y cuatro sistemas de medida para redes trifásicas a cuatro hilos, homologado, con contacto de sentido de la energía y sus respectivos emisores de impulsos, más el correspondiente registrador, y se conectará a los secundarios de los transformadores de medida de acuerdo con el reglamento medida sobre producción de energía eléctrica por instalaciones renovables y reglamento de puntos de medida.

La consulta y lectura a distancia de las medidas de energía y potencia del contador de facturación se podrá realizar localmente o bien a distancia mediante las comunicaciones adecuadas y utilizando un programa de acceso específico del fabricante. También se enviarán los impulsos desde los contadores de cada parque al sistema de registro centralizado.

El cableado entre los transformadores y el equipo de medida de cada parque será a base de cable de cobre flexible de 1000V de tensión nominal y 16 mm2 de sección mínima para las intensidades y de 6 mm2 de sección mínima para las tensiones. Los cables se protegerán con tubo rígido separando los correspondientes a las tensiones e intensidades por conductos independientes. En todo caso se han de cumplir las normas particulares de la compañía distribuidora de la zona.

El equipo de cada parque estará formado por un armario de material aislante conteniendo:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 341 de 577

- Para cada punto de medida fiscal definido, habrá un armario de medida precintable para la medida principal y la redundante. Cada armario alojará los dos contadores de clase 0,2s con medida de energía activa en ambos sentidos y reactiva en los cuatro cuadrantes, el registrador para hasta 4 contadores, y los dispositivos de transmisión al concentrador secundario
- Regleta de comprobación.
- Toma de corriente.
- Gestor de comunicaciones para la medida.
- Cualquier material auxiliar para el correcto funcionamiento.

Se incluirá la verificación oficial.

Además, se instalarán equipos de medida comprobante de frontera distribución-transporte en la bahía de salida de línea de 132 kV.

7.2. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

7.2.1. Transformador 132/30 kV

El montaje incluye prestación, la descarga, colocación de ruedas, arrastre sobre las vías de rodadura hasta su posición definitiva, conexionado de los mismos hasta las regletas de salida, puesta a tierra del neutro y, en general, todas aquellas operaciones necesarias para el correcto montaje según las indicaciones del fabricante.

El montaje incluye todos los medios auxiliares y trabajos necesarios para su realización, tales como bombas, depósitos para tratamiento de aceite, mangueras, etc.

También debe considerarse los trabajos para el proceso de vacío y tratamiento del aceite.

7.2.2. Aparellaje 132 kV y 30 kV

De forma general, el montaje incluirá:

- El suministro y la colocación de chapas de identificación, incluyendo la realización de dos taladros, los remaches para fijación en el chasis del aparato junto a la placa de características montada por el fabricante.
- El suministro y colocación en la bancada de cada aparato o soporte, de placas de identificación, incluyendo la realización de taladros de diámetro en bancada o soporte y placa, los remaches para fijación.
- El suministro y montaje de la tornillería precisa para la fijación del aparellaje y demás elementos auxiliares.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 342 de 577

- El suministro y montaje de prensaestopas metálicos, incluyendo el mecanizado de la chapa y todos los trabajos complementarios para su realización.
- El suministro y montaje de perfil de montaje incluyendo los taladros, la tornillería, arandelas y tuercas de fijación.
- El suministro y montaje de abrazaderas extrafuertes para cables, incluyendo peinado de cables y fijación a perfil de montaje.
- El suministro y montaje de todo el pequeño material necesario para la correcta ejecución de los montajes.

Operaciones a realizar:

- Clasificación, organización y recuento según plano de todo el material que compone este apartado. Se incluye el desembalaje y transporte desde la zona de almacenamiento hasta el parque de intemperie.
- Situación, nivelación y fijación en sus soportes, bancadas o aparato correspondiente, aportando las grúas y los diversos elementos de elevación y amarre necesarios para efectuar el trabajo con plena seguridad, así como la tornillería precisa.
- Montaje de los diversos elementos que los constituyen.
- Preparación, colocación e instalación de conducciones hasta cajas de centralización situada en la misma bancada
- Pruebas y ajustes finales.

7.2.3. Cajas de centralización

El montaje de cajas de centralización para la medida de intensidades o tensiones incluye suministro de prensaestopas o racores, la tornillería, arandelas, tuercas, la ejecución de taladros y demás trabajos complementarios necesarios para su terminación.

Las cajas de centralización de los secundarios de los transformadores de medida estarán previstas para ser montadas en soportes metálicos independientes o sobre los soportes de los propios transformadores.

Las cajas de centralización serán estancas, por lo que las entradas de cables y tubos se harán mediante prensaestopas o racores, por la parte inferior.

El montaje de armarios o cajas para la centralización de las conexiones del parque, incluye además el suministro de prensaestopas y la realización de taladros y demás trabajos complementarios necesarios para su terminación.

7.2.4. Equipos eléctricos ubicados en el interior del edificio de la subestación

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 343 de 577

Los equipos se entregarán completamente equipados y conexionados hasta regletas, incluyéndose en el montaje la manipulación con los medios auxiliares adecuados, la nivelación y la sujeción de los equipos al suelo, incluyendo los perfiles en que se apoyen los armarios para salvar canales de cables o falsos suelos. Esto incluye la definición en obra, corte y soldadura, taladrado, pintura y, en general, todas aquellas operaciones necesarias para la correcta terminación de los soportes e instalación de los armarios.

En el caso de celdas, bastidores de relés o cuadros de c.a. y c.c. en que el transporte se efectúe en varias secciones, se incluye el ensamblaje, tanto mecánico como eléctrico, de todas las secciones de transporte que compongan el equipo.

En el caso de equipos rectificador-batería, se incluye el montaje y formación de vasos de la batería.

Operaciones a efectuar:

- Desembalaje, colocación, ensamble y nivelación y fijación de los diversos elementos en sus correspondientes bancadas.
- Montaje de los elementos que necesariamente se hayan debido desmontar para su transporte.
- Cableado de los anteriores elementos
- Revisión de tornillería y aparatos.

7.2.5. Cable desnudo de potencia, embarrados y material de conexión

El cable para el parque de intemperie de 132 kV será de configuración simplex de aluminio. Operaciones a realizar:

- Clasificación, organización y recuento de todo el material que constituyen, herrajes, piezas de conexión y derivación, así como el transporte desde la zona de almacenamiento hasta el parque de intemperie.
- Izado de los cables con los medios apropiados y tensado con arreglo a tablas.
- Ejecución y montaje de puentes y derivaciones.
- Ejecución y montaje de uniones con piezas de conexión de cualquier tipo o tamaño para uniones de aparellaje cables, aisladores-cable, cable-cable, etc. Incluyendo limpieza y engrasado de superficies conexionado y apriete, con pasta de contacto recomendada por el fabricante del material de conexión.
- Repaso y apriete final de piezas de conexión, con llave dinamométrica.

El embarrado de 132 kV será de tubo de aluminio. Operaciones a realizar:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 344 de 577

- Clasificación, organización y recuento de tubos en barras, piezas de fijación de aisladores, piezas de conexión y derivación, etc.
- Preparación y ejecución de cada barra.
- Ejecución e izado con los medios apropiados del embarrado.
- Colocación de puentes y derivaciones a los diversos aparatos.
- Ejecución y montaje de uniones con piezas de conexión de cualquier tipo o tamaño para uniones de aparellajetubo, aisladores-tubo, tubo-tubo etc. Incluyendo limpieza y engrasado de superficies conexionado y apriete, con pasta de contacto recomendada por el fabricante del material de conexión.
- Montaje de puntos fijos de p. a t.
- Repaso y apriete final de piezas de conexión con llave dinamométrica.

El montaje de tubo de aluminio incluye la descarga con medios apropiados, corte y preparación de extremos, ejecución de contraflechas, preparación y montaje de cables amortiguadores de aluminio en su interior para vibraciones de acuerdo con los planos de la instalación, tapones en los extremos del tubo, taladros para drenaje, verificación de temperaturas, izado y, en general, la realización de todas las operaciones necesarias para la ejecución del montaje.

7.2.6. Conductores 18/30 kV

7.2.6.1. Transporte de bobinas de cable

Las bobinas de cable se transportarán de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

La carga y descarga se realizará mediante camiones o remolques apropiados para su transporte, se hará mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

El bloqueo de las bobinas se realizará mediante tacos de madera lo suficientemente largos y duros, de manera que el largo cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no puedan romperse dañando entonces el cable.

Queda totalmente prohibido el uso de cuerdas, cables o cadenas para retener las bobinas; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque. En caso de no disponer de elementos de suspensión se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a 1/4. Debe guiarse la bobina mediante cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm. al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, habrá que fijarse en el sentido de rotación. Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 345 de 577

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

7.2.6.2. Tendido de los cables

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido. Y un radio de curvatura una vez instalado de 10(D+d), siendo D el diámetro exterior del cable y d el diámetro del conductor.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabestrantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable.

Estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro. Dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen; y una garganta por la que discurre el cable para evitar su salida o caída.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. Siendo la cifra mínima recomendada de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 346 de 577

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces con otros servicios) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que se una cuerda. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable produce en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o si se exponen a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección mecánica.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos que puedan dañar los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 347 de 577

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En canalizaciones con cables unipolares, cada dos metros envolviendo las tres fases, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos por un mismo tubo.

7.2.6.3. Identificación

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características técnicas.

7.2.7. Canalizaciones

7.2.7.1. Trazado

Las canalizaciones, se ejecutarán conforme al trazado representado en planos, evitando ángulos pronunciados. El trazado será los más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud en la mayoría de los casos a los viales de nueva ejecución.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en las curvas según la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

7.2.7.2. Apertura de zanjas

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga necesario.

Se procurará dejar un paso de 50 cm. entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes.

El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 348 de 577

En todo momento se realizará la carga y transporte de tierras sobrantes a vertedero.

7.2.7.3. Tubos de protección

Los tubos se dispondrán con la pendiente adecuada de forma que en caso de entrada de agua, ésta tienda al exterior de los tubos.

En tramos largos se debe evitar la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape con relación al perfil altimétrico.

7.2.7.4. Relleno de zanjas

Cable entubado

En las zanjas realizadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactadas no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón.

Una vez ejecutado el hormigonado de los tubos, se rellenará la zanja con material seleccionado con compactado mecánico y zahorras.

7.2.8. Bandejas y canalizaciones eléctricas

El montaje de bandejas para los cables, incluye el transporte, desembalaje, mediciones, replanteos, cortes, eliminación de rebabas y pulido de aristas, taladrado, repaso con pintura antioxidante rica en zinc, montaje con fijación a estructuras y soportes por medio de grapas o tornillería y, uniones de bandejas por medio de placas, así como la unión a mandos o equipos por medio de piezas de acoplamiento previstas para este fin y la apertura de huecos en cajas incluyendo soportes metálicos, de la tornillería y tacos metálicos necesarios para la realización del montaje, así como cualquier trabajo complementario para su correcta instalación.

El suministro y montaje de tacos de expansión incluye replanteo y colocación de los mismos, así como todas aquellas operaciones necesarias para el correcto montaje.

El suministro y montaje de tubo plástico rígido para canalizaciones eléctricas, incluye soportes para el tubo colocados sobre pared de hormigón cada 50 cm, la tornillería, el transporte, desembalaje, mediciones, el replanteo, el doblado, la comprobación de la nivelación del tubo y demás operaciones necesarias para un perfecto montaje.

El suministro y montaje de centralizaciones, incluye el transporte, desembalaje, mediciones, replanteo, la comprobación de la nivelación y la fijación a pared o techo de hormigón y/o ladrillo de acuerdo con los planos de la instalación.

7.2.9. Cables de fuerza y control

Las operaciones a realizar:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 349 de 577

- Clasificación y recuento del material que es necesario para el tendido.
- Transporte desde la zona de almacenamiento hasta el parque de intemperie.
- Colocación de herrajes y soportes de cables.
- Tendido de los cables por zanjas, medida, peinado, etiquetado a intervalos de 25 m y en sus extremos y paso por tubos y arquetas.
- Sujeción del cable a bancadas y estructuras, corte del cable y protección provisional de sus extremos y, en general, todas las operaciones necesarias para la sujeción e identificación del cable.
- Conexionados de punta de cable, de las características y secciones específicas, incluyendo corte, preparación y etiquetado definitivo del cable; colocado, limpieza de cada uno de sus conductores y cableado; colocación del macarrón protector y manguitos de identificación en cada conductor, rotulándoles con tinta indeleble su designación; apriete de terminales, limpieza de superficies de contacto, puesta a tierra de la pantalla del cable y, en general, la ejecución de todas las operaciones necesarias para la realización perfecta de la conexión de cada uno de los conductores que integran la punta del cable.
- Puesta a tierra de las pantallas según se requiera.

7.2.10. Estructura metálica

De forma general, el montaje incluirá:

- Clasificación, organización y recuento de todo el material que compone la estructura metálica (incluso la tornillería necesaria), así como el transporte desde la zona de almacenamiento hasta el parque de intemperie.
- Engrase de los espárragos que fijan la estructura así como repaso de rosca de sus tuercas correspondientes.
- Armado de vigas, columnas y soportes.
- Comprobación de medida de estos elementos.
- Izado de la estructura metálica con la aportación de las grúas y los diversos elementos de elevación y amarre necesarios para efectuar el trabajo con plena seguridad.
- Nivelación, alineación y aplomado, fijación a los bulones de anclaje dejándolos dispuestos para el hormigonado de las peanas.

7.2.11. Puesta a tierra

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 350 de 577

7.2.11.1.Tierras aéreas

En la unidad de tierras aéreas está incluido:

- Clasificación, recuento de materiales, de los diferentes elementos que constituyen la partida, así como transporte desde la zona de almacenamiento hasta la ubicación de la subestación.
- Izado del cable de tierras con los medios apropiados.
- Ejecución y colocación de toda la red.
- Tensado según tablas.
- Retensado después de colocar los embarrados.
- Unión con tierras inferiores, conectado las tierras a la estructura a través de una pieza terminal.

El montaje de pararrayos incluye limpieza, engrasado de superficies, izado, sujeción a la parte superior de la estructura y en general todos los medios auxiliares y operaciones necesarias para una correcta realización. También se incluye la tornillería.

7.2.11.2.Tierras inferiores

La partida de puesta a tierra enterrada incluye:

- Clasificación y recuento de materiales, de los diferentes elementos a colocar, así como el transporte desde la zona de almacenamiento hasta la ubicación de la subestación.
- Tendido de la malla de tierras y ejecución de las uniones soldadas.
- Derivaciones a toda la estructura principal y soportes de cables de control y potencia.
- Conexiones a los diversos elementos del aparellaje, cuadros, celdas, etc
- Ejecución de pozos profundos, colocación de picas, realización de arquetas, relleno pozos.
- Se incluye la partida de mejoramiento de la resisitividad el terreno mediante productos aditivos sin mantenimiento posterior.
- Medición de puesta a tierra.
- Colocación de gravas en zona externa al vallado perimetral.

Para la realización de soldaduras en malla de puesta a tierra se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Todas las soldaduras de la red de tierra enterrada serán de tipo aluminotérmico y se realizarán de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes especializados. Las soldaduras entre pletinas

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 351 de 577

serán de tipo aluminotérmico u oxiacetilénico. En ningún caso se admitirán soldaduras con coqueras, fisuras, derrames o cualquier otro fallo.

- Para la realización de las soldaduras aluminotérmicas se emplearán moldes que se secarán antes de obtener la primera soldadura con ellos, y después se conservarán en un lugar seco. El secado se realizará por llama, o encendiendo en ellos un cartucho sin efectuar soldadura.
- Los moldes se usarán un número de veces que no sobrepase el 80% del máximo recomendado por el fabricante, y siempre que no hayan sufrido daños en su geometría.
- Antes de efectuar las soldaduras se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir, con lima o cepillo de acero
- Aquellos conductores que hubieran sido tratados con aceite o grasas deberán desengrasarse previamente con un desengrasante adecuado.
- Los conductores mojados deben secarse preferente con alcohol o soplete, teniendo en cuenta que la humedad puede producir soldaduras porosas, que serían rechazadas.
- La conexión de pletina o de cable de Cu en derivación en T, en ángulo de 90º, en cruza o en empalme recto, mediante soldadura, incluye el suministro de equipos o moldes adecuados, cartuchos, corte, limpieza de superficies de contacto, preparación de la pletina o del cable, la realización de todas las operaciones necesarias para ejecución de la conexión. En el precio se incluyen todos los medios auxiliares y trabajos complementarios para su ejecución.

Se incluyen también pruebas en un 10% del total de soldaduras, consistentes en cortar transversalmente dichas soldaduras por medio de sierras de mano.

En cuanto al tendido de tierras sobre estructura, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Si se trata de estructuras galvanizadas y piezas de conexión la preparación de las superficies de contacto entre ellas deberá realizarse de forma que no se elimine el galvanizado de la estructura, ni siquiera una pequeña capa del mismo. Sin embargo, la limpieza de las superficies será lo suficientemente buena como para producir una resistencia de contacto eléctrico máxima de 1 ohmio.
- En el caso de las estructuras de soporte de equipos de alta tensión, la puesta a tierra se efectuará uniendo los dos conductores del bucle, a la estructura mediante petaca atornillada con dos tornillos.

Se situarán puntos fijos de puesta a tierra temporal en ambos lados de seccionadores e interruptores, en las proximidades de equipos conectados por medio de conductores de gran longitud, así como entre el transformador de tensión de línea.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 352 de 577

La conexión a tierra de cuadros eléctricos en general incluye el taladrado de la pletina de tierra cuantas veces sea necesario, el conexionado a tierra de todos los elementos necesarios incluido el bastidor soporte, y el suministro del pequeño material, como tornillería, terminales, latiguillos de cobre, etc.

La conexión a tierra del aparellaje incluirá aparte de la conexión del propio elemento principal (interruptor, seccionador, transformador, bobina, pararrayos, etc.), la puesta a tierra de los elementos asociados, como transmisiones, cuadros, etc., estando incluido todo el material necesario de conexión, tornillería, grapas, trenzas de cables, abrazaderas, y todas las operaciones necesarias como taladrado de pletina, soldaduras, etc., para su correcta ejecución.

El suministro y realización de conexiones de puente con cable de Cu o de trenza de Cu extraflexible incluye transporte, corte, formación de puentes con terminales en sus extremos, sujeción a grapas, colocación y en general la realización de todas las operaciones necesarias para la ejecución del montaje. Se incluyen todos los medios auxiliares y trabajos complementarios para su realización, así como el suministro de tornillería.

El suministro y montaje de piezas atornilladas a estructura metálica o cerramiento perimetral incluye la preparación de superficies de contacto, sin eliminar galvanizado si lo hubiera, conexión mediante soldadura aluminotérmica a la malla general y en general todas las operaciones necesarias para la conexión. Se incluyen todos los medios auxiliares y trabajos complementarios para su ejecución.

Una vez completada la red de tierras, se medirá la resistencia de puesta a tierra de la instalación, antes de conectar la red de tierras y obtener un valor que cumpla la normativa correspondiente.

Antes de conectar la red general de tierras, se realizarán las mediciones de las tensiones de paso y contacto.

7.2.12. Equipos de medida fiscal

Los equipos se entregarán completamente equipados y conexionados hasta regletas, incluyéndose en el montaje la manipulación con los medios auxiliares adecuados, la nivelación y la sujeción de los equipos al suelo, incluyendo los perfiles en que se apoyen los armarios para salvar canales de cables o falsos suelos. Esto incluye la definición en obra, corte y soldadura, taladrado, pintura y, en general, todas aquellas operaciones necesarias para la correcta terminación de los soportes e instalación de los armarios.

Operaciones a efectuar:

- Desembalaje, colocación, ensamble y nivelación y fijación de los diversos elementos en sus correspondientes bancadas.
- Montaje de los elementos que necesariamente se hayan debido desmontar para su transporte.
- Cableado de los anteriores elementos
- Revisión de tornillería y aparatos.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 353 de 577

8. MEDICIÓN Y ABONO

8.1. MEDICIÓN DE LAS OBRAS

La Dirección de la Obra realizará mensualmente y en la forma que establece este Pliego de Condiciones Técnicas, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el periodo de tiempo anterior. El Contratista o su delegado podrán presenciar la realización de estas mediciones.

Por las obras o partes de obra las dimensiones y características de las cuales tengan que quedar posterior y definitivamente ocultas, el Contratista está obligado a avisar a la Dirección con la suficiente antelación, con objeto de que esta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, la conformidad de las cuales subscribirá el Contratista o su delegado.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

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.

8.2. ABONO DE LAS OBRAS.

8.2.1. Precios unitarios

Los precios unitarios que aparecen en el Presupuesto, serán los que se aplicarán a las mediciones para obtener el importe de Ejecución Material de cada unidad de obra.

Todos los precios unitarios a que se refieren las normas de medición y abono contenidas en los capítulos del presente Pliego de Condiciones, se entenderán que incluyen siempre el suministro, manipulación y empleo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de la obra correspondientes, a menos que se excluyan de forma expresa.

Asimismo, se entenderá que todos los precios unitarios comprenden los gastos de maquinaria, mano de obra, elementos accesorios, transporte, herramientas, energía y todas cuantas operaciones directas o incidentales sean precisas para que las unidades de obra terminadas puedan ser aprobadas con arreglo a lo especificado en la documentación de contrato de este Proyecto y especialmente todos los materiales,

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 354 de 577

medios, y operaciones que sean necesarios para garantizar la seguridad de la obra, del tráfico y del personal operario.

Cuando por rescisión, o por otra causa, fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del cuadro de precios, sin que puedan pretenderse la valoración de las unidades de obra en otra forma que la establecida en dicho cuadro.

Si es preciso ejecutar unidades de obra no especificadas en el presente Proyecto, se tendrán en cuenta los precios asignados a obra o materiales análogos si los hubiese, y cuando no, se discutirán contradictoriamente entre la Dirección Facultativa de las obras y el contratista sometiéndolos a la aprobación superior si resultase acuerdo, ejecutándose siempre de acuerdo con lo sancionado por la costumbre, por las reglas de buena construcción y las indicaciones que sobre el particular señale la Dirección Facultativa.

En todo caso, se estará a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Generales para la contratación de obras públicas.

8.2.2. Partidas alzadas

En las partidas alzadas de abono íntegro se aplicarán los precios del cuadro de precios, sin que puedan pretenderse la valoración de las unidades de obra en otra forma que la establecida en dicho cuadro.

8.2.3. Otros gastos a tener en cuenta

Se tendrán en cuenta, aunque no figuren reflejados en el presente pliego de condiciones técnicas y/o en el presupuesto del proyecto refundido, los siguientes gastos, a título indicativo y sin que la relación sea limitadora.

- Los gastos de construcción, demolición y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, incluidas las de acceso.
- Los gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Los gastos de protección de acopio y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de limpieza y evacuación de desechos y basura.
- Los gastos de conservación de desagües.
- Los gastos de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y otros recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras.
- Los gastos de demolición de las instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra cuando se finalice.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 355 de 577

- Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua y energía eléctrica necesarios para las obras.
- Los gastos de demolición de las instalaciones provisionales.
- Los gastos de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.
- Los daños causados a terceros, con las excepciones que marca la ley.
- Gastos de establecimiento, mejora y mantenimiento de los caminos de acceso al tajo.
- Por último hace falta añadir que la conservación de la obra durante su ejecución correrá con cargo a la Concesionaria.

8.3. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

8.3.1. Recepción

Al término de las obras comprendidas en el Proyecto, se hará una recepción de las mismas, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso, dándose la obra por terminada si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones.

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

8.3.2. Periodo de garantía

A partir de la fecha del Acta de Recepción comenzará a contar el plazo de garantía, que salvo indicación contraria establecida en la adjudicación será de UN AÑO. Durante este plazo el contratista queda obligado, a su cargo, a realizar cuantos trabajos de conservación y reparación sean precisos para mantener las obras ejecutadas en perfecto estado, incluyendo también toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

Caso de que se demore excesivamente el momento de la recepción, por causas imputables al contratista, la propiedad podrá ocupar o usar las obras, sin que esto exima al contratista de su obligación de terminar los trabajos pendientes, ni que pueda significar la aceptación de la recepción.

8.3.3. Recepción definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 356 de 577

conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

8.3.4. Pruebas mínimas

La dirección de las obras podrá ordenar la ejecución de cuantos ensayos o pruebas considere convenientes para garantizar la calidad de los materiales y la correcta ejecución de las obras.

Los ensayos podrán ser realizados por un laboratorio oficial y cuando no sea posible deberán ser realizados por el laboratorio que designe la Dirección Facultativa de las obras. Con independencia de estos ensayos el contratista podrá realizar o encargar a su cargo los ensayos que estime convenientes.

Los gastos ocasionados por pruebas indicadas serán a cargo del contratista. Los ensayos ordenados por la Dirección Facultativa de las obras cuyo resultado sea negativo, serán en todo caso de cuenta del contratista.

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería
Meta Engineering Group



D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado N° 3675 IngenierosVA

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44



ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 357 de 577

6. Estudio de Seguridad y Salud

Subestación Hazapierna

Junio 2023

capital energy

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 358 de 577

Índice

6. Estudio de Seguridad y Salud 6

1. MEMORIA 6

1.1. ANTECEDENTES 6

1.2. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. 6

1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA. 7

1.3.1. Datos Generales del Proyecto 7

1.3.2. Centro Asistencial 7

1.3.3. Actuación Ante Riesgo Grave e Inminente. 8

1.4. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA. 8

1.4.1. Situación de la Obra. 9

1.4.2. Descripción de las Fases de Obra. 9

1.5. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA 9

1.5.1. Instalaciones de Higiene. 9

1.5.2. Instalaciones de Electricidad. 10

1.6. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD PARA TODAS LAS FASES 11

1.6.1. Consideraciones Generales Para Toda la Obra. 11

1.6.2. Criterios generales: Subestaciones 12

1.6.3. Empleo de Recursos Preventivos. 25

1.6.4. Protecciones Colectivas Generales. 27

1.6.5. Protecciones Personales 36

1.7. DISMINUCIÓN DE RIESGOS 37

1.7.1. Actuación Sobre el Factor Humano 37

1.7.2. Actuación Sobre el Factor Técnico 39

1.7.3. Responsabilización de los Jefes de Obra. 40

1.8. INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES 40

1.9. REUNIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA. 40

1.10. EN CASO DE EMERGENCIAS 40

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 359 de 577

1.10.1. Identificación de Situaciones de Emergencia 41
1.10.2. Actuación en Caso de Emergencia 41
1.11. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE OBRA: OBRA CIVIL 50
1.11.1. Descripción del Trabajo a Realizar 50
1.11.2. Fases del Trabajo más Relevantes en Orden Secuencial. 50
1.11.3. Equipos de Trabajo 50
1.11.4. Riesgos Considerados en Cada Fase. 51
1.12. DESCRIPCIÓN DE FASE DE OBRA: EDIFICACIÓN 71
1.12.1. Descripción de los Trabajos a Realizar 71
1.12.2. Equipos de Trabajo 71
1.12.3. Medios de Protección Personal a Prever 71
1.12.4. Medidas de Seguridad Aplicadas al Proceso Constructivo 73
1.13. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE OBRA: INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA 84
1.13.1. Descripción de los Trabajos a Realizar 84
1.13.2. Equipos de Trabajo 84
1.13.3. Riesgos Considerados en Cada Fase 85
1.14. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE OBRA: PUESTA EN MARCHA 94
1.14.1. Descripción de los Trabajos a Realizar 94
1.14.2. Equipos de Trabajo 95
1.14.3. Riesgos Considerados en Cada Fase. 95
1.15. RIESGOS PROPIOS DE LAS MÁQUINAS Y MEDIOS AUXILIARES 104
1.15.1. Consideraciones Generales 104
1.15.2. Riesgos Propios de las Maquinas 106
1.15.3. Herramientas y Medios Auxiliares 129
1.16. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 138
1.17. AVISO PREVIO. 139
1.18. LIBRO DE INCIDENCIAS. 139
1.19. PARALIZACIÓN DE TRABAJOS. 140
1.20. CONCLUSIÓN. 140
2. PLIEGO DE CONDICIONES 141
2.1. OBJETO 141

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 360 de 577

2.2. CONDICIONES LEGALES 141
2.2.1. Normas generales y reglamentarias de aplicación 145
2.2.2. Obligaciones de las partes implicadas 145
2.2.3. Seguro de responsabilidad civil y todo riesgo 148
2.3. CONDICIONES FACULTATIVAS 148
2.3.1. Coordinador de Seguridad y Salud 148
2.3.2. Estudios y plan de seguridad y salud 148
2.3.3. Libro de incidencias 149
2.3.4. Paralización de los trabajos 150
2.4. CONDICIONES TÉCNICAS 150
2.4.1. Equipos de trabajo 150
2.4.2. Medios de protección 152
2.4.3. Señalización de seguridad y salud 154
2.4.4. Instalaciones de Higiene y Bienestar 156
2.5. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA OBRA 157
2.5.1. Servicio médico 157
2.5.2. Botiquín de primeros auxilios 158
2.5.3. Delegado de prevención y comité de seguridad y salud 158
2.5.4. Formación en Seguridad y salud 159
2.5.5. Actuación en caso de accidente 159
3. PLANOS 161
3.1. DISPOSICIÓN TÍPICA DE MONTAJE 161
3.2. ESQUEMA DE PUESTA A TIERRA 162
3.3. ESQUEMA DE PROTECCIÓN – PROXIMIDAD DE LÍNEAS 163
3.4. MANIPULACIÓN DE CARGAS 164
3.5. POSICIÓN CORRECTA DE LOS GATOS DE APOYO 166
3.6. ESCALERAS DE MANO 167
3.7. COLORES DE SEGURIDAD 170
3.8. SEÑALIZACIÓN 171
3.8.1. Señales de advertencia 171
3.8.2. Señales de obligación 172

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 361 de 577

3.8.3. Equipos de luchas contra incendios 174

3.8.4. Código de señales de maniobras 174

3.9. PROTECCIÓN FRENTE A EXCAVACIONES Y MOVIMIENTOS DE TIERRAS 177

3.10. EJECUCIÓN DE ZANJAS Y CIMENTACIONES 181

Apéndice 1 – Presupuesto 184

Apéndice 2 – Reglas de oro para trabajar con seguridad en instalaciones eléctricas 194

1. ABRIR CON CORTE VISIBLE TODAS LAS FUENTES DE TENSIÓN MEDIANTE INTERRUPTORES Y SECCIONADORES QUE ASEGUREN LA IMPOSIBILIDAD DE SU CIERRE INTEMPESTIVO. 194
2. ENCLAVAMIENTO O BLOQUEO, SI ES POSIBLE, DE LOS APARATOS DE CORTE Y/O SEÑALIZACIÓN EN EL DISPOSITIVO DE MANDO. 195
3. ESTABLECIMIENTO DE ZONAS NEUTRAS. 197
4. RECONOCIMIENTO DE LA AUSENCIA DE TENSIÓN. 197
5. PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO DE TODAS LAS POSIBLES FUENTES DE TENSIÓN. 199
6. COLOCAR SEÑALES DE SEGURIDAD DELIMITANDO LA ZONA DE TRABAJO. 200

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 362 de 577

Estudio de Seguridad y Salud

1. MEMORIA

1.1. ANTECEDENTES

De acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, la redacción de Estudio de Seguridad y Salud tendrá carácter obligatorio cuando en las obras a que se refiere el Proyecto se dé alguno de los siguientes supuestos:

1. Que el presupuesto de ejecución material de la obra por contrata sea igual o superior a 450.000 €.
2. Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleando en algún momento a más de 20 trabajadores.
3. Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores sea superior a 500.
4. Que se trate de obras de túneles o galerías, conducciones subterráneas y presas.

Puesto que en las obras objeto del proyecto se cumplen los supuestos a, b y c, el Estudio de Seguridad y Salud tiene carácter obligatorio.

1.2. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

De acuerdo con los artículos 4 y 5 del RD 1627 de 1997 se elabora este Estudio de Seguridad y Salud para la SUBESTACIÓN HAZAPIERNA, sito en el término municipal de Nepas (Soria)

Sus objetivos son fundamentalmente el prever los medios y regular las actuaciones que han de servir para reducir los riesgos causantes de accidentes, así como disminuir sus consecuencias cuando se produzcan. La puesta en práctica de lo indicado en este Estudio de Seguridad y Salud, y el seguimiento de las normas de prevención de accidentes, supone la integración de la seguridad en el proyecto de obra y en los programas de ejecución de trabajo.

En este estudio de Seguridad y Salud se contemplan todos aquellos aspectos generales que por su interés, destaquen sobre los demás, incidiendo especialmente en la creación de una organización de

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 363 de 577

prevención sistemática que vaya detectando en cada momento los problemas existentes y funcione para resolverlos, a la vez que trate, por su propia concepción, de integrar la seguridad en el proyecto de obra y en los programas de trabajo.

Si fuera necesario realizar alguna modificación en los trabajos de ejecución de obra, con relación a las previsiones establecidas en un principio, dichas modificaciones serán estudiadas en sus aspectos de seguridad, tomando las medidas necesarias para que estas variaciones no generen riesgos imprevistos o incontrolados, reseñándolas en el libro de incidencias.

El resumen de los objetivos que pretende alcanzar este estudio de Seguridad y salud, es el siguiente:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por imprevisión, insuficiencia o falta de medios.
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad, a las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Determinar los costos de las medidas de protección y prevención.
- Definir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la problemática de la obra.
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan lo más posible estos riesgos.

1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.

1.3.1. Datos Generales del Proyecto

Los datos de la empresa promotora de la presente instalación son los siguientes:

- Promotor: GREEN CAPITAL POWER, S.L.
- C.I.F.: B-85945475
- Domicilio social: Calle Paseo Club Deportivo nº1, Edificio 13, primero izquierda, 28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid).

1.3.2. Centro Asistencial.

Los centros asistenciales más próximos están ubicados en:

- Almazán Centro de Salud
    - Dirección: Calle Ferial, 41320 Almazán, Soria
    - Teléfono: 975 30 09 61

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 364 de 577

Para asistencia primaria y para asistencia especializada:

- Complejo Hospitalario de Soria: Carretera de Logroño, s/n, 42005 Soria
- Teléfono: 975 22 00 54

Independientemente siempre en caso de duda **llamar al 112.**

1.3.3. Actuación Ante Riesgo Grave e Inminente.

Ante la detección de un riesgo grave e inminente, comunicárselo inmediatamente al responsable de seguridad, para que tome la decisión de abandonar el puesto de trabajo, si no está presente éste avisar a los compañeros que pudieran estar en peligro y abandonar el puesto de trabajo por propia iniciativa, comunicándolo posteriormente al responsable.

1.4. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.

Se trata de la construcción de una Subestación Eléctrica con su correspondiente parque a la intemperie para la distribución y transformación de la energía eléctrica producida por los parques eólicos de Hazapierna, Praderas Altas, Turkana, y Torrecilla además del parque solar fotovoltaico de Orquídea.

Los aerogeneradores y los campos solares fotovoltaicos, se conectarán al sistema eléctrico colector, canalizado en zanjas, que transportarán la energía generada hasta la subestación.

El edificio de la subestación se compone de sala de control, sala de control de parque, aseos, oficina, sala de servidores, sala de baterías, sala de celdas de 30 kV, sala de transformador de uso vario, sala de grupo electrógeno y almacén. En ellas se ubican los distintos espacios de trabajo así como el aparellaje de protección, control, comunicaciones y baja tensión.

La subestación se cerrará mediante una cerca perimetral de protección.

El acceso a la subestación se resuelve aprovechando la red de caminos y carreteras existente en la zona, completándose con la construcción de nuevos ramales hasta la ubicación de la misma.

Como norma general, los caminos de nueva construcción serán de zahorras. Las zanjas de canalización eléctrica discurrirán según las plataformas de los caminos.

En la ubicación de la subestación y trazado de los caminos se ha evitado la invasión de vegetación existente, zonas de interés arqueológico y arboledas. Asimismo, se ha intentado, en lo posible, interceptar el mínimo número de cauces de agua.

En la ubicación de la subestación se construirán plataformas de maniobra y montaje con firme de zahorra artificial.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 365 de 577

1.4.1. Situación de la Obra.

La **SUBESTACIÓN HAZAPIERNA** está situada en el término municipal de Nepas (Soria)

1.4.2. Descripción de las Fases de Obra.

Las fases de obra analizadas en el presente ESS, de forma secuencial, son las siguientes:

- Obra civil
- Edificación
- Infraestructura eléctrica
- Puesta en Marcha

Las actividades se describen mucho más detalladamente en los capítulos siguientes de este estudio de seguridad y salud. Estas fases se solaparán (podrán llegar a ser todas), según el avance de la obra.

1.5. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

1.5.1. Instalaciones de Higiene.

Los vestuarios y, locales de aseo, se ubicarán en la caseta de obra. Los locales, instalaciones y equipos mencionados son de fácil acceso, adecuados a su uso. Los recintos destinados a estos usos estarán debidamente ventilados, y dispondrán de suelos, paredes y techos lisos, con materiales fácilmente lavables con productos desinfectantes. Se procederá a su limpieza al menos una vez por semana, manteniéndose en perfecto estado de uso durante el tiempo que duren las obras.

Los aseos se dotarán de los elementos precisos para su correcto funcionamiento, debido a que por lo general la ubicación de los parques eólicos suele estar apartada de cualquier tipo de red de alcantarillado o de algún tipo de fosa séptica, condicionara el hecho de que todos los aseos deberán ser químicos.

Respecto a los vestuarios, estarán provistos de al menos:

- Inodoros con carga y descarga automática de agua corriente, papel higiénico y percha, ubicados en recinto de 1,20 x 1,00 m como mínimo.
- Lavabos con agua corriente, jabón y seca manos o dispensador de papel.
- Cabinas con plato de ducha de 60 x 60 cm, agua fría y caliente y percha.
- Taquillas metálicas con cerradura y llave.
- Bancos de madera de capacidad suficiente.
- Calefacción en zona de vestuarios.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 366 de 577

1.5.2. Instalaciones de Electricidad.

Los trabajos de ejecución de este proyecto que requieren de energía eléctrica se alimentaran de la red o de grupos electrógenos a través de cuadros eléctricos debidamente preparados, con las protecciones magnetotérmicas y diferenciales necesarias, aislamiento adecuado y cumpliendo en todo momento lo prescrito en el RBT 2002.

No se modificará la posición de ningún cable sin autorización de la empresa propietaria.

En caso de dañar un cable accidentalmente, aunque sea de forma ligera, debe señalarse el punto de avería, mantener alejadas a las personas y avisar inmediatamente a la empresa suministradora del servicio eléctrico.

La instalación de energía eléctrica para cualquier aparato o máquina, se hará a través del cuadro eléctrico general y, cuadros secundarios previamente instalados en la obra. Se prohíbe hacer reparaciones en el cuadro eléctrico por personal no cualificado para ello.

Las lámparas de alumbrado portátiles, tendrán mango aislante, protección mecánica y serán de 24 V.

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán los siguientes.

Todas las herramientas portátiles de accionamiento por energía eléctrica se alimentarán desde un cuadro de Protección. **Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:**

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 30 mA para la toma monofásica que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados, utilizados tanto para acometidas, como para instalaciones, serán de 1000 voltios de tensión nominal como mínimo.
- Los prolongadores, clavijas, conexiones y cables cumplirán las siguientes condiciones:
- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 367 de 577

- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

1.6. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD PARA TODAS LAS FASES

1.6.1. Consideraciones Generales Para Toda la Obra.

Dichas normas serán obligatorias y rigurosa y estrictamente aplicadas:

- Todo el personal tanto propio como subcontratado utilizara chaleco reflectante en todas las zonas de obra.
- Si la Dirección Facultativa lo dispone o siempre que no sea posible la comunicación vía teléfono móvil se utilizara comunicación vía radio (o walkie-talkie).
- Se realizarán reuniones periódicas con los jefes de obra de todas las contratas y subcontratas según las necesidades detectadas en la obra.
- Se realizarán reuniones periódicas conforme a las necesidades con todos los trabajadores de la obra.
- Las incidencias detectadas, así como las medidas correctoras tomadas que queden reflejadas en el acta tendrán carácter vinculante y prioritario.
- Cuando el trabajo se haga en zonas no pobladas o aisladas se dispondrá de elementos de comunicación y que el personal conozca la forma de proceder en caso de accidente, para la evacuación del herido y la prestación de primeros auxilios.
- En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (emisora o móvil) y de un botiquín, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.
- Así mismo se dispondrá en obra de una nota escrita de la que se informará de las direcciones y teléfonos de los Hospitales más cercanos.
- Los vehículos que accedan al interior del Parque deben disponer de extintor de forma obligatoria.

Medidas aplicables a personal especialmente sensible:

- Dada las especificaciones de la normativa respecto al trabajo de los menores de edad y los riesgos que pueden encontrarse en un parque en construcción, se limitará totalmente la

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 368 de 577

contratación de trabajadores menores de edad para el trabajo realizado en la construcción de parques eólicos.

- En caso de trabajadoras embarazadas, se estudiará en cada caso concreto, de manera que se analicen detalladamente las tareas realizadas, se valoren las tareas, se pongan medidas preventivas y se determine la posibilidad de realizar la actividad.
- Dada las especificaciones de la normativa respecto a las prohibiciones establecidas para la contratación de trabajadores a través de ETT y los riesgos que pueden encontrarse en un parque en construcción, se limitará totalmente la contratación de trabajadores a través de ETT.
-

1.6.2. Criterios generales: Subestaciones

Se analizan primero los riesgos que puedan darse en cualquiera de las actividades que se realizan con carácter general en una subestación eléctrica, y después se realiza el análisis de los específicos correspondientes a las fases de construcción de la misma.

Riesgos de Carácter General son aquellos que puedan afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen durante la construcción de la subestación, algunos de los cuales ya han sido comentados a lo largo del presente estudio de manera descriptiva.

RIESGOS

- Caídas de objetos o componentes sobre personas
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Proyecciones de partículas a los ojos
- Heridas en manos o pies
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes por manejo de herramientas
- Golpes contra objetos
- Atrapamientos entre objetos
- Atropello de vehículos
- Exposición a temperaturas extremas y condiciones ambientales adversas

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 369 de 577

- Accidentes in itinere
- Contacto térmico
- Contacto eléctrico en baja tensión.
- Contacto eléctrico en alta tensión.
- Arco eléctrico.
- Cortocircuito eléctrico
- Exposición a sustancias nocivas y/o corrosivas.
- Explosión/Incendio.
- Exposición al ruido.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Utilización de Equipos de Protección Individual y cumplimiento de normas de instrucción, mantenimiento, entretenimiento y, reparación del Equipo o Maquinaria utilizada.
2. Todo el personal que trabaje en la subestación llevará chaleco reflectante, botas de seguridad y casco.
3. Mantener el orden y limpieza. No dejar materiales ni herramientas donde puedan obstaculizar el paso.
4. Todos los vehículos respetarán las normas de circulación establecidas.
5. Está prohibido trabajar con un nivel de iluminación insuficiente.
6. Si existe riesgo de caída se señalizará mediante señal en forma de panel con color de seguridad (franjas alternas amarillas negras con una inclinación aproximada de 45 grados).
7. Si es necesario debido al riesgo existente de choque o golpes contra objetos o estructuras que situados en las zonas de circulación, se señalizará mediante señal en forma de panel y/o color de seguridad. A igualdad de eficacia podrá utilizarse cualquiera de las dos opciones.
8. Todas las zanjas y excavaciones que se encuentren abiertas deberán estar señalizadas convenientemente mediante valla de balizamiento, sobre todo cuando se encuentren próximas a los viales.
9. Todos los trabajos se organizarán de manera que bajo ninguna circunstancia se rebasen las distancias mínimas de seguridad cuando se trabaje en las proximidades de un tendido eléctrico. Las distancias de seguridad con las líneas son las siguientes:
    - 3 m. para líneas de hasta 66 kV.
    - 5 m. por encima de 66 kV.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 370 de 577

Si existe riesgo de no mantener estas distancias en zonas de paso de vehículos se instalará control de galibo, y si es necesario se gestionará en la compañía suministradora el desvío, apantallamiento o perfecto aislamiento de los cables.

10. Instrucción correcta sobre manipulación correcta de cargas.
11. Todo trabajo o acceso a las subestaciones requieren de autorización del Agente responsable de la Subestación, que será comunicada al Recurso Preventivo de la empresa contratista (y al Trabajador Cualificado).
12. No se podrá realizar ningún trabajo hasta que no se disponga de ausencia de tensión y no se hayan cumplido las REGLAS DE ORO PARA TRABAJAR CON SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.
13. Se establece como medio de Coordinación entre el agente y la empresa contratista el nombramiento de Recurso Preventivo de esta última que, a su vez, será trabajador Cualificado.
14. Antes de iniciar cada jornada, los Recursos Preventivos solicitarán información e instrucciones al Agente. Estas instrucciones se transmitirán por parte de la Contrata a todas las empresas concurrentes.
15. La ejecución de la descarga y la posterior comprobación de ausencia de tensión serán realizadas por el encargado de la subestación, que es la persona que autoriza el acceso, el inicio y la parada de los trabajos.
16. Para los cortes de alimentación al circuito de señalización (instalaciones de seguridad) deberán seguirse las instrucciones al efecto.
17. Para realizar trabajos en las subestaciones deberán tenerse presente siempre, por ser instalaciones con alta tensión, las distancias de seguridad a los puntos que puedan permanecer en tensión.
18. Se define la distancia de seguridad como la mínima a conservar en el aire, entre un aparato o conductor en tensión y el suelo u otro aparato o conductor sobre el cual se va intervenir. Se considera dicha distancia como la suma de dos valores:

    - Un valor base, relacionado con el nivel de residencia a la descarga disruptiva.
    - Un valor función del tráfico o de la naturaleza de los trabajos a efectuar, que constituye la distancia de protección.

La determinación del valor base, que constituye el primer sumando, se realiza aumentando en un 10% las distancias de no cebado y cuyos valores son los de la Tabla I.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 371 de 577

TABLA I

Tensión nominal kV.	Tensión más elevada (kV. eficaces)	Tensión soportada -impulso tipo Rayo- (kV. cresta)	Distancia no cebamiento cm.	Valor base: Distancia no cebamiento aumentada un 10 % cm.
Hasta 3	3,6	40 45	6 6,5	7
6	7,2	50 60	7,5 9	8 10
10	12	60 75	9 12	10 13
15	17,5	75 95	12 6	13 18
20	24	95 125	16 22	18 22
30	36	145 170	22 32	30 35
45	--	250	35	40
66	--	325	47,6	55

Al valor base definido es necesario añadir una magnitud variable que depende esencialmente de las siguientes circunstancias:

a. Circulación de personas.
   La distancia de seguridad estará formada por la suma del valor base y 2,25 m. (dimensión que corresponde a los brazos extendidos de un operario de talla media) y con un valor mínimo de la distancia total de 3 m. Si por razones especiales alguna parte de la instalación debiera situarse a menos altura de la señalada, deberá instalarse una protección eficaz que evite contactos inadvertidos al personal de explotación. Esta deberá ser:

   - Una rejilla de 2,25 m. de altura alejada del conductor o aparato, una distancia igual al valor base. O bien, instalación de una barandilla de 1,20 m. de altura, separada del conductor o aparato, una distancia igual al valor base aumentado en 0,6 m. como mínimo.

b. Circulación de vehículos.
   La anchura del pasillo de separación de la circulación debe ser la dada por el valor base aumentada en 0,7 m. de anchura.

c. Distancia de trabajo.
   La distancia mínima de seguridad (medida entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte extrema del operario) está formada por la suma del valor base y 0,7 m. con un valor mínimo de la distancia de 0,8 m. Las distancias de seguridad con relación a la tensión nominal son:

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 372 de 577

Tensión entre fases	Distancia mínima
Hasta 10 kV.	0,80 m.
" 15 kV.	0,90 m.
" 20 kV.	0,95 m.
" 25 kV.	1,00 m.
" 30 kV.	1,10 m.
" 45 kV.	1,20 m.
" 66 kV.	1,40 m.

19. Las distancias mínimas de seguridad indicadas se pueden reducir si se protegen adecuadamente con aislamiento las instalaciones o se interponen mamparas o placas aislantes entre dichas instalaciones con tensión y la zona de trabajo.
20. La distancia de alejamiento entre los elementos en tensión y los puntos de trabajo serán los que resulten de aumentar al valor base 1,75 m. en plano horizontal y 1,25 m. en plano vertical.
21. Se dice descargar las instalaciones y no cortar corriente, ya que no es suficiente con cortar corriente de alimentación, sino que es preciso también descargar éstas de las cargas eléctricas que puedan conservar por capacidad.
22. Se ha de descargar instalaciones al realizar cualquier trabajo en elementos que hubieran tenido tensión o les pudiera llegar y cualquier otro elemento que estando en tensión no esté a la distancia de seguridad y no quede protegido por placas dieléctricas entre los operarios y las instalaciones en tensión.
23. Para interrumpir la continuidad del circuito de una red de tierra, se colocará previamente un puente conductor a tierra en el lugar del corte. La persona que realice este trabajo estará perfectamente aislada, debiéndose considerar que el circuito de la red de tierra interrumpido puede estar en tensión si no se ha realizado la descarga de los elementos conectados a ella.
24. Cuando la instalación se deba dejar "en descarga" la primera operación es cortar corriente de la alimentación y seguidamente la comprobación de la ausencia de tensión.
25. Una vez comprobada la ausencia de tensión, se instalarán las puestas a tierra a ambos lados del punto de trabajo y en cualquier otro punto de posible entrada de tensión, pero sin sobrepasar la zona de seguridad para esta operación.
26. Con el fin de proteger a los agentes durante las operaciones de maniobras de aparatos y paso por las proximidades de las instalaciones en las subestaciones, es imprescindible que las estructuras, puertas de celdas, cuadros, etc., estén puestos a tierra, con independencia de las redes de tierra de los bastidores o carcasas de los distintos aparatos para su protección, tanto por seguridad del personal, como en evitación de que por retornos captados por las tierras de las estructuras pasen a las de los bastidores de los aparatos y no produzcan desconexiones intempestivas.

    a. Enclavamientos automáticos de los aparatos de maniobras, en particular medios que impidan el accionamiento de un seccionador en serie con su interruptor o disyuntor cerrado, al de bypass con dicho aparato correspondiente.
    b. Dotación de mando a distancia de los aparatos de maniobra.
    c. Apantallamiento.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 373 de 577

27. Los cierres enrejados (cuyas dimensiones son dos milímetros de diámetro de los alambres como mínimo, y separados entre sí a una distancia máxima de 2,5 cm) no son recomendables en la zona frontal de posibles arcos. En dicha zona debe establecerse paneles de planta metálica continua.
28. En las celdas de alta tensión con aparatos de corte de accionamiento manual, no adecuado para maniobrar en carga, cuando no tengan enclavamiento que impidan su anómala maniobra, la distancia de seguridad entre el cierre enrejado y las partes activas desnudas de la instalación, en las que se puede cebar el arco, debe ser:

Tensión nominal kV.	Distancia de seguridad mínima para trabajador m.	Separación entre operario y cierre de celda m.	Distancia de seguridad entre cierre celda y parte en tensión en m.
Hasta 10 kV	0,80 m.	0,20 m.	0,60 m.
" 15 "	0,90 m.	0,20 m.	0,70 m.
" 20 "	0,95 m.	0,20 m.	0,75 m.
" 25 "	1,00 m.	0,20 m.	0,80 m.
" 30 "	1,10 m.	0,20 m.	0,90 m.
" 45 "	1,20 m.	0,20 m.	1,00 m.
" 66 "	1,40 m.	0,20 m.	1,20 m.

29. Cuando estas distancias no se cumplan, la pantalla o cierre de separación tendrá que ser de plancha metálica continua. Asimismo, tendrá que ser de plancha metálica continua, la pantalla o cierre de las celdas de interruptores de aceite (aunque estos sean de pequeño volumen).
30. Cuando se tenga que trabajar elevándose del nivel del suelo, será preceptivo el uso de casco tipo E-AT con barboquejo y cinturón de seguridad. Las subestaciones eléctricas deben tener, como mínimo, la siguiente dotación:
    a. Un detector de corriente para C.C. y otro para C.A. con el comprobador correspondiente y accesorios convenientes (correspondientes con las tensiones de la subestación).
    b. Dos pértigas de puesta a tierra, con prolonga suficiente para conexión a tierra y los accesorios convenientes.
    c. Dos pértigas para maniobras, una para servicio interior y otra para exterior, o bien, una sola para los dos servicios, formada por unión de elementos, con longitud adecuada a las necesidades de cada subestación y los accesorios convenientes (sólo en el caso de existir seccionadores para maniobrar con pértigas).
    d. Un taburete o banqueta aislante para servicio interior y otro para exterior (correspondientes con las tensiones de la subestación).
    e. Dos pares de guantes aislantes.
    f. Un casco de seguridad, no metálico de clase "E-AT" y con barboquejo. Un cinturón de seguridad.
    g. Extintores de incendios de nieve carbónica o polvo.
    h. Una pértiga aislante para salvamento (correspondiente con las tensiones de la subestación).
    i. Aparato de respiración artificial e instrucciones de su aplicación a la vista de los agentes.
    j. Botiquín.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 374 de 577

31. También deberá existir en cada subestación la información en materia de primeros auxilios ante el accidente eléctrico, que deberán los agentes recordarlo a menudo.
32. El personal encargado del montaje de la instalación debe conocer los riesgos específicos y el empleo de los medios auxiliares necesarios para realizarlos con la mayor seguridad posible.
33. Los trabajos en la subestación se realizarán con corte de tensión en toda la subestación.
34. Los trabajos en las subestaciones se recogerán en las actas de trabajo así como la empresa encargada de realizar trabajos dentro de éstas. Siempre bajo la supervisión y previo corte de tensión del encargado de subestaciones.
35. Para evitar el riesgo de caída al mismo nivel se deberá mantener el tajo limpio y ordenado
36. En la manipulación de materiales deberán considerarse posiciones ergonómicas para evitar golpes heridas y erosiones.
37. Los operarios que realicen el transporte del material deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano), mono de trabajo y botas de cuero de seguridad.
38. Se vigilará en todo momento la buena calidad de los aislamientos así como la correcta disposición de interruptores diferenciales y magneto térmicos en el cuadro de zona,
39. La iluminación mínima en las zonas de trabajo debe ser de 100 lux, medidos a una altura sobre el pavimento de, dos metros.
40. La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla; alimentados a 24 Voltios.
41. Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
42. Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo tijera, dotados con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos de caída a distinto nivel debido a trabajos realizados sobre superficies inseguras.
43. Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores, estarán protegidas por doble aislamiento (categoría II).
44. Las herramientas de los instaladores cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y substituidas por otras en buen estado, de forma inmediata.
45. Los operarios que realicen la instalación de la red interior deberán usar casco de seguridad, guantes de cuero y lona (tipo americano) o guantes aislantes si se precisara, mono de trabajo y botas de cuero de seguridad.
46. Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la fuente suministradora, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.
47. Antes de hacer entrar en carga la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros eléctricos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
48. Comprobar que se disponen de las órdenes de trabajo y los permisos necesarios para llevar a cabo los trabajos.
49. Realizar las conexiones y desconexiones de los aparatos de medida siempre sin tensión.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 375 de 577

50. Si el trabajo es con Descargo, verificar que corresponde al trabajo solicitado y su adecuación y aplicar en origen y destino las REGLAS DE ORO:
    a. Abrir las fuentes de tensión.
    b. Enclavar los aparatos de corte.
    c. Verificar la ausencia de tensión.
    d. Poner a tierra y en cortocircuito.
    e. Señalizar y delimitar la zona de trabajo
51. Considerar que todo elemento o equipo de instalación está en tensión mientras no se verifique lo contrario. Una vez identificadas las partes en tensión proceder a su señalizado, delimitación y apantallamiento.
52. No alterar las protecciones o enclavamientos no afectados por el trabajo.
53. Respetar las distancias de seguridad a las partes de la instalación que se encuentren en tensión.
54. Mantener el buen orden y la limpieza de las zonas de trabajo, dejando las instalaciones limpias y en las condiciones iniciales de operación.
55. Emplear diferenciales de alta sensibilidad para las instalaciones eléctricas provisionales.
56. Seguir un plan de mantenimiento preventivo a fin de que el equipo se encuentre siempre en buen estado de funcionamiento.
57. Adecuar los medios de transporte y elevación a las cargas.
58. Mantener toda maniobra bajo control y vigilancia responsable.
59. Informar a los operarios sobre las normas de uso y métodos de trabajo adecuados para el empleo de equipos auxiliares y herramientas.
60. Al emplear medios de corte mecánico, vigilar la proyección de partículas incandescentes, en caso necesario proteger con lonas o mantas ignífugas.
61. Informar a los trabajadores sobre las condiciones mínimas de seguridad para el uso de andamios, plataformas de trabajo y escaleras manuales, destacando entre otras:
62. Los andamios deberán ser arriostrados para lograr su estabilidad y evitar movimientos que puedan hacer perder el equilibrio a los trabajadores.
63. Las plataformas de trabajo de los andamios tendrán como mínimo 60 centímetros de anchura y estarán firmemente ancladas a la estructura; si fuera de tablones estos se unirán fuertemente entre sí y a la estructura.
64. Las plataformas de los andamios de más de 2 metros de altura estarán dotadas de barandillas perimetrales de 90 centímetros de altura mínima, listón intermedio y rodapiés.
65. En las plataformas de los andamios está prohibido dejar o abandonar materiales o herramientas.
66. Está prohibido arrojar escombros desde los andamios
67. Los apoyos en el suelo se realizarán sobre zonas que no ofrezcan puntos débiles, siendo conveniente emplear durmientes de madera que repartan la carga
68. Los módulos inferiores estarán dotados de bases niveladoras sobre tornillos sin fin (husillos de nivelación) con el fin de garantizar una mayor estabilidad del conjunto.
69. El perímetro de la plataforma de trabajo se protegerá con barandillas de 1 metro de altura, rodapié mayor o igual a 15 centímetros y barra intermedia
70. La anchura de la plataforma o piso tendrá como mínimo 60 centímetros

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 376 de 577

71. En los cambios de posición o maniobras no debe haber personas o materiales sobre torretas o andamios de ruedas.
72. Antes de iniciar el trabajo se comprobará que las ruedas están frenadas a cuyo fin constarán de los correspondientes dispositivos.
73. Los andamios de borriquetas estarán formados por un tablero horizontal de 60 centímetros de anchura mínima, colocado sobre dos apoyos en forma de uve invertida.
74. Las borriquetas se montarán niveladas, nunca inclinadas.
75. Las borriquetas de madera estarán sanas, perfectamente encoladas, sin deformaciones, grietas o roturas.
76. Las plataformas de trabajo se anclarán perfectamente a las borriquetas en evitación de balanceos y deslizamientos.
77. La distancia entre las borriquetas no excederá de 3,5 metros para tablones de 5 centímetros de espesor
78. Los tablones que forman la plataforma no sobrepasarán los puntos de apoyo sobre las borriquetas más de 40 centímetros para evitar el riesgo de vuelcos por basculamiento
79. Solamente se emplearán andamios de borriquetas hasta 6 metros de altura
80. Si tuvieran entre 3 y 6 metros de altura se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados
81. Todo andamio sobre borriquetas de más de 2 metros de altura estará dotado de barandillas sólidas de 90 centímetros de altura mínima, listón intermedio y rodapiés
82. Las escaleras portátiles deberán estar dotadas de ganchos para poder estar sujetas a la parte superior de los elementos de apoyo
83. El apoyo inferior se efectuará sobre superficies planas y sólidas y los montantes han de ir provistos de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante
84. El ascenso y descenso no se hará de espaldas a la escalera, sino de frente
85. No se podrán subir a brazo pesos que comprometan la seguridad del trabajador
86. Los largueros serán de una pieza
87. Las escaleras de madera no deben pintarse para que los defectos sobrevenidos puedan fácilmente apreciarse; los peldaños estarán ensamblados y no clavados
88. No se utilizará la escalera simultáneamente por dos operarios
89. Se prohíbe el empalme de dos escaleras, a no ser que reúnan condiciones especiales para ello
90. Las escaleras simples no tendrán más de 5 metros de longitud
91. Se colocarán formando un ángulo aproximado de 75º con la horizontal
92. Los largueros deben sobresalir del plano superior de apoyo en 1 metro
93. Las escaleras de tijera deberán disponer de cadena, cable o mecanismo similar y topes de seguridad de apertura.
94. Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cabos que sujetarán sendos operarios, para evitar los riesgos de atrapamientos, golpes o caídas por penduleo de la carga. Se prohíbe expresamente guiar las cargas pesadas directamente con las manos o el cuerpo y permanecer en el radio de acción de las mismas.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 377 de 577

95. Se estudiarán los recorridos de los equipos por el interior de la obra, acondicionando los pasos para evitar desniveles y balanceos de las cargas.
96. Se comprobará previamente su implantación la solidez de forjados y bancadas destinadas a acoger cargas o equipos pesados.
97. 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 el riesgo), que empujará siempre la carga desde los laterales, para evitar el riesgo de caídas y golpes por los rodillos ya utilizados.
98. El transporte descendente o ascendente por medio de rodillos o transpaletas transcurriendo por rampas o lugares inclinados se dominará mediante "trácteles" que soportarán el peso directo. El elemento de sujeción se anclará a un punto sólido capaz de soportar la carga con seguridad.
99. Se prohíbe el paso o acompañamiento lateral de transporte de la maquinaria sobre rodillos o transpaletas cuando la distancia libre de paso entre ésta y los paramentos laterales verticales sea igual o inferior a 80 cm, para evitar el riesgo de atrapamientos por descontrol de la dirección de la carga.
100. El transporte de las bobinas, hasta el lugar de emplazamiento, si se realiza bien por medios mecánicos (Grúas, carretones...) rodando sobre sus duelas, deberá hacerse por caminos horizontales que no ocupen gálibo
101. Los operarios se protegerán de la corriente de baja tensión por todos los medios que siguen.
102. No acercándose a ningún elemento de 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 el elemento está bajo alta tensión, mientras se efectúan las confirmaciones oficiales, se obligará, con señalización adecuada, a los operarios y las herramientas por ellos utilizadas, a mantenerse a una distancia no menor de 4 m.
103. En caso de que la obra interfiriese 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.
104. 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 las normas UNE 20383- 75).
105. 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.
106. 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 variar 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.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023

107. Antes de alimentar eléctricamente los equipos se comprobara el nivel de aislamiento de sus circuitos mediante Meguer de 1000 V, efectuando una revisión de conexiones, protecciones y empalmes, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
108. Las herramientas a utilizar por los instaladores estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos de energía eléctrica.
109. Antes del inicio de las pruebas de funcionamiento se avisará a todo el personal de la realización de las mismas.
110. Se dispondrá de la máxima información documental, planos, croquis, fotografías o cualquier otro tipo de dato que sirva para la identificación de cualquier instalación o servicio que pudiera aparecer en una zanja, canal o galería de cables.
111. En galerías, arquetas o recintos cerrados, donde existan canalizaciones de gas, se identificará el mismo para conocer sus riesgos y se verificará su ausencia mediante “detector de gases”. En cualquier caso se mantendrán perfectamente ventiladas las zonas de trabajo.
112. Se solicitará la anulación de los reenganches automáticos, si existen, de todos los cables que se encuentren en la zona de trabajo.
113. Se dispondrá de escaleras no metálicas para acceder a la zanja y en ningún caso se utilizarán los cables como punto de apoyo para el acceso.
114. Se procederá a la identificación, comprobación del estado de los cables a manipular y señalización de la zona de movimiento, acción realizada por un trabajador cualificado (recurso preventivo) para verificar su viabilidad. No será posible realizar el trabajo en caso de que:
    a. El aislamiento presente deficiencias
    b. El movimiento de los mismos pueda dañar el propio aislamiento, sus conexiones o el de las instalaciones más cercanas
115. Las zonas de trabajo afectadas, deberán encontrarse protegidas y señalizadas mediante vallas, barandillas, señales, cintas, conos, luces o pasarelas calculadas en función de las cargas que han de soportar.
116. El personal que realice estos trabajos será cualificado.
117. El personal recibirá una charla inicial de los trabajos, donde se revisarán las condiciones necesarias para realizar los mismos, se definirán los cometidos de cada trabajador y se repasarán las medidas de seguridad.

Manipulación de cables:

118. La manipulación de cables con tensión se llevará a cabo utilizando siempre guantes aislantes para la tensión nominal de la línea y se trabajará siempre situado sobre alfombrillas aislantes, adecuadas también para dicha tensión
119. Está prohibido manipular dos fases distintas con tensión.
120. Se evitará dañar la cubierta de los cables por roces, abrasión o golpes.
121. En caso de ser precisa la realización de trabajos, en presencia o proximidad de otros cables, se protegerán estos con material aislante de acuerdo a la tensión nominal del cable.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 379 de 577

122. No se apoyarán ni depositarán sobre los cables, herramientas, máquinas, útiles de trabajo ni cualquier otro objeto que no sea para la protección eléctrica o mecánica del propio cable.
123. En caso de temperaturas extremas, sólo se permitirá la manipulación de los cables cuando la temperatura de los mismos este dentro del rango de temperaturas permitidos por el fabricante.
124. Está prohibido manipular cables con tensión siempre que la zona de trabajo esté inundada o esté lloviendo sobre la misma.
125. No se encenderá fuego dentro de la zona señalizada
126. No se forzarán las curvaturas de los cables respetando en todo momento los radios mínimos recomendados por los fabricantes.
127. Cuando los cables tengan que ser desplazados de su lecho actual a otro, se acondicionará el nuevo lecho con los materiales adecuados a fin de evitar roces que puedan dañar su aislamiento.
128. Si los trabajos no se finalizan en la jornada se establecerán las medidas oportunas con el fin de mantener la instalación en condiciones de seguridad.
129. Una vez finalizados los trabajos se limpiará la zona de trabajos, se retirará el personal y se normalizará la instalación.
130. Distancias límite de las zonas de trabajo:
    a. 25 kV 0.8 m a 1.3 m < 0,8 m
    b. 6 kV 0,62 m a 1,2 m < 0,62 m
131. En el Área de Trabajos en Tensión solo trabajarán personal Cualificado (según RD 614 /2001)
132. En el Área de Trabajos en Proximidad solo trabajará personal Autorizado (según RD 614 / 2001). Se permitirá la actuación de personal no Autorizado en los casos indicados en los párrafos siguientes.
133. Fuera del Área de Trabajos en Proximidad no hay requerimientos de seguridad.
134. Se entiende que el resto de trabajadores no están autorizados para trabajos eléctricos (salvo que lo acrediten), por lo tanto, como norma general, deberán permanecer fuera del Área de
135. Trabajos en Proximidad de Tensión. En caso de que sea necesario invadir esta área, el recurso preventivo, junto a otros responsables de la obra, estudiarán las cuestiones particulares, pudiéndose dar los siguientes casos:
    a. El área se invade cerca del límite exterior de proximidad (1,3 m en 25 kV), con los operarios trabajando en el suelo, sin medios de elevación ni elementos metálicos que se eleven por encima de ellos. En este caso se informará suficientemente de la presencia de riesgo eléctrico y se establecerá una vigilancia frecuente de las actividades por parte del recurso preventivo.
    b. El área se va a invadir hasta el límite interior de proximidad a los puntos en tensión (0,8 m en 25 kV). En este caso hay que tratar de conseguir un descargo de la instalación para estas actividades. Si no fuera posible, se deberá realizar un procedimiento específico, se impartirá la formación necesaria a los trabajadores y se establecerá supervisión permanente por parte de un trabajador autorizado.
136. Todo el personal que intervenga en las operaciones específicas de TET deberá estar habilitado para ese trabajo y método empleado en la ejecución del mismo.
137. El recurso preventivo cumplirá con rigor su función de vigilar continua y permanentemente el trabajo.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 380 de 577

138. En los trabajos realizados en BT se tendrá en cuenta:

a. El personal que realice trabajos en tensión, en este tipo de instalaciones, estará adiestrado en los distintos procedimientos elaborados para ejecutar una serie de actividades aplicando el método de trabajo en Contacto con Protección aislante de las manos, y en el empleo del material de seguridad, protección, equipos de medida y herramientas aislantes.

b. Se pondrá especial atención en el caso de instalaciones con circuitos múltiples, cuadros de centralización de contadores, cuadros de BT, etc., que por su proximidad implique un riesgo adicional de contactos accidentales.

139. Poner en conocimiento del superior cualquier antecedente de vértigo o miedo a las alturas.

140. El servicio médico efectuará las pruebas de vértigo a todos los operarios.

141. Es obligado utilizar el arnés de seguridad cuando se trabaja en altura y no existe protección colectiva eficaz.

142. El acceso a los puestos de trabajo se efectuará por los accesos previstos, no trepando por maderos o tubos, etc.

143. Antes de iniciar un trabajo en altura, comprobar que no hay ningún operario arriba o abajo trabajando en la misma vertical, y que están colocadas y en buen estado de servicio las protecciones, plataformas y/o redes de seguridad.

144. Si por necesidad del trabajo, hay que retirar momentáneamente alguna protección colectiva, debe reponerse antes de ausentarse.

145. Está prohibido arrojar materiales o herramientas desde altura.

146. Cuando se trabaje en altura, las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída fortuita y nos permitan utilizar las dos manos en los desplazamientos.

147. No olvidar que las plataformas de trabajo, tendrán una anchura mínima de 60 cm. y que a partir de los 2 m se instalarán barandillas y rodapiés.

148. Los riesgos de trabajos en altura dependen directamente del tipo de actividad que se realice y de los medios utilizados.

149. Los medios comúnmente usados son: escaleras, andamios, apoyos y cestas.

150. Utilizar las escaleras de mano siguiendo las indicaciones y limitaciones del fabricante.

151. Está prohibida la utilización de escaleras de mano, construidas de forma improvisada.

152. En todo “trabajo” sobre escalera se usará el arnés de seguridad tipo antiácidas que se fijará a la propia escalera, si ésta está amarrada previamente de forma segura y, en su defecto, a un elemento resistente (existente o puesto a tal fin) ajeno a ella.

153. La escalera debe ser de longitud suficiente para ofrecer, en todas las posiciones en las que deba ser utilizada, un apoyo a las manos y a los pies, para lo que, en caso de tener que trabajar sobre ella, deberá haber como mínimo cuatro escalones libres por encima de la posición de los pies.

154. Considerar el trabajo a realizar antes de utilizar la escalera.

155. Para trabajos que precisen esfuerzo y el uso de las dos manos, o que deban realizarse en condiciones climáticas desfavorables, deben sustituirse las escaleras por andamios.

156. Asegurar la estabilidad de la escalera antes de usarla. La base deberá quedar sólidamente asentada y no se colocará sobre elementos móviles o inestables como cajas, bidones, etc.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 381 de 577

157. Emplear zapatas, abrazaderas o ganchos que aumenten la estabilidad de la escalera en función del tipo de suelo o de la operación que deba realizarse.
158. Colocar la escalera formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.
159. En lugares elevados, los largueros sobrepasarán, al menos, 1 metro los puntos superiores de apoyo.
160. Inspeccionar los puntos de apoyo para evitar el contacto con cables eléctricos, tuberías, etc.
161. Asegurarse antes de subir a la escalera de que el calzado y los peldaños están libres de grasa, barro o sustancias deslizantes.
162. Ascender, descender y trabajar de cara a la escalera.
163. No se debe subir por encima del tercer peldaño, contado desde arriba.
164. Está prohibido el transporte y la manipulación de cargas cuando su peso comprometa a la persona que utiliza la escalera.
165. Nunca dejar la herramienta sobre los peldaños. Colocarlas en una bolsa sujeta a la escalera o colgada del hombro.
166. Impedir el paso de personas por debajo de la escalera.
167. La escalera no se utilizará por dos o más personas simultáneamente, y no se moverá la escalera cuando se esté trabajando sobre ella.
168. En las escaleras de tijera dejar completamente extendido el tensor, no pasar de un lado a otro por la parte posterior y no trabajar “a caballo” sobre ella.
169. Revisar las escaleras periódicamente y siempre antes de su utilización.
170. No deben utilizar escaleras personas que sufran algún tipo de vértigo o similares.
171. La inclinación de la escalera deber ser tal que la distancia del pie a la vertical pasando por el vértice esté comprendida entre el cuarto y el tercio de su longitud, correspondiendo una inclinación comprendida entre 75,5º y 70,5º.
172. El ángulo de abertura de una escalera de tijera debe ser de 30º como máximo, con la cuerda que une los dos planos extendida o el limitador de abertura bloqueado.
173. Siempre que sea posible y, en todo caso, cuando se trabaje a alturas superiores a dos metros, será necesario utilizar un equipo anticaídas temporal de cuerda, que deberá situarse a lo largo de la escalera, de forma que si se produce una caída, el trabajador quede sujeto por el mismo. La cuerda se deberá sujetar a un elemento firme y seguro, de forma que soporte la caída del operario en caso de que ésta se produzca. Deberá utilizarse el sistema anticaídas adecuado a la cuerda a utilizar. Dicho sistema anticaídas irá anclado al arnés y se irá deslizando acorde al desplazamiento del operario.
174. Las escaleras no deben utilizarse para otros fines distintos de aquellos para los que han sido construidas. Así, no se deben utilizar las escaleras dobles como simples. Tampoco se deben utilizar en posición horizontal para servir de puentes, pasarelas o plataformas. Por otro lado no deben utilizarse para servir de soportes a un andamiaje.

1.6.3. Empleo de Recursos Preventivos.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 382 de 577

El empleo de los Recursos Preventivos viene determinada por lo descrito en el en el RD 604/2006. Durante la fase de obra civil será necesario el uso de recursos preventivos cuando ocurra alguno de los siguientes casos:

- Cuando se estén realizando trabajo en las cercanías de alguna línea de alta tensión o debajo de ella
- Cuando se estén realizando excavaciones y exista alguna zanja enterrada con elementos en tensión.
- En cualquier fase del montaje del aerogenerador y/o construcción de la subestación.
- Y en cualquier tarea que se considere de riesgo.

Para conseguir el nivel de seguridad y salud de esta obra, está prevista la presencia continua en la misma de un Recurso Preventivo que garantice con su labor cotidiana, los niveles de prevención contenidos en este estudio de seguridad y salud con las siguientes funciones técnicas, que se definen seguidamente. Las personas designadas lo serán con su expresa conformidad, una vez conocidas las responsabilidades y funciones que aceptan.

Funciones a realizar por el Recurso Preventivo

- Seguirá las instrucciones del Jefe de Obra y en su caso, del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Informará puntualmente al Jefe de Obra y en su caso, al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, del estado de la prevención desarrollada.
- Controlará y dirigirá, siguiendo las instrucciones del plan de seguridad y salud, el montaje, mantenimiento y retirada de las protecciones colectivas.
- Dirigirá y coordinará la cuadrilla de seguridad y salud.
- Controlará las existencias y consumos de la prevención y protección decidida en el plan de seguridad y salud y entregará a los trabajadores y visitas los equipos de protección individual.
- Medirá el nivel de la seguridad de la obra, cumplimentando las listas de seguimiento y control, que entregará a la jefatura de obra para su conocimiento y al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para que tome las decisiones oportunas.
- Realizará las mediciones de las certificaciones de seguridad y salud, para la jefatura de obra.

Pero ante todo estas serán sus directrices principales:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 383 de 577

a. 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.
b. 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.»

1.6.4. Protecciones Colectivas Generales.

Las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos anunciados:

1.6.4.1. Frente a los Riesgos Generales.

Nos referimos aquí a las medidas de seguridad a adoptar para la protección de riesgos que consideramos comunes a todas las actividades presentes en la ejecución de este proyecto y son las siguientes:

1. Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
2. Apantallamiento y señalización de las partes próximas en tensión eléctrica.
3. Se montarán barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
4. Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros, se colocarán mamparas opacas de material ignífugo).
5. Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán éstos o se protegerán con lona ignífuga.
6. Se mantendrán ordenados y protegidos, los materiales, cables y mangueras, para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
7. Los restos de material generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
8. Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
9. Se establecerán y se harán respetar las señalizaciones y limitaciones para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
10. Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
11. Dentro de la obra y sin ninguna excepción será necesario como mínimo uso de chaleco reflectante, botas de seguridad y casco de protección.

1.6.4.2. Trabajos en altura.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 384 de 577

Es evidente que el trabajo en altura se presenta dentro de muchas de las actividades que se realizan en la ejecución de este Proyecto y, como tal, las medidas preventivas relativas a los mismos serán tratadas conjuntamente con el resto de las que afectan a cada cual.

Sin embargo, dada elevada gravedad de las consecuencias que, generalmente, se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y conveniente remarcar, en este apartado concreto, las medidas de prevención básica y fundamental que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos en altura.

PARA EVITAR LA CAÍDA DE OBJETOS:

1. Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
2. Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, instalar las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.)
3. Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
4. Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a ésta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

PARA EVITAR CAÍDAS DE PERSONAS:

1. En cuanto andamios, escaleras de mano, y equipos de trabajo para trabajos temporales en altura, se cumplirán las recomendaciones dadas en el REAL DECRETO 2177/2004, de 12 de noviembre, 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.
2. Se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bOutes de plataformas, forjado, etc. por los que pudieran producirse caídas de personas.
3. Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes.
4. Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos etc., se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.
5. En altura (más de 2 m) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estarán anclado a elementos fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
6. Se instalarán cuerdas o cables fiadores para la sujeción del arnés anticaída en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubierta. En este caso se utilizarán arnés anti-caídas, provistos de absorción de energía.
7. A continuación se exponen los dispositivos con que cuenta el personal y el procedimiento que deben seguir, en la utilización de Equipos de Protección contra Caídas:
    a. Arnés de seguridad.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 385 de 577

b. Cabo de anclaje corto con mosquetón de gran apertura.
c. Cabo de anclaje largo con absorbedor de energía y mosquetón de gran apertura.

8. En general, deberá tenerse en cuenta el riesgo de Impacto, por Caída de Altura o Pérdida de equilibrio, por lo que se comprobará con carácter previo a su utilización la resistencia y aptitud del equipo y del punto de enganche o anclaje.
9. Los riesgos de Incomodidad y molestias al trabajar, se reducirán buscando en el EPI un diseño ergonómico (modo de construcción, volumen, flexibilidad, facilidad de colocación y dispositivo de prensión con regulación automática longitudinal) y, la Aptitud del Equipo (reparto de los esfuerzos de frenado entre las partes del cuerpo que tengan cierta capacidad de absorción, reducción de la fuerza de frenado, distancia de frenado y, posición de la hebilla de fijación).
10. Otro tipo de Accidentes, pueden tener su origen en el movimiento pendular y choque lateral, por lo que se buscará un punto de enganche por encima de la cabeza. Respecto a la carga estática en suspensión ejercida por las correas y el posible tropiezo en el dispositivo de enlace, se tendrán en cuenta para la elección del equipo, un correcto diseño del EPI, que reparta las fuerzas, así como dispositivos de enlace corto, por ejemplo, reductor de correa, dispositivo anti-caídas.
11. En el riesgo de Alteración de la función de protección debida al envejecimiento (intemperie, condiciones ambientales, limpieza y utilización), se limitará las alteraciones de la resistencia mecánica por la corrosión, agresiones industriales, con un correcto mantenimiento de la función de protección durante toda la duración de utilización. Por otra parte se instruirá sobre la utilización apropiada del equipo y con conocimiento del riesgo, respetando las indicaciones del fabricante, llevando a cabo controles periódicos, y, con la sustitución que sea oportuna.
12. Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones.
    a. No tendrán rotos ni astillados los largueros o peldaños
    b. Dispondrán de zapatas antideslizantes.
    c. La superficie de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
    d. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
    e. Colocarla con la inclinación adecuada.
    f. Las escaleras de mano para fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir al menos un metro del plano de trabajo al que se accede
    g. Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.
13. Los andamios cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
    a. Se apoyarán sobre superficies planas y resistentes.
    b. 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.
    c. Bajo ningún concepto se manipularán los elementos de la estructura de seguridad del andamio.
    d. Se mantendrá un perfecto orden y limpieza de las plataformas de trabajo.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 386 de 577

e. Se arriostrarán a partir de cierta altura.
f. Las plataformas de trabajo ubicadas a 2 ó más metros de altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio o rodapié.
g. Tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura.
h. 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.
i. Se limitará el acceso a cualquier andamiada, exclusivamente al personal que haya de trabajar en él.
j. No sobrecargar los andamios.

14. Plataforma elevadora autopropulsada, cumplirá:
    a. Utilizar siempre el equipo de protección personal y la ropa de trabajo apropiada para cada tarea u operación, llevar siempre colocado un arnés de seguridad cuando se encuentre en la plataforma.
    b. Rehusar utilizar o subir a una plataforma que no funcione correctamente.
    c. No permitir que ninguna persona carente de autorización utilice la plataforma.
    d. No manipular materiales voluminosos, ni elevar cargas con la plataforma.
    e. Los mandos inferiores de control prioritario sólo deben utilizarse en caso de emergencia.

1.6.4.3. Frente a Riesgo de Electrocución

Antes de iniciar un trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, tal y como se establece en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para protección de la salud y seguridad de los trabajos frente el riesgo eléctricos, además se definen los tipos de trabajo que puede hacer cada uno de dichos trabajadores, que a modo de resumen se indican en la siguiente tabla:

	TIPOS DE TRABAJOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS			
	Trabajos Sin Tensión	Maniobras, Medic., Ensayos y Verificaciones	Trabajos En Tensión	Trabajos En Proximidad
Baja Tensión (hasta 1.000 V)	A	A	C A (reponer fusibles)	Preparación: A
Alta Tensión (> 1.000 V)	C	C A (vigilado por C)	CAE con vigilancia del Jefe de Trabajo. C fusibles a distancia.	- Preparación: C - Realización: A (o vigilado por un A)

Significado: A (Trabajador Autorizado); C (Trabajador Cualificado).
CAE (Cualificado y autorizado por escrito, "**Habilitado**" en División TET)

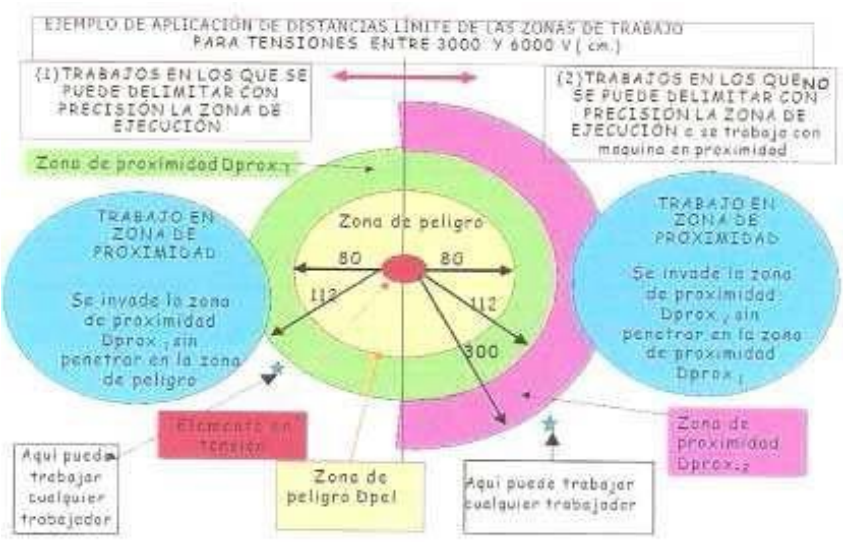
ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 387 de 577

1. ESTA COMPLETAMENTE PROHIBIDO EL REALIZAR TRABAJOS EN TENSIÓN O EN PROXIMIDAD. En caso de invadir la zona de Peligro eléctrico, los trabajos se realizarán con cortes de tensión siguiendo el procedimiento de corte de tensión, se comprobará la ausencia de tensión y se protegerá la zona de trabajo con puestas a tierra y en cortocircuito.
2. Los trabajos con riesgo eléctrico se deberán realizar siguiendo los procedimientos establecidos en el 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Se indican en el siguiente cuadro las distancias límite de las zonas de trabajo:

U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
≤1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500

a. Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.
b. La tensión nominal de una instalación en Kilovoltios, Uno, es el valor convencional de la tensión con la que se denomina a un sistema o instalación y para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para los sistemas trifásicos se considera como tal la tensión compuesta (valor eficaz entre fases).
c. Las distancias Dpel, son límites que han de ser respetados cuando se realizan trabajos en tensión o en su proximidad por parte de los trabajadores autorizados o cualificados u otros trabajadores bajo la vigilancia de ellos.
d. Las distancias Dprox, se refieren a los límites que han de ser respetados durante los trabajos realizados por cualquier trabajador que no sea “trabajador autorizado”.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 388 de 577



3. Se prohíbe realizar trabajos en instalaciones de alta tensión sin adoptar las precauciones siguientes:
    a. Abrir todas las fuentes de tensión mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.
    b. Enclavamiento o bloqueo, si es posible de los aparatos de corte.
    c. Reconocimiento de la ausencia de tensión. Al realizar esta operación la instalación se considera en tensión. El operario utilizará pértiga autoverificable de la ausencia tensión y se aislará mediante guantes.
    d. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión delante y detrás de los trabajos.
    e. Colocar las señales de seguridad adecuadas y delimitar la zona de trabajo.
4. Deberán comprobarse especialmente las distancias de seguridad en los puntos que coincidan las líneas de 1320 v con paso de feeders, con colas de anclaje o con los seccionadores de apertura en carga correspondiente a los seleccionadores de catenaria.
5. Se establecerán zonas neutras como medida preventiva, con el fin de evitar la entrada de corriente de trabajo una vez cortada la tensión entre dos seccionamientos.
6. El detector no garantiza la ausencia total de tensión por ello la puesta a tierra y en cortocircuito se realizará con las precauciones propias de esta operación.
7. Después de probar la ausencia de tensión se instalarán las puestas a tierra y en cortocircuito a ambos lados del punto de trabajo y en cualquier otro punto de entrada de tensión.
8. Las conexiones de los puntos a tierra se deberán situar los más cercanos posibles al punto de trabajo.

NORMAS DE COMPORTAMIENTO Y TRABAJO.

1. No toque o se apoye en cualquier elemento de las instalaciones eléctricas.
2. Esté siempre atento a las indicaciones del personal cualificado.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 389 de 577

3. Ante cualquier deterioro de la cubierta de una línea eléctrica aislada, considérela como línea desnuda.
4. El acceso a los recintos, subestaciones, armarios y demás envolventes destinados al servicio eléctrico debe ser controlado, debiendo adoptarse las precauciones necesarias para evitar la presencia de personas ajenas a los trabajos desarrollados en los mismos. El acceso deberá estar restringido a los trabajadores que hayan sido expresamente autorizados por el responsable de la instalación, que deberá informarles previamente de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.
5. Las puertas de los recintos, armarios y demás envolventes destinados al servicio eléctrico deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.
6. Cuando no se trate de un recinto independiente, la zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.
7. Mantener en todo momento el orden y la limpieza en los locales donde se realice cualquier tipo de tarea. Recoger toda la herramienta y el material al finalizar la jornada. Depositar las basuras y desperdicios en recipientes adecuados.
8. En general, los lugares de trabajo deberán reunir las siguientes condiciones básicas:
    a. Acceso impedido a las partes en tensión de los diferentes equipos e instalaciones.
    b. Interruptores de alimentación accesibles y localizados.
9. El tipo de instalación eléctrica de un lugar de trabajo y las características de sus componentes deberán adaptarse a las condiciones específicas del propio lugar, de la actividad desarrollada en él y de los equipos eléctricos (receptores) que vayan a utilizarse.
10. Cuando las características de la instalación existente lo hagan aconsejable, deberá llevarse a cabo un adecuado programa de mantenimiento preventivo de la misma, de forma que, a través del desarrollo de las oportunas inspecciones periódicas, sea posible el análisis y comunicación de las anomalías detectadas.
11. Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.
12. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
13. Los trabajos en instalaciones eléctricas ubicadas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión se realizarán siguiendo un procedimiento que reduzca al mínimo estos riesgos. Para ello se limitará y controlará la presencia de sustancias inflamables en la zona de trabajo y se evitará la aparición de focos de ignición, en particular cuando pueda formarse una atmósfera explosiva.
14. En los lugares o procesos donde pueda producirse una acumulación de cargas electrostáticas deberán tomarse las medidas preventivas necesarias para evitar las descargas peligrosas y particularmente la producción de chispas en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión.
15. Nunca se llevarán a cabo trabajos eléctricos sin contar con la capacitación y la autorización necesaria para ello. La instalación, modificación y reparación de las instalaciones y equipos eléctricos, así como el acceso a los mismos, es competencia exclusiva del personal de

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 390 de 577

mantenimiento, que los llevará a cabo en todo caso haciendo uso de los elementos de protección precisos.

16. 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.
17. Esta normativa deberá incluir la secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para llevarlo a cabo.
18. Los trabajos de electricidad con exposición a elementos en tensión deben ser realizados por personal cualificado, con la necesaria preparación y los equipos adecuados. La ejecución de estos trabajos se desarrollará teniendo en cuenta las cinco reglas de oro siguientes:
    a. Desconectar totalmente las fuentes en tensión.
    b. Prevenir una posible realimentación.
    c. Verificar la ausencia de tensión.
    d. Poner a tierra y en cortocircuito las fuentes en tensión.
    e. Proteger las partes próximas en tensión y señalizar la zona.
19. Asegurar que la desconexión es total, teniendo en cuenta que los cuadros eléctricos pueden tener elementos sin identificar y la correspondencia de la señalización puede no estar actualizada.
20. Toda instalación, conductor o cable eléctrico debe considerarse conectado y en tensión.
21. Antes de trabajar sobre los mismos deberá comprobarse la ausencia de corriente con el equipo adecuado.
22. En los trabajos sin tensión, restablecer el servicio únicamente cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando o en situación de riesgo y siempre después de haber recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.
23. En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.
24. Nunca deberán manipularse elementos eléctricos con las manos mojadas, en ambientes húmedos o mojados, accidentalmente (labores de limpieza, instalaciones a la intemperie, etc.) y siempre que se carezca de los equipos de protección personal necesarios. Cuando el trabajo en estas zonas sea inevitable, únicamente deberá hacerse uso de aparatos eléctricos portátiles con tensión de seguridad (24 voltios).
25. Dado que, para la realización de trabajos, estos se desarrollan fundamentalmente al aire libre, se deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o vientos fuertes, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deberán interrumpirse en caso de tormenta.
26. Cuando así se establezca, deberá solicitarse autorización o supervisión para el desarrollo de los trabajos que lo requieran.
27. En operaciones con riesgo de contacto eléctrico, la conducta ha de estar regida por la responsabilidad y el sentido común.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 391 de 577

28. En la adquisición de cualesquiera equipos de trabajo deberá asegurarse el cumplimiento de los requisitos mínimos de seguridad y salud en máquinas y componentes definidos legalmente (RD 1435/1992 modificado por el RD 56/1995), sin los cuales no es posible su comercialización:
    a. Marcado CE colocado en la máquina de manera clara y visible e indeleble.
    b. Declaración CE de Conformidad, documento por el cual el fabricante declara que la máquina comercializada satisface todos los requisitos esenciales de seguridad y salud exigidos legalmente.
    c. Manual de instrucciones, redactado en castellano, incluyendo información de utilidad para la instalación y uso de la máquina, así como instrucciones para desarrollar las tareas de mantenimiento de la misma (conservación y reparación).
29. En los lugares de trabajo sólo podrán utilizarse equipos eléctricos para los que el sistema o modo de protección previsto por su fabricante sea compatible con el tipo de instalación eléctrica existente y factores tales como las características conductoras del lugar del trabajo (posible presencia de superficies muy conductoras, agua o humedad), la presencia de atmósferas explosivas, materiales inflamables o ambientes corrosivos y cualquier otro factor que pueda incrementar significativamente el riesgo eléctrico.
30. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.
31. Toda instalación, conductor o cable eléctrico debe considerarse conectado y en tensión.
32. Antes de trabajar sobre los mismos deberá comprobarse la ausencia de corriente con el equipo adecuado.
33. No se efectuarán reparaciones ni operaciones de mantenimiento en maquinaria alguna, sin haber procedido previamente a su desconexión de la red eléctrica.
34. 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. Se impedirá el rearme mediante candados o protecciones adecuadas.
35. 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.
36. Los conductores cuando sea necesario que estén por el suelo deberán estar protegidos en zonas de paso para evitar su deterioro y nunca se colocarán materiales acopiados sobre ellos.
37. Cuando las mangueras presenten deterioro de la capa aislante de protección serán sustituidas.
38. Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán en lugares de difícil acceso y no se dispondrá en su proximidad de escombros, acopios, etc. que dificulten el acceso a los mismos. La ubicación del cuadro estará libre de la presencia del agua.
39. 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.
40. Los cuadros eléctricos en servicio deberán permanecer cerrados con la cerradura de seguridad de triángulos (o de llave).
41. 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.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 392 de 577

42. 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.
43. No se permitirá la utilización de fusibles rudimentarios. Se utilizarán fusibles normalizados. Se conectarán a tierra las carcasas de los motores o máquinas.
44. En las subestaciones se pondrán a tierra los pórticos sobre los que se trabaje y se delimitará la zona de peligro con barreras aislantes.
45. 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.
46. Colocación de pantallas protectoras o barreras delimitadoras que imposibiliten la entrada en la zona de peligro de los elementos en tensión.
47. La ropa de trabajo debe cumplir la normativa específica para estos trabajos, no conteniendo parte metálica alguna, cubriendo totalmente brazos y piernas, y estando exenta de humedad.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada
- Guantes contra agresiones mecánicas
- Guantes aislantes dieléctricos
- Pantalla facial para trabajos eléctricos
- Ropa de trabajo acorde a las condiciones climáticas, de color amarillo y franjas reflectantes de alta visibilidad.
- Arnés de anticaídas.
- Cuerda auxiliar doble “Y” con gancho de apertura rápida.

PROTECCIONES COLECTIVAS, SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y OTROS

- Cinta de balizamiento
- Pértigas
- Detectores de tensión (CC y AC, AT y BT)
- Tierras portátiles

1.6.5. Protecciones Personales

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de éstas prendas de protección.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 393 de 577

Sin perjuicio de los Equipos de Protección Individual relacionados en el estudio de seguridad y salud, y dado que la mayoría de los riesgos que obligan el uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, se relacionan las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos:

ELEMENTO	TIPO	NORMATIVA	REVISIÓN
Casco	Casco de obra	CE EN397	6 Meses o, antes si fuese necesario
Pantalla facial transparente	Policarbonato, Atalaje regulable.	CE EN-166	Mensualmente, o, antes si fuese necesario
Mascarillas desechables de papel	Fibra sintética no tejida	CE EN149	Siempre que el trabajador aprecia pérdida de eficacia
Guantes	Piel vacuno Anticalor	CE EN407 CE EN368	Cada 2 meses, o antes si es necesario.
Guantes	Látex rugoso. Impermeables	CE EN407 CE EN388 CE EN374-3	Cada 2 meses, o antes si es necesario.
Equipo para trabajos en altura	Arnés Poliéster. Hebillas anticorrosión	CE EN361	8 Meses o, antes si fuese necesario
Mono de. Trabajo	Poliéster/ Algodón		4 Meses o, antes si fuese necesario
Gafas	PVC Acetato antivaho	CE EN166	Cada 3 meses, o antes si es necesario.
Calzado de seguridad	Vacuno Flor liso. Piso de PVC Nitrilo	CE EN345	Anual, o antes si es necesario. .
Protecciones auditivas	Tapón fibra mineral Polietileno analérgico.	CE ENN352.2	Mensualmente, antes si es necesario.

1.7. DISMINUCIÓN DE RIESGOS

1.7.1. Actuación Sobre el Factor Humano

1.7.1.1. Formación en Prevención.

Su finalidad es fomentar y mantener en todos los trabajadores el espíritu de seguridad, así como informar de los riesgos propios de los trabajos que se vayan a realizar y dar a conocer las técnicas preventivas adecuadas para ellos.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 394 de 577

Para la enseñanza de la Prevención, además de los sistemas de divulgación de información, como carteles, folletos, etc., ocuparán un lugar primordial los cursos y charlas específicas de Formación en Prevención.

Los cursos y charlas a realizar, serán en función de las características de cada Centro de Trabajo y se ajustarán a los modelos siguientes, que podrán variarse de acuerdo con la necesidad de mejorar los resultados, adaptándose a la normativa interna de determinados Centros de Trabajos, sea cual sea la modalidad o duración del contrato, o adecuarse a cualquier otra consideración como la aparición de nuevos riesgos por cambios en los equipos de trabajo, rectificaciones de programas, cambios de tecnologías o modificación de las funciones a desarrollar por los trabajadores, que puedan afectar a la Seguridad, etc. Dentro de la diversidad de cursos de formación que se pueden presentar, destacaremos los siguientes:

a. Charlas breves de Seguridad para el personal de ingreso en Obra
b. Charlas breves de Seguridad para profesionales o sobre riesgos específicos organizadas por el técnico de Seguridad. Esta última modalidad puede ser muy ventajosa para fomentar la actitud positiva conjunta, de cara a la Prevención de los Trabajadores y de sus responsables más directos. Como charla tipo, podemos considerar, entre otras, las siguientes:
    - Riesgos eléctricos.
    - Trabajos en altura.
    - Riesgo de soldadura eléctrica y corte en oxígeno.
    - Accidente en ojos y sus protecciones.
    - Orden y limpieza.
    - Utilización de maquinaria y herramientas.
    - Andamios y escaleras.
    - Protecciones personales y colectivas.
    - Maniobras de elevación y transporte.
    - Trabajos con riesgo de explosión o incendio.
    - Divulgación de Normas de Seguridad propias del Centro de Trabajo.
    - Etc.
c. Cursos de Socorrismo y Primeros Auxilios. La impartición de estos cursos, será realizada por el personal especializado de la Mutua de Accidentes de la empresa.
d. Reuniones de Seguridad con los Responsables Intermedios. Siguiendo la política de mentalización, motivación y responsabilización de los responsables de la obra en el campo de la Prevención de Accidentes, son muy importantes las Reuniones Sistemáticas de Seguridad en las cuales presidiendo el Jefe de Obra y, con asistencia de todos los jefes responsables de Producción, se analicen los aspectos específicos y exclusivos de seguridad.

1.7.1.2. Medicina de la Empresa.

En este campo, siguiendo las directrices de la Organización Internacional de Trabajo, se pretende:

a. Asegurar la protección de los trabajadores contra todo riesgo que, como resultado de las condiciones en las cuales efectúa el trabajo, puedan perjudicar a la salud.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 395 de 577

b. Contribuir a la adaptación física y mental de los trabajadores, mediante la colocación de cada trabajador en el trabajo más adecuado a sus aptitudes.
c. Establecer y mantener el nivel más elevado posible de bienestar físico y mental de los trabajadores.

La empresa realizará estos servicios a través de las delegaciones que tenga su Mutua de Accidentes de Trabajo, realizando sus Centros Asistenciales las funciones siguientes:

1. Asistencia de las lesiones producidas en accidentes de trabajo, sea cual sea su gravedad.
2. Reconocimientos periódicos. Vigilancia de la Salud.
3. Cualquier otro requerimiento que pueda hacerse en función de nuevas reglamentaciones ó características propias del Centro de Trabajo o lugar laboral ejercido por el trabajador.
4. Los operarios que realicen trabajos tóxicos, penosos o peligrosos serán reconocidos semestralmente.

1.7.2. Actuación Sobre el Factor Técnico

Su finalidad es comprobar la correcta ejecución de los trabajos que puedan afectar a la integración física de los trabajadores. Por eso, ha de mantenerse una vigilancia permanente sobre el estado de todos los materiales de Seguridad, instalaciones, maquinaria y utillaje.

La inspección de que se utilicen adecuadamente los elementos de producción, de que los trabajadores están instruidos y tienen las condiciones adecuadas al lugar de trabajo que ocupan y que utilizan las protecciones necesarias, de que no existen interferencias entre los trabajadores de las cuales puedan derivarse accidentes, de que las máquinas y materiales de seguridad están en buen estado, etc., es la finalidad del Personal de Seguridad, aunque dentro del ideal de integración de la Seguridad de Producción, se ha de mirar que esta tarea la hagan los responsables intermedios.

Dirigida a eliminar los riesgos propios de los medios de producción, la actuación sobre el factor técnico se realiza fundamentalmente en tres apartados:

- Revisiones técnicas.
- Responsabilidad de los Responsables en Prevención.
- Inclusión de las medidas de Prevención en el proyecto o en la programación (Integración).

1.7.2.1. Revisiones Técnicas.

El responsable de su realización (Técnico de Seguridad), será designado por el Jefe de Obra, si bien en obras en que intervengan un reducido número de trabajadores, el mismo Jefe de Obra realizará esta función.

Las deficiencias observadas, han de ser corregidas de inmediato; informándose de ellas y de las medidas adoptadas, en las Reuniones de Seguridad.

Se realizarán las revisiones técnicas siguientes en impresos normalizados.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 396 de 577

- Revisiones de Cuadros Eléctricos.
- Revisión de maquinaria y herramientas eléctricas.
- Revisión de extintores.
- Revisión de existencias de material de seguridad.
- Revisión de vehículos.
- Revisión de cinturones de seguridad.
- Revisión de Botiquines.

1.7.3. Responsabilización de los Jefes de Obra.

La tarea de Prevención será realmente efectiva nada más cuando los Jefes de Obra se motiven, ya que sea cual sea el personal dedicado a Seguridad, siempre les será más difícil llegar en el momento oportuno a cada uno de los lugares de la Obra. Es, por tanto, fundamental que los jefes intermedios de la Obra, se sientan responsables, dado que lo son, de las condiciones en que el personal que tienen a su cargo realiza su trabajo.

1.8. INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Si se produjese un accidente de trabajo con o sin baja o un incidente susceptible de ocasionar daño a las personas, independientemente de lo que hayan ocasionado, se realizará una investigación, en el formato que se adjunta en el Anexo 6 o en el formato propio de la empresa que realiza dicho informe, pero debiendo de contener como mínimo los datos contenidos en el formato de dicho Anexo.

1.9. REUNIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.

Antes del inicio de los trabajos se efectuará una reunión de coordinación en la que se tratarán los aspectos relacionados con la seguridad en los trabajos. Posteriormente y hasta la terminación de los trabajos, se mantendrán reuniones periódicas de seguimiento incluyendo y desarrollando los aspectos de seguridad que puedan surgir durante la ejecución. Podrán realizarse las citadas reuniones durante las reuniones de obra semanales.

Podrán convocarse por cualquiera de los implicados en la ejecución reuniones extraordinarias para tratar temas que puedan surgir relacionados con la seguridad.

A estas reuniones asistirán los representantes en el parque de las empresas intervinientes.

1.10. EN CASO DE EMERGENCIAS

Dentro de este capítulo se tendrán en consideración lo reflejado en el plan de emergencias de parques eólicos y que será de obligado cumplimiento. Se describen los aspectos que tendrán que tener en cuenta

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 397 de 577

las empresas que realicen tareas de montaje de parques eólicos. En la obra, en la caseta y en los vehículos, se dispondrá de un maletín botiquín de primeros auxilios. Dicho maletín se revisará mensualmente, además, se repondrá inmediatamente lo consumido.

1.10.1. Identificación de Situaciones de Emergencia

1.10.1.1.Subestación

- Emergencia: Persona herida
    - Causa: Diversas
- Emergencia: Incendio
    - Causa: Ajenas al funcionamiento de la instalación debido al entorno en que se sitúa.
    - Causa: Cortocircuito en cableados o cuadros.
- Emergencia: Escape de gases asfixiantes.
    - Causa: Escape de hexafluoruro de azufre en la celda del transformador
- Emergencia: Derrame de aceite, gasoil, sustancias químicas u otros.
    - Causa: Accidente de vehículo
    - Causa: Derrames de aceite en mantenimiento o rotura de elementos que lo contengan.
    - Causa: Múltiples; rotura de envases, trasvases, mantenimiento
- Emergencia: Explosión.
    - Causa: Explosión de condensadores, Cortocircuito o Escape de hexafluoruro de azufre
- Emergencia: Condiciones climáticas adversas

Causa: Rayo eléctrico.

- Emergencia: Rotura de Redes Eléctricas y de Telecomunicaciones
    - Causa: Corte de línea enterrada.
- Emergencia: Contacto con líneas eléctricas aéreas.
    - Causa: Colisión por exceso de gálibo.

1.10.2. Actuación en Caso de Emergencia

1.10.2.1.Actuación en la Subestación

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 398 de 577

INCENDIO

- Establecer zona de seguridad de 250 m.
- Avisar al 112
- Siempre que sea posible y que no exista riesgo para la seguridad del operario se intentará apagar el fuego con un extintor portátil

GASES ASFIXIANTES – HEXAFLUORURO DE AZUFRE

- Abandonar la subestación inmediatamente
- Establecer zona de seguridad de 250 m alrededor
- Avisar al 112

PERSONA HERIDA

- Persona herida en la subestación
    - Avise al 112
    - No mueva a una persona herida, excepto en el caso de existir riesgos en el entorno, por ejemplo un incendio.
    - Aplique los primeros auxilios hasta la llegada de los servicios de emergencia

CONDICIONES CLIMÁTICAS ADVERSAS

- En caso de que existan condiciones climáticas adversas que hagan que las labores no se puedan realizar con un grado de seguridad aceptable se suspenderán las operaciones.

ROTURA DE REDES ELÉCTRICAS Y DE TELECOMUNICACIONES

- En caso de encontrar alguna línea no prevista, se suspenderán los trabajos y se comunicará con la Compañía Propietaria.
- En caso de rotura se comunicará a la Compañía Propietaria.

CONTACTO CON LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS.

- En caso de rotura se comunicará a la Empresa Propietaria y a la Policía Local

1.10.2.2.Actuación en Caso De Heridos

Las pautas a seguir son:

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 399 de 577

- Proteger: tanto al herido como a nosotros mismos.
- Valorar el estado del herido
- Avisar a los servicios de socorro (tlf: 112).
- Aplicar los primeros auxilios.

PROTEGER

Antes de actuar, se ha de tener la seguridad de que tanto el accidentado como la persona que le socorre están fuera de todo peligro. Para ello, lo más adecuado es eliminar el fenómeno que ha dado origen al accidente. Esto supondrá por ejemplo, la desconexión del suministro eléctrico, la parada de una máquina en funcionamiento, etc.

A una persona herida, sólo se la moverá del lugar cuando no sea posible eliminar las causas del accidente y existiera un riesgo de recibir lesiones adicionales, por ejemplo un gran incendio, un derrame importante de productos tóxicos, etc. En estas situaciones, la movilización del accidentado se realizará lo más suavemente posible, manteniendo la posición en la que se encuentra cuando es recogido y desplazándolo sólo la distancia necesaria.

Se ha de tener en cuenta que toda movilización realizada a un herido sin el material y sin el entrenamiento adecuados, puede agravar su estado. En la mayoría de las situaciones lo más aconsejable es que el traslado de heridos sea realizado en ambulancia. Asegurar que las carreteras quedan abiertas para la ambulancia o equipos de rescate, despejando la carretera y poniendo a una persona para indicarles el lugar donde se encuentra el herido.

VALORACIÓN GENERAL

Este es el siguiente paso a realizar, y se valorará lo siguiente:

- Consciencia: ¿consciente o inconsciente?
- Apertura de la vía aérea: ¿está obstruida? Si. Desobstruir siempre antes de continuar
- Ventilación: ¿respira o no respira?
- Circulación: ¿tiene pulso o no tiene pulso? ¿cómo es, rápido, lento, difícil de localizar…?
- Otras lesiones que aparentemente presenta.

AVISAR

Siempre que se considere necesario, se dará aviso por teléfono de la existencia del accidente al teléfono 112

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 400 de 577

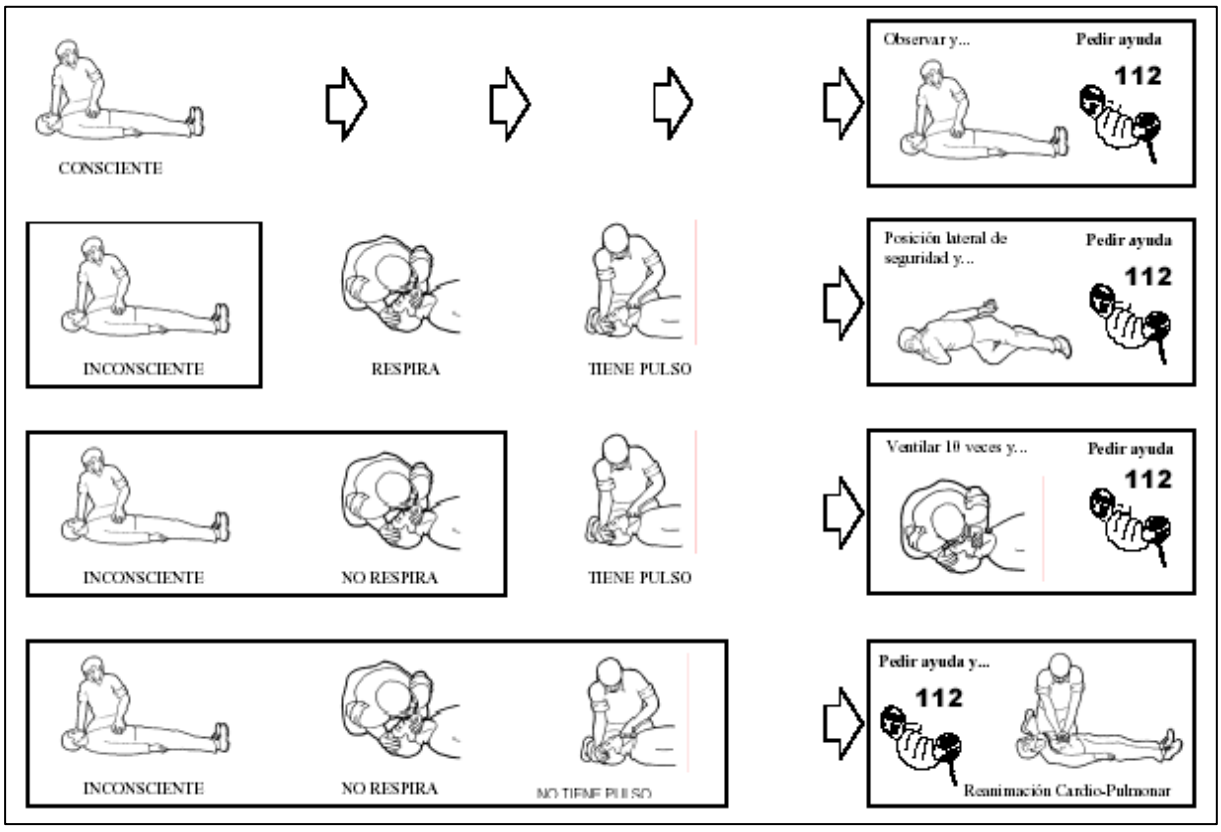
En toda situación de emergencia, la información que se transmite al avisar del accidente es fundamental para facilitar las labores de los servicios de urgencia, especialmente en nuestro trabajo (zonas alejadas de núcleos de población, accesos difíciles, etc.), por ello siempre se dará la siguiente información y lo más claramente posible:

- Lugar exacto del accidente: parque, nº de aerogenerador, carretera…
- Qué es lo que aparentemente ha sucedido.
- Número de personas heridas (si las hubiera) y primera impresión de las lesiones que padecen (por ejemplo, está inconsciente y tiene una gran herida en la cabeza).
- Número de teléfono y lugar desde el que se llama, así como nombre y apellidos del que llama.
- Nunca está de más pedir consejos sobre los auxilios a prestar.

Tras la transmisión de estos datos, el sistema de emergencias ha sido activado y las ayudas están de camino, por lo que se debe volver al lado del herido y esperar la llegada de los servicios de socorro.

Si es posible, también se pedirá ayuda a los compañeros, tanto para prestar los primeros auxilios como para salir al encuentro de la ambulancia, etc.

En la siguiente página aparece el esquema explicativo de una de las formas correctas de actuar.



ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 401 de 577

PRIMEROS AUXILIOS

Una vez se ha protegido, valorado y avisado, se volverá con el accidentado y se seguirán aplicando los primeros auxilios.

Como mover al accidentado.

Examinar al accidentado y descartar posibles lesiones de columna vertebral (viendo si mueve los miembros, si los siente, o tiene golpes en la cabeza). Si estos síntomas son positivos y usted no tiene más remedio que mover al paciente o corre peligro inmediato, use el método de arrastre agarrando de la ropa a la víctima para llevarlo al lugar seguro. Actuará de la siguiente forma:

- No doblar la columna.
- Apoyarlo sobre plano duro boca arriba.
- Cabeza, tronco y piernas en un mismo plano.
- Sujetar al accidentado en bloque, (incluida la cabeza).
- No evacuar hasta estar seguros de su correcta inmovilización.
- Agarrar la ropa de la víctima a nivel de los hombros.
- Apoyar la cabeza de la víctima en sus muñecas y antebrazos.
- Arrastrar a la víctima por sus ropas.

Hemorragias.

Debido a la posibilidad que hay de contagio del sida y de la hepatitis b, se deben extremar las precauciones al tratar con heridas que tengan hemorragias.

Para aplicar los primeros auxilios y evitar un posible contagio:

- Se utilizarán guantes de protección de látex u otro material disponible evitando el contacto directo con la sangre.
- Si estos guantes no están disponibles, utilice su imaginación y use lo que tenga a mano, plásticos, cartones o cualquier material que le proteja.
- Después de auxiliar a la víctima lávese cuidadosamente las manos.
- Para detener las hemorragias se procederá de la siguiente manera:
- Comprimir la herida con gasa esterilizadas (si fuese posible), paño, toalla o pañuelo y sujete el apósito suavemente.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 402 de 577

- Si es una pierna o un brazo el afectado, elévelo.
- Tumbar al herido.
- Si la hemorragia es importante, y no cesa se presionará con los dedos la arteria que riega la zona sangrante.
- No se manipulará la herida.
- No presionar en caso de fractura.
- No hacer maniobras bruscas.
- No retirar los apósitos aunque estén empapados, aplique un nuevo vendaje encima.

Pérdida del conocimiento.

El sistema circulatorio deja de emitir suficiente sangre oxigenada a los órganos vitales, especialmente al cerebro. Los síntomas son:

- Inmovilidad.
- Piel pálida.
- Pulso débil e irregular.
- Presión sanguínea baja, sudoración fría.
- Respiración superficial.

Este estado puede presentarse cuando el accidentado ha sufrido traumatismo de gravedad, hemorragia importante o quemaduras externas. Se procederá del siguiente modo:

- Tumbar al paciente con las piernas elevadas del suelo (15 a 20 cm) utilizando cualquier objeto disponible.
- Aflojar la ropa.
- Abrigar al paciente.
- Mantener despejadas las vías respiratorias.
- Transporte inmediato a un centro sanitario.

Importante

- No eleve las piernas de un accidentado que ha sufrido un traumatismo de cabeza, pecho o columna.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 403 de 577

- Si la víctima manifiesta dificultad para respirar, colóquela en posición semi-inclinada para facilitar la respiración.
- Si la persona ha sufrido una lesión en el miembro inferior, eleve el otro miembro.
- Si el accidentado presenta ganas de vomitar, colóquelo sobre su costado para facilitar la salida del contenido gástrico.

Fracturas

Estas pueden ser completas, parciales abiertas y cerradas. También pueden afectar a los ligamentos, músculos y tendones. Síntomas:

- Dolor.
- Deformidad.
- Impotencia de movimiento.

El entablillado es un sistema de inmovilizar un hueso roto. El propósito del entablillado es reducir o eliminar el movimiento y el dolor, al igual que impedir que la lesión se agrave. Al realizar un entablillado, hágalo de tal forma que los fragmentos de los huesos no puedan moverse pues empeorarían la lesión perforando la piel:

- Se puede usar cualquier material para entablillar a alguien: tablas, palos rectos, cartón grueso, papel, etc.
- Use material de amortiguación como pedazo de tela o una toalla entre la lesión y el entablillado.
- Sujete el entablillado usando materiales que tenga a mano, como corbatas, tiras de toalla etc.
- Entablillar la lesión en la posición en la que se encuentre.
- Colocar suavemente el material de amortiguación alrededor del entablillado
- Sujetar en tres o cuatro lugares incluyendo las áreas que están por debajo y por encima de la coyuntura cercana a la lesión
- No sujetar las tablillas exactamente en el lugar de la lesión.
- Asegúrese que las zonas sujetas no interrumpan la circulación.

Si sospecha que la víctima sufre una lesión de columna debe inmovilizar la cabeza. Si el cuello o espalda son movidos, incluso levemente, puede significar para la víctima pasar el resto de su vida en una silla de ruedas.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 404 de 577

Para estabilizar la cabeza de una víctima, sostenga con sus manos ambos lados de la misma hasta que llegue el servicio médico. Si no puede usar sus manos busque algo como bloques de ladrillo, cajas, o pilas de trapos.

Electrocución

Resista la tentación de correr a auxiliar a un compañero accidentado por una descarga eléctrica:

- Desconectar la corriente eléctrica (no intente desconectar los cables)
- Comprobar que el lugar está seco y en condiciones seguras
- Utilizar una pértiga o utensilio de madera para separar al accidentado.

Quemaduras

Pueden ser de:

- De primer grado-enrojecimiento
- De segundo grado-ampollas
- De tercer grado-calcinamiento

Es importante cubrir toda la piel quemada con gasa estéril si es posible, no deben romperse las ampollas, ni hacer aplicaciones con productos extraños. Elevar los miembros (si son estos los quemados) para aliviar el dolor y si tiene dificultades para respirar, incorporar a la víctima.

Revise a la víctima de la cabeza a los pies para determinar las lesiones sufridas. Comience por la cabeza y continúe hasta los pies, comparando ambos lados del cuerpo al mismo tiempo. Revise el cuerpo de la víctima para ver si encuentra:

- Posibles hemorragias
- Fracturas
- Deformidades
- Collares o brazaletes de alergia médica

Caso de aparición de fuego

Se establece como método de extinción de incendios, el uso de extintores cumpliendo la norma UNE 23.110, aplicándose por extensión, la norma CPI-96.

En caso de aparición de fuego se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- En caso de que el personal se encuentre en el exterior:

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 405 de 577

- Se intentará sofocar el fuego siempre y cuando ello no suponga un riesgo grave para las personas.
- Evacuar una zona de 250 m alrededor del foco del incendio.
- En cuanto sea posible, se avisará al servicio de extinción llamando al teléfono 112

- En caso de que haya personal trabajando dentro de la torre, se procederá del siguiente modo:
  - Si el incendio se produce en la nacelle y el personal también se encuentra en ella, intentará sofocar el fuego, abrirá la escotilla y la puerta trasera para evitar en la medida de lo posible la acumulación de humo. Intentará salir descendiendo por la escalera interior de la torre. Si no fuera posible, utilizaría el descensor de emergencia para evacuar la nacelle por la puerta trasera.
  - Si el incendio se produce en la base o en cualquier otro tramo del tubo y el personal también se encuentra en la nacelle, abrirá la escotilla y la puerta trasera para evitar en la medida de lo posible la acumulación de humo. Saldrá utilizando el descendedor de emergencia para evacuar la nacelle por la puerta trasera.

Extintores de incendios:

- Los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar.
- Los extintores serán los conocidos con los códigos "a", "b" y los especiales para fuegos eléctricos.
- Tendrán una eficacia mínima 89b.
- Lugares de esta obra en los que se instalarán los extintores de incendios:
  - en la zona de trabajo
  - vehículos de transporte

Mantenimiento de los extintores de incendios:

Los extintores serán revisados y retimbrados según el mantenimiento oportuno recomendado por su fabricante.

Normas de seguridad para el uso de los extintores de incendios:

- Revisar los elementos del extintor
- Aplicar el agente extintor sobre el fuego a la mínima distancia posible para aumentar la concentración del chorro. La postura adecuada es de cuclillas y con el extintor suspendido y pegado al techo.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 406 de 577

- El chorro del agente extintor se proyecta hacia la base de las llamas, punto donde se produce la reacción química de la combustión.
- La mejor manera de realizar el ataque al fuego es utilizando varios extintores simultáneamente, creando así un frente contra las llamas
- En fuegos de tipo “e” (eléctricos), es obligada la desconexión previa de la fuente de energía o utilizar exclusivamente extintores para fuegos de este tipo.

1.11. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE OBRA: OBRA CIVIL

1.11.1. Descripción del Trabajo a Realizar

La obra civil de una subestación consiste de un modo muy general, en la excavación de las zapatas de los pórticos, su posterior armado y hormigonado, la excavación de las zanjas para los cables de potencia y por supuesto un camino para poder acceder a la ubicación de la subestación.

1.11.2. Fases del Trabajo más Relevantes en Orden Secuencial.

La ejecución de los trabajos se desarrolla en las siguientes fases:

1. Preparación de Terrenos. Tala, poda y desbroce.
2. Movimiento de tierras.
3. Pavimentación y acabados.
4. Voladuras controladas.
5. Cimentaciones.
6. Hormigonado de las zapatas.
7. Montaje de elementos prefabricados.
8. Reacondicionamiento de la instalación y de la zona de trabajo.

1.11.3. Equipos de Trabajo

1.11.3.1. Maquinaria a Utilizar

- Máquina Retroexcavadora mixta.
- Máquina giratoria de cadenas.
- Pala Cargadora.
- Minicargadora.
- Camión Basculante.
- Motoniveladora.
- Compactadora.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 407 de 577

- Vehículos de transporte de carga y materiales.
- Autohormigonera.
- Compresores.
- Grupos Electrógenos.
- Martillo Neumático.
- Equipo de Soldadura Eléctrica.
- Útiles y herramientas diversas.

1.11.4. Riesgos Considerados en Cada Fase.

1.11.4.1. Consideraciones Generales

Se procede, a continuación al análisis de los riesgos generados en los diversos trabajos que se precisan realizar en obra, agrupándolos en los siguientes apartados:

a. Riesgos propios de la ejecución, para lo cual se consideran las diversas fases del trabajo o actividad.
b. Riesgos relacionados con el uso y mantenimiento de los distintos equipos de trabajo, así como de los Medios Auxiliares y otras herramientas utilizadas en la ejecución de este proyecto.

Un correcto análisis de los Riesgos precisa de un previo análisis de los procedimientos de trabajo que componen la realización de cada tipo de trabajo.

De estos riesgos derivarán las medidas preventivas que se deberán aplicar en todo el proceso de ejecución de la obra.

1.11.4.2. Preparación de Terrenos. Tala, Poda y Desbroce.

En esta fase de trabajo son previsibles los siguientes riesgos:

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN

- Máquina Retroexcavadora.
- Máquina giratoria de cadenas.
- Pala Cargadora.
- Minicargadora.
- Camión Basculante.
- Vehículos de transporte de carga y materiales.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 408 de 577

RIESGOS:

- Caída de objetos y materiales.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Derrumbes y desplomes de construcciones o terrenos
- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra objetos móviles e inmóviles.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos
- Sobreesfuerzos.
- Choques contra vehículos o máquinas
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contacto eléctrico como consecuencia de proximidad de máquinas o materiales conductores a instalaciones eléctricas en tensión.
- Cortes.
- Ruido.
- Polvo.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Control del frente de avance, eliminando los bolos y viseras inestables, con indicaciones especiales para tiempos posteriores a lluvias o heladas
2. Prohibición de permanencia del personal en el radio de acción de las máquinas en movimiento.
3. Aviso a los transeúntes y tráfico rodado en entradas y salidas de transporte pesado y maquinaria de obra; señal normalizada.
4. Normas de actuación de la maquinaria utilizada durante la ejecución de los trabajos referente a su propia seguridad
5. Distribución correcta de las cargas en los medios de transporte.
6. Los camiones no se cargarán por encima de lo definido como tara máxima. Estos estarán dotados de señal acústica de marcha atrás.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 409 de 577

7. Mantenimiento correcto de la maquinaria desde el punto de vista mecánico. Toda la maquinaria estará dotada de cerco o cabina de protección. La maquinaria no se aproximara al borde de las zanjas o taludes. Toda la maquinaria contara con señal acústica de marcha atrás.
8. Señalización de STOP en salida de vehículos, de prohibido aparcar, de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, cinta de balizamiento, en su caso y, luces de señalización de la valla.
9. No se levantaran por una sola persona pesos que excedan de los 25 kg.
10. Las operaciones de tala de árboles se realizarán por personal experto, prohibiendo la permanencia dentro del radio de caída de ramas o árboles de cualquier otra persona o vehículo.
11. Nada ni nadie estará en las cercanías de la máquina que realice el desbroce. La máquina que realice el desbroce tendrá comunicación directa (walkie-talkie, móvil o radio), con el encargado de supervisar el tajo para poder avisar de que se detenga si fuera necesario.
12. El encargado de supervisar el desbroce estará atento por si saltara alguna chispa que pudiera provocar algún incendio.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Organización de la obra y señalización.
- Perfecta delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.
- Se dispondrán los medios necesarios para que el trabajo se haga desde posición estable.
- Utilizar siempre la carcasa de protección de la motosierra.
- Extintores, mochilas de agua, bate-fuegos y cisterna de agua con bomba y manguera suficiente deberán estar cerca de la máquina de desbroce.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco homologado en todo momento.
- Pantalla de protección contra proyecciones o gafas.
- Protección auditiva.
- Mono de trabajo. Traje de agua en su caso.
- Botas de seguridad.
- Protecciones auditivas y respiratorias.
- Faja de protección lumbar.

1.11.4.3.Movimiento de Tierras.

Esta fase comprende los trabajos de:

- Movimiento de tierras en ejecución de viales y del parque a la intemperie.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 10 de 577

- Excavaciones y rellenos para las zapatas y cimentaciones.
- Apertura y cierre de zanjas de cableado.

En esta fase de trabajo son previsibles los siguientes riesgos:

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Buldócer.
- Máquina Retroexcavadora.
- Máquina giratoria de cadenas.
- Pala Cargadora.
- Minicargadora.
- Camión Basculante.
- Motoniveladora.
- Compactadora.
- Vehículos de transporte de carga y materiales.

RIESGOS:

- Desprendimiento, derrumbes, desplomes o deslizamiento de tierras.
- Atropellos, choques o golpes por máquinas o vehículos
- Colisiones y vuelcos con maquinaria.
- Contacto eléctrico como consecuencia de proximidad de máquinas o materiales conductores a instalaciones eléctricas en tensión.
- Caída de materiales de las cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.)
- Proyecciones de partículas

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 411 de 577

- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental.

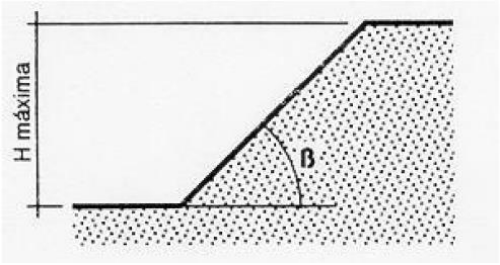
MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Las máquinas para los movimientos de tierras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti-impactos, extintor y señal acústica de marcha atrás.
2. Las máquinas para el movimiento de tierras a utilizar en esta obra, serán inspeccionadas diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocina retroceso, transmisiones, cadenas y neumáticos.
3. Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.
4. Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes de 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.
5. Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas del tráfico.
6. Se prohíbe en esta obra la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.
7. Se cumplirá la NTP 278 para realización de taludes, zanjas, entibaciones, distancias a taludes...
8. Se procederá a entibar la zanja siempre que exista posibilidad de desprendimiento de tierras y, aunque la zanja sea poco profunda (0.90 a 1.50 m) si el terreno es poco consistente. Esta deberá sobresalir al menos 20 cm. para evitar la caída de material dentro de la excavación.
9. La entibación se revisará diariamente antes de iniciar la jornada laboral. Está prohibido servirse de los elementos de la entibación para acceder á la zanja.
10. Para profundidades inferiores a 1,30 m en terrenos coherentes y sin solicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.
11. Altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud no mayor de 60º y de la compresión simple del terreno.

Tabla 1: Determinación de la altura máxima admisible para taludes libres de solicitaciones

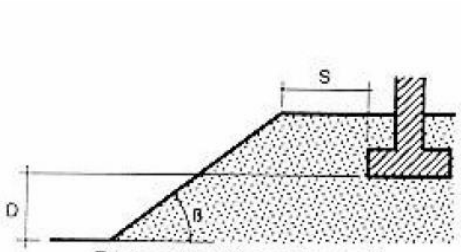
Tipo de terreno	Angulo de talud β	Resistencia a compresión simple Ru en kg/cm²				
		0,250	0,375	0,500	0,625	≥ 0,750
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	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
		(H máx. en m)*				

* Valores intermedios se interpolarán linealmente

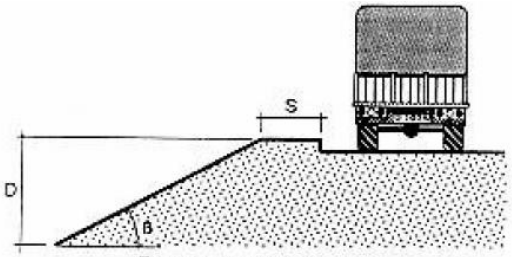


ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 412 de 577

12. El corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" entre la coronación del corte y el borde de la solicitación, sea mayor o igual a los valores "S" de la tabla.



Talud provisional junto a cimentación



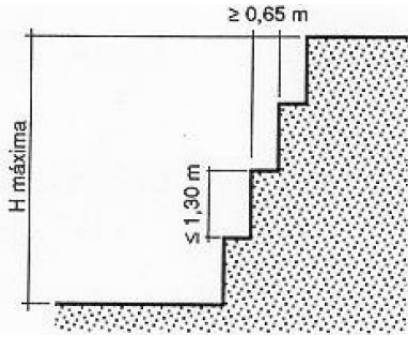
Talud provisional junto a vial

Tipo de solicitación	Angulo de talud β > 60°	Angulo de talud β ≤ 60°
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

13. La altura máxima admisible H máxima en cortes ataluzados del terreno, provisionales, con ángulo comprendido entre 60º y 90º, sin solicitación 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 este. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65m y contra mesetas no mayores de 1,30 m.

Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm²	Peso específico aparente γ en g/cm³ 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
≥ 1,200	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

* Valores intermedios se interpolarán linealmente



14. Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación. Y si la zanja es en el borde de un camino se acopiara el material de la excavación a una distancia suficiente para permitir el paso de vehículos entre la zanja y el material de excavación y así evitar el peligro de que los vehículos se aproximen demasiado a la zanja. Los escombros no se apilarán bajo líneas eléctricas.
15. No se modificará, en ningún caso, el emplazamiento de cables eléctricos, conducciones de gas o agua ni cualquier otro tipo de servicio. En el caso de que fuera imprescindible variar alguna instalación, se avisará a la empresa propietaria para que efectúe el cambio de posición.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 413 de 577

16. El cajeo del camino será realizado por el buldócer. El movimiento de tierras se realizará mediante retroexcavadora mixta para la carga de camiones, giratoria, en ejecución de zanjas y pozos utilizándose, también, para la carga de los camiones que retirarán las tierras sobrantes a vertedero.
17. El refino de taludes se realizará mediante motoniveladora y el refino de fondos de zanjas se realizará con herramientas manuales tales como picos y palas.
18. En el caso de extender camas de arenas de nivelación y apoyo de tuberías se realizará con herramienta manual con la ayuda de una retroexcavadora para aporte de material.
19. Del terreno natural sobre el que se ha de asentar un relleno se eliminarán todos los tocones y raíces con diámetro superior a 10 cm. de tal forma que no quede ninguno dentro del cimiento del relleno, ni a menos de 15 cm. de profundidad bajo la superficie natural del terreno. También se eliminarán bajo los terraplenes de cota inferior a 35 cm. hasta una profundidad de 50 cm. por debajo de la explanación.
20. Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.
21. Cuando se realicen desmontes importantes o se estén realizando taludes importantes y no se tengan garantías de que el terreno sea firme se realizara la excavación tomando las medidas oportunas: bermas, anclajes, gunitado, etc.
22. Se impedirá el paso de maquinaria por debajo de líneas que no guarden las distancias de seguridad que indica el Anexo 1 de este estudio. Caso de tener que circular debajo se colocaran letreros y pórticos que marque el galibo máximo con el que se puede pasar por debajo.
23. Se eliminaran todos los bolos o piedras de los frentes de excavación y de los montones de acopios, susceptibles de caer o que ofrezcan riesgo de desprendimiento.
24. Antes de iniciarse la apertura de una zanja, se deberá tener información sobre la existencia de instalaciones subterráneas, y su situación exacta, a fin de prever los riesgos que los cruces con ellas pudieran implicar. Independientemente de lo anterior, se podrá hacer un reconocimiento “in situ”, con detectores apropiados, en los casos que se considere necesario.
25. En caso de rotura accidental de una conducción eléctrica, el personal se mantendrá alejado de la misma y del vehículo que la ha provocado. El conductor se mantendrá dentro ya que la cabina de los vehículos actúa a modo de jaula de Faraday y por lo tanto permanecerá a salvo. Deberá permanecer dentro hasta que se garantice que se ha cortado la tensión del cable.
26. Los vehículos de descarga no se acercaran a menos de 1 m del borde del terraplén. Además se colocaran topes suficientemente visibles para que el conductor no pueda pasar de ese punto.
27. Cuando se efectúen descargas en taludes donde las piedras pueden rodar se delimitara el área de acción mediante señales y/o vallas que impidan el paso de vehículos y personas.
28. Cuando se acabe de cargar un camión se vigilara que no hay ninguna roca que pueda desprenderse. Cuando el material de excavación se transporte por carretera ira cubierto con una lona.
29. El tajo debe ser periódicamente regado para evitar el polvo.
30. Cuando la excavación se realice en una ladera siempre se acopiara el material por el lado de la parte baja de la ladera.
31. Todas las zapatas una vez terminadas deberán quedar perfectamente balizadas con malla naranja o similar.
32. Todas las zanjas una vez terminadas deberán quedar perfectamente balizadas con malla naranja o similar.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 414 de 577

33. Los laterales de la excavación se sanearan antes del descenso del personal a los mismos, de piedras y de cualquier otro material inestable.
34. Para acceder al fondo de la excavación se usaran escaleras de mano de una achura mínima de 50 cm. y con pendiente no superior a ¼. Estas deberán prolongarse como mínimo 1 m de altura por encima del borde de la excavación.
35. En caso de que llueva o se acumule agua en el fondo de la excavación, colocar bombas que saquen el agua y drenen las zanjas y pozos para evitar que se minen los taludes provocando desprendimientos del terreno.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Señalización carretera
- Señalización salida de obra
- Colocación de baliza a todo el perímetro de la zapata.
- Colocación de baliza a lo largo de la zanja.
- Colocación gálibos
- Escaleras metálicas para acceso a plataformas.
- Cartel indicando Nº de aerogenerador y coordenadas UTM.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Botas de seguridad.
- Guantes protección mecánica.
- Gafas antichoque.
- Chaleco reflectante.
- Mascarilla, en caso de polvo.
- Protección auditiva en caso de ruido

1.11.4.4. Voladuras Controladas

Se realizarán voladuras controladas cuando no sea posible la apertura de excavaciones en roca por medios mecánicos. Este método se empleará indistintamente en desmontes, excavación de zapatas y apertura de zanjas para cableado.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 415 de 577

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Carro perforador
- Retroexcavadora

RIESGOS

- Explosiones fuera de control y barrenos fallidos
- Derrumbamientos inesperados
- Proyección de tierras o fragmentos rocosos
- Explosiones por almacenamiento, transporte o manipulación incorrecta de explosivos, o bien por existencia de corrientes erráticas
- Daños debidos al ruido
- Daños a terceros por irrupción en los tajos, por onda aérea o vibraciones
- Caída de personas a distinto nivel, en operaciones de saneo de bloques inestables
- Vuelco de la maquinaria en taludes

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Estudio previo de la profundidad de la voladura. Seguimiento en la construcción de barrenos, carga y disparo. El personal estará en posesión del título de capacitación de artillero, con permiso vigente.
2. Notificación a todos los posibles afectados de la hora e intensidad de las voladuras.
3. Planificación de las voladuras en los horarios de menor interferencia con otros tajos de la obra.
4. No se almacenará explosivo en la obra, solicitándose en cada cado el estrictamente necesario.
5. Concluida la pega, el encargado y el artillero efectuarán una inspección de la zona, para detectar inestabilidades del terreno y barrenos fallidos.
6. Una vez cargada la voladura, se disparará lo antes posible tomando las debidas precauciones.
7. Ante riesgo inminente de tormentas, se abandonará la zona de voladura y se cerrará el acceso a la misma, vigilando que nadie entre en el recinto.
8. Todas las voladuras se efectuarán en presencia de la Dirección Facultativa de voladuras.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se establecerán lugares seguros donde se guarecerá el personal durante las pegas.
- Se acordonará la zona donde se efectúen las voladuras durante las fases de carga y pega, impidiendo el paso a las personas ajenas a estas operaciones, aunque sea personal ligado a las obras.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 416 de 577

- Se instalarán señales de peligro en todos los accesos a la zona donde se vayan a efectuar voladuras.
- Cuando no sea posible eliminar las ondas de choque, y sea necesaria la protección de bienes, se cubrirán con paneles de madera u otro material de la suficiente solidez.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Ropa de trabajo antiestática (sin fibras sintéticas)
- Casco de protección homologado
- Guantes de polietileno forrado en algodón (sin fibras sintéticas)
- Botas de seguridad con puntera reforzada, no metálica y suela de cuero
- Equipo de baterías antidetonantes
- Protecciones auditivas

1.11.4.5.Cimentaciones

Esta fase comprende los trabajos de:

- Colocación de ferralla.
- Encofrado y desencofrado.

En esta fase de trabajo son previsibles los siguientes riesgos:

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Pala cargadora.
- Camión Basculante.
- Vehículos de transporte de carga y materiales.
- Útiles y herramientas diversas.

RIESGOS:

- Caídas de altura de personas.
- Caídas al mismo nivel.
- Pinchazos.
- Lesiones y cortes en hombros al transportar las barras.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 417 de 577

- Golpes y cortes en las espinillas al rasparse con el corrugado y con los bOutes de las barras.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Cortes en las manos.
- Atropellos.
- Electrocuciones por contacto indirecto.
- Proyección por fragmentos en cortes.
- Sobreesfuerzos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Cualificación del personal para los distintos trabajos.
2. Empleo de bolsas portaherramientas.
3. Está prohibido quitarse la camiseta o usar pantalones cortos para evitar cortes con las barras.
4. El desencofrado se hará con ayuda de la barra de pata de cabra, realizándose siempre desde el lado ya desencofrado.
5. Deberán quitarse las puntas que pudiera tener la madera antes de ser apilada.
6. Se prohíbe terminantemente trepar por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos. Igualmente, se prohíbe trepar por las armaduras.
7. Las armaduras serán izadas suspendidas de dos puntos distanciados entre sí de forma que la carga sea estable.
8. Nunca se usará para elevar la ferralla las varillas con las que viene atada de fábrica si no que se usaran cadenas o estrobos metálicos abrazando el paquete de ferralla.
9. En trabajos que deban realizarse a más de 2 m. de altura, debe disponerse de una plataforma de trabajo que tendrá un ancho mínimo de 0,60 ni, estará asegurada contra posibles deslizamientos y provista de doble barandilla de protección de 90 cm. de altura como mínimo.
10. Para acceder al fondo de la zapata se usarán escaleras de mano de una achura mínima de 50 cm. y con pendiente no superior a ¼. Estas deberán prolongarse como mínimo 1 m de altura por encima del borde de la excavación.
11. Se comprobará la resistencia de los amarres de los encofrados antes de izarlos para su colocación utilizando ganchos o grilletes de resistencia adecuada.
12. Se dispondrá de eslingas con gancho de seguridad para el movimiento de cargas.
13. Se planificará la zona de limpieza y acopio de encofrados de forma que no interfieran con otras zonas de trabajo o paso.
14. Los acopios de encofrados se realizarán mediante un apilado estable.
15. Atención a la presencia de conducciones eléctricas tanto de la obra como ajenas, para evitar acopiar hierro en sus proximidades y respetando en todo momento las distancias de seguridad para evitar contactos directos o arco eléctrico, con especial atención al movimiento de las armaduras para su colocación.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023

16. No se puede permanecer o pasar bajo cargas suspendidas.
17. Toda pieza de encofrado de superficie superior a 5 m², deberá ser guiada con cuerda durante la colocación.
18. En presencia de vientos fuertes debe evitarse el movimiento de paneles de encofrado de gran superficie.
19. Ningún encofrado o armadura debe ser soltado del apartado de izado mientras no sea garantizada su estabilidad.
20. Deben señalizarse las esperas de ferralla a nivel de suelo para evitar riesgos de caídas o pinchazos.
21. Los despuntes de ferralla y restos de latiguillos deben ser retirados fuera de las zonas de paso y trabajo.
22. Antes de proceder al corte de una madera, estará limpia de restos de materiales y clavos.
23. La limpieza de paneles de encofrado requiere la utilización de gafas o pantallas de protección contara proyección de partículas.
24. Toda maniobra de colocación o retirada de paneles de encofrado deberá ser dirigida por una sola persona a fin de evitar órdenes contradictorias.
25. Comprobar la estabilidad de apoyo de los puntales antes de dar como terminado el trabajo y señalizar los posibles tensores metálicos de los paneles al terreno con cinta de balizamiento.
26. Cuando se abandone la zapata se repondrá todo el balizamiento que tenía.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Colocación de redes y/o barandillas si la altura de trabajo así lo requiere.
- Eslingas con gancho de seguridad.
- Escaleras metálicas para acceso a plataformas.
- Señales de seguridad.
- Organización de la obra, para acopios de ferralla y demás.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco homologado en todo momento.
- Mono de trabajo. Traje de agua en su caso.
- Botas de seguridad con puntera reforzada., plantilla interior indeformable y suela antideslizante.
- Guantes de cuero para ferralla.
- Uso de espinilleras para evitar cortes y golpes en las espinillas.
- Uso de hombreras para el transporte de las barras.

1.11.4.6. Hormigonado de las Zapatas y Obras Auxiliares

Comprende los riesgos del vertido del hormigón en las Zapatas y Obras auxiliares.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 419 de 577

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Pala Cargadora.
- Camión Basculante.
- Camión pluma.
- Autohormigonera.
- Grupos Electrógenos.
- Útiles y herramientas diversas.

RIESGOS:

- Colisiones con vehículos ajenos.
- Atrapamientos por vehículos o materiales.
- Causticaciones por cemento.
- Proyección de fragmentos.
- Hundimientos y vuelcos de encofrados.
- Golpes por objetos.
- Electrocución.
- Sobreesfuerzos.
- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel
- Atropello por camión hormigonera
- Cortes o lesiones en las manos
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Cuerpos extraños, salpicaduras de hormigón en los ojos
- Lesiones osteoarticulares por manejo de vibradores

MEDIDAS PREVENTIVAS

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 420 de 577

1. El estacionamiento del camión hormigonera para realizar la descarga de hormigón por vertido directo a una zanja, se realizará teniendo presente la distancia de seguridad al borde, en función de su profundidad y naturaleza del terreno para evitar sobrecargas que puedan ocasionar un hundimiento.
2. Siempre que se produzca un vertido directo desde el camión a la zapata, se colocará un tope de desplazamiento para el camión hormigonera.
3. Durante el vertido del hormigón, hay que mantener la entibación del terreno, si la tiene colocada y evitar permanecer en la misma vertical del camión hormigonera ya que en caso de asentamiento se produciría el atrapamiento de la persona.
4. En todo caso debe planificarse la entrada y salida de camiones a la zona de trabajo así como las zonas de estacionamiento, maniobra y descarga.
5. Las canaletas del camión se limpiarán dentro de la zona de la zapata hormigonada anterior. Los vehículos saldrán de la zapata donde han vertido el hormigón siempre con la canaleta recogida y fija.
6. Antes de comenzar el vertido de hormigón se habrá comprobado la resistencia y estabilidad de los encofrados.
7. Toda maniobra marcha atrás de un camión hormigonera, deberá ser dirigida por una sola persona con el fin de evitar posibles órdenes contradictorias y desde un lateral, lugar muy visible para el conductor. Todos los camiones deben tener señal acústica de marcha atrás.
8. Atención al bajar la canaleta para no sufrir atrapamientos en las manos.
9. Está prohibido desplazarse por la coronación de un muro de hormigón.
10. Es importante conocer y señalizar el gálibo de las líneas eléctricas aéreas que puedan ocasionar riesgos durante los trabajos de descarga directa de hormigón con camiones volquete o bomba de hormigonar, teniendo presente la altura máxima de la caja o tubería de la bomba levantada y su zona de maniobra.
11. Se dispondrá en obra de una cesta para recoger la pelota de limpieza de la tubería de la bomba de hormigón.
12. En caso de atasco de la tubería de la bomba, se quitará la presión antes de golpear la tubería para detectar el atasco.
13. Es obligatorio el uso de guantes, gafas y botas de goma de protección, trabajando con hormigones o morteros.
14. Atención al movimiento del cazo con hormigón para no sufrir golpes por el mismo.
15. La utilización del vibrador eléctrico requiere el uso de guantes de goma para su manejo.
16. El vertido de hormigón en un encofrado se hará procurando realizar su reparto para evitar que se produzcan sobrecargas puntuales.
17. El grupo electrógeno que alimenta los vibradores tendrá su correspondiente protección magnetotérmica y diferencial así como una toma de tierra

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Topes para descarga de camiones.
- Grupo electrógeno con protección.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 421 de 577

- Casco de protección.
- Ropa de trabajo
- Guantes de lona o serraje.
- Botas de goma durante el vertido de hormigón.
- Impermeables dos piezas (en caso de lluvia).
- Cinturón de seguridad (fuera de plataformas de trabajo).
- Pantallas contra proyecciones o gafas.

1.11.4.7. Montaje de Elementos Prefabricados

Montaje de tuberías, arquetas, conducciones en caminos o zapatas:

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Pala cargadora
- Camión pluma.
- Vehículos de transporte de carga y materiales.
- Grupos Electrógenos.
- Útiles y herramientas diversas.

RIESGOS

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de materiales y herramientas.
- Atrapamiento entre piezas.
- Golpes por objetos.
- Esfuerzos.
- Atropellos o colisiones.
- Cortes y pinturas.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 422 de 577

- Proyección de fragmentos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. No se manipularán cargas por una sola persona cuyo peso exceda de los 25 kg. Todo el personal usara los EPI'S adecuados.
2. Los tubos se descargarán de los camiones y se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes o cuñas, de tal forma que se impida su rodadura y no dañen los elementos de izado.
3. A los tubos antes de izarlos se les atara cuerdas guía para ubicarlos antes de colocarlos en su sitio, para realizar las maniobras con seguridad.
4. Diariamente se inspeccionará el estado de los elementos de elevación
5. No se situará ninguna persona entre tubos, ni entre la zanja y el tubo, mientras estos permanezcan izados.
6. Se tendrá especial cuidado a la hora de hormigonar los tubos para que el vehículo de hormigón guarde las distancias de seguridad respecto a las zanjas. Esta debe tener topes en las ruedas traseras que impidan que se pueda acercar más.
7. Toda obra de fábrica deberá ser izado mediante medios auxiliares adecuados a su forma y puntos de enganche.
8. No se sobrevolará ningún elemento por encima de los operarios. Está prohibido permanecer debajo de cargas suspendidas.
9. No se guiarán las cargas con las manos para evitar atrapamientos.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Señalización de riesgos y trabajos.
- Cinta o cordón de balizamiento.
- Tapas en arquetas.
- Vallas metálicas de contención.
- Útiles de elevación adecuados.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de protección.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero en manejo de materiales.
- Calzado con puntera en manejo de materiales.

1.11.4.8. Pavimentación y Acabados.

Pavimentación de caminos y acabados.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 423 de 577

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN

- Camiones de suministro.
- Maquinaria de asfaltado.
- Rodillo vibrante.
- Herramientas manuales.

RIESGOS

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Colisiones entre vehículos.
- Atropellos por vehículos.
- Atrapamiento por materiales.
- Contactos térmicos.
- Irritación de mucosas, afecciones cutáneas y reacciones alérgicas por contacto con la mezcla.
- Proyección de fragmentos.
- Inhalación de gases, humos y nieblas.
- Electrocución.
- Vibraciones.
- Incendio.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. La ejecución del extendido y compactación de hormigón en firmes y el aglomerado asfáltico se realizará mediante camiones volquete para suministro de materiales, una extendedora, camiones de riego y compactadores pesados autopropulsados.
2. Las maniobras de los vehículos de aglomerado serán dirigidas por un señalista. Este nunca permanecerá en la parte trasera de los vehículos si no que estará en un lateral de forma que sea siempre visible para los conductores.
3. La ejecución de aceras, bordillos, colocación de bloques, pozos y arquetas de registro y señalización horizontal se realizarán de forma manual, con grupo electrógeno y diversas herramientas y útiles.
4. Se señalizará la zona a actuar para avisar de los trabajos a los vehículos que circulan por la zona.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 424 de 577

5. Respetar las vías de circulación, la velocidad y el resto de señalización vial y de seguridad durante las maniobras de aproximación.
6. Anunciar nuestra maniobra de aproximación con antelación y respetar la distancia de seguridad con los trabajadores y el resto de vehículos y maquinaria.
7. Colocar dispositivos luminosos y acústicos al vehículo de forma que adviertan de nuestra presencia y movimientos.
8. Antes de iniciar la marcha asegurarse de que no hay nadie junto a la extendedora que pueda ser atropellado al iniciar la marcha o sufrir atrapamiento o aplastamiento con la partes móviles de la maquina u otros equipos.
9. Coordinar las maniobras de los equipos; camión alimentador, otras extendedoras y compactadores, mediante la ayuda de un operario que controle todas las maniobras de los mismos y conozca su trabajo.
10. No iniciar la aproximación mientras haya trabajadores entre el camión y la extendedora.
11. Si invadimos el radio de acción de otro vehículo o maquinaria, detener nuestras operaciones o coordinar nuestros movimientos mediante un señalista.
12. Todo el personal que trabaje en las labores de extendido, llevara chaleco retrorreflectante.
13. El maquinista verá en todo momento la referencia del borde de la calzada y maniobrará sin brusquedades. El desplazamiento de la entendedora será suave y continuo, controlando siempre la cercanía de trabajadores y de otros equipos para evitar choques, atropellos o aplastamientos.
14. Cerciorarse de que no hay nadie cerca cuando accionamos las partes móviles de la maquina: compuertas de la tolva, regla y sus diferentes elementos, tren de rodamiento, etc. Con el fin de evitar atrapamientos o aplastamientos.
15. Subir y bajar de frente a la maquina por los lugares indicados para ello.
16. No transportar personas en la maquina si no hay un lugar destinado para ello.
17. La descarga será lenta y ni la trampilla ni la caja del camión tocarán la tolva.
18. Las bombonas de butano o propano irán bien sujetas a la máquina, de forma que se evite todo movimiento o desplazamiento.
19. No tocar partes calientes de la maquina ni la mezcla bituminosa.
20. Llevar protecciones específicas contra contactos térmicos: calzado aislante del calor, manguitos, mandiles y guantes térmicos.
21. Mantener el mínimo contacto posible con las mezclas bituminosas, utilizando ropa que cubra todo el cuerpo y protecciones en manos y cara.
22. No aspire los vapores que se desprenden, ni fume en presencia de ellos.
23. Mantener la maquinaria limpia y en prefectas condiciones, limpias de trapos y grasas.
24. Realizar los trabajos de mantenimiento por personal cualificado y con la maquina parada.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Tapas provisionales.
- Cinta, malla o cordón de balizamiento.
- Señales indicativas de riesgo.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 425 de 577

- Casco de protección.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de protección.
- Gafas o pantallas de protección en corte de materiales.
- Protección de manos.

1.11.4.9. Reacondicionamiento de la Zona de Trabajo.

En esta fase de trabajo son previsibles los siguientes riesgos:

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Buldócer.
- Máquina Retroexcavadora.
- Máquina giratoria de cadenas.
- Pala Cargadora.
- Minicargadora.
- Camión Basculante.
- Motoniveladora.
- Compactadora.
- Vehículos de transporte de carga y materiales.

RIESGOS:

- Atrapamientos por o entre objetos
- Caídas de personas al mismo o a distinto nivel
- Desprendimiento, derrumbes, desplomes o deslizamiento de tierras.
- Atropellos, choques o golpes por máquinas o vehículos
- Colisiones y vuelcos con maquinaria.
- Contacto eléctrico o proyección de materiales como consecuencia de corto en canalizaciones subterráneas.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 426 de 577

- Contacto eléctrico como consecuencia de proximidad de máquinas o materiales conductores a instalaciones eléctricas en tensión.
- Caída de materiales de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.)
- Proyecciones de partículas
- Atropellos operarios contra circulación maquinaria obra
- Atropellos peatones por maquinaria obra.
- Polvo y ruido ambiental

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Si se trata de trabajos de resiembra o de mantenimiento de taludes mediante sistemas de "hidrofijación" o colocación de mantos de resiembra, es posible que se desprenda parte del talud, así pues estos trabajos se realizaran siempre desde la parte superior del talud.
2. Se saneará toda la zona, desprendiendo con una palanca toda roca susceptible de desprenderse. Este trabajo se realizará con un arnés de seguridad y amarrado con una cuerda estática a un punto seguro.
3. El manejo del caño hidrofijante o de hidrosiembra puede producir lesiones por golpe de ariete o por la excesiva presión. El operador nunca dirigirá el chorro contra personas.
4. El contacto con la piel de la mezcla hidrofijante puede producir lesiones. Se usarán guantes para su manipulación.
5. Para el acopio y extendido de la tierra vegetal se seguirán las medidas preventivas descritas en el apartado "Movimientos de tierras".

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Señalización carretera
- Señalización salida de obra
- Mantener las distancias de seguridad de los acopios.
- Mantener distancias de seguridad excavaciones.
- Colocación gálibos
- Sirena luminosa maquinaria y alarma de marcha atrás

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 427 de 577

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Botas de seguridad.
- Guantes protección mecánica.
- Gafas antichoque.
- Chaleco reflectante.
- Mascarilla, en caso de polvo.
- Protección auditiva en caso de ruido
- Arnés de seguridad

1.12. DESCRIPCIÓN DE FASE DE OBRA: EDIFICACIÓN

1.12.1. Descripción de los Trabajos a Realizar

Los trabajos más relevantes a ejecutar en esta fase de la obra son:

1. Trabajos de Albañilería.
1. Hormigonado y vibrado
2. Trabajos de pintura
3. Conexionado Eléctrico en BT e Instrumentación.
4. Inspección de Calidad.

Durante el proceso de alzado de las diferentes partes de las máquinas, deben observarse unas condiciones mínimas de prudencia que obligan a que el viento reinante sea suficientemente bajo como para que no se ponga en riesgo la integridad de los trabajadores ni la de los medios empleados durante el proceso (fundamentalmente la grúa).

1.12.2. Equipos de Trabajo

- Grúas móviles autopropulsadas.
- Camiones de transporte.
- Herramientas manuales.
- Compresores.
- Grupo electrógeno.
- Útiles de izado y medios auxiliares.

1.12.3. Medios de Protección Personal a Prever

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 28 de 577

Debido al trabajo de riesgo a realizar en altura, se analizan los equipos de protección a utilizar en dicha fase.

Todos los equipos de protección deberán disponer de la certificación adecuada y deberán cumplir la norma que regula la comercialización de dichos equipos.

Casco de seguridad con barboquejo: Cuando exista posibilidad de golpe en la cabeza, o caída de objetos o es fácil que el casco caiga de la cabeza (por ejemplo en una caída).

Gafa contra proyecciones: Para trabajos con posible proyección de partículas; protege solamente ojos.

Gafa contra polvo: Para utilizar en ambientes que se genere gran cantidad de polvo.

Mascarilla contra pintura y presencia de gas: Se utilizará en aquellos trabajos en los que se forme una atmósfera nociva debido a la existencia de vapores tóxicos, esta debe poseer filtro recambiable específico para el tipo pintura que se emplee.

Protector auditivo de cabeza: En aquellos trabajos en que la formación del ruido sea excesiva. Este deberá ser insertable en el casco.

Arnés de seguridad: Para todos los trabajos con riesgo de caída de altura será de uso obligatorio.

Anticaídas: Sistema anticaídas adecuado al sistema de línea de vida montado por el fabricante.

Cabo regulable: Se dispondrá de un cabo regulable de 3 m de longitud para acceder a la parte exterior de la turbina. Este cabo estará compuesto de:

- Cabo regulable (Grillón 3m)
- Mosquetón
- Conector de gran abertura.
- Mallón.

Cabo corto: Longitud máxima 1m. Estará compuesto por:

- Cabo corto 1m
- Mosquetón
- Conector de gran abertura.
- Mallón.

Ropa de trabajo: Para todo tipo de trabajo.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 429 de 577

Traje impermeable: Para días de lluvia o en zonas en que existan filtraciones, o embalsamiento de aguas.

Calzado de Seguridad: Durante la totalidad de las operaciones dentro de la obra.

Guantes de PVC: Cuando se manejen productos químicos nocivos.

Guantes de cuero: Para la manipulación de los materiales que normalmente se utilizan, así como para acceder por la torre.

Guantes aislantes: Se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar con tensión.

1.12.4. Medidas de Seguridad Aplicadas al Proceso Constructivo

1.12.4.1.Trabajos de Albañilería.

Realización de las labores propias de albañilería, relacionadas con preparación y colocación de hormigones y morteros, uso de cemento, áridos y agua. Como parte de los trabajos de albañilería se incluyen la construcción de basamentos, realización de arquetas, colocación de pequeños prefabricados, tubo en canalizaciones, colocación de canaleta, colocación de hitos de señalización de empalmes y soleras de hormigón.

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Herramientas manuales.
- Pequeña herramienta eléctrica portátil.
- Escalera de Mano
- Hormigonera eléctrica portátil
- Vibrador
- Camión Hormigonera
- Útiles de izado y medios auxiliares.

RIESGOS

- Caída de objetos o cargas.
- Caídas de personas a diferente nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Sobreesfuerzos.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 430 de 577

- Golpes contra objetos.
- Heridas punzantes y cortes en manos y pies
- Golpes con maquinaria y herramientas
- Daños debidos al ruido
- Proyección de partículas a los ojos
- Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas
- Riesgo de arrollamiento
- Contactos eléctricos

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Mantener limpias y ordenadas las superficies de tránsito y apoyo y cuidar de que los escombros se apilen ordenadamente para su evacuación
2. Se delimitará la zona, señalizándola, evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
3. En la construcción de arquetas, si existe peligro de caída de altura, se deberá balizar y proteger con vallas para evitar el acceso de personas al interior de estas.
4. Los accesos a las excavaciones de las arquetas de más de 1 metro de profundidad se harán mediante escaleras, que sobresalgan 1 m de la cota de suelo, y que estén protegidas.
5. Se protegerán las esperas de las armaduras con tapones de corcho o goma (setas) de modo que en caso de caída accidental nadie pueda resultar herido.
6. Los tajos de colocación de armaduras se limpiarán diariamente retirándose los restos de alambres y ferralla que pudieran ocasionar caídas o tropiezos.
7. Los materiales se acopiarán sin invadir las zonas de circulación ni producir sobrecargas
8. Se establecerá una distancia mínima de 2 m (como norma general), para los vehículos que deban aproximarse al borde del vaciado para verter hormigón.
9. Se prohibirá la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablones, prefabricados y ferralla.
10. Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán. Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
11. Antes del inicio del hormigonado, el encargado de los trabajos revisará la zona de trabajo y el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.
12. Se emplearán carretillas manuales para el traslado de sacos.
13. Queda prohibido el lanzamiento de escombros a través de huecos de forjado o fachada.
14. Calzar los objetos circulares como tubos, bidones etc., para evitar que rueden.
15. Usar solamente herramientas eléctricas que cuenten con sus protecciones y cables, enchufes y extensiones en buen estado.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 431 de 577

16. No dejar cables desprotegidos por lugares de tránsito de personas y coordinar los trabajos de albañilería con los técnicos en instalaciones eléctricas.
17. Cualquier reparación eléctrica debe de hacerla un electricista.
18. Conectar siempre con la clavija adecuada al tipo de enchufe.
19. Antes de recoger la carga, inspeccionarla a fin de detectar bOutes cortantes, clavos, etc...
20. Al realizar actividades de levantamiento de cargas: evitar las repeticiones sin intervalos de descanso, asegurarse de doblar las rodillas para recoger las cargas del suelo y evitar girar el tronco con cargas en los brazos.
21. Evitar realizar labores de desbaste o corte de ladrillos o cerámicos con galletera, en lugares mal ventilados.
22. Se utilizarán los medios auxiliares adecuados para los trabajos (escaleras, andamios etc.), de modo que se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de materiales o asimilables, para evitar accidentes por trabajos inseguros.
23. Proteger la parte cortante de las máquinas y herramientas con resguardos una vez haya finalizado su uso.
24. Deberán de acotarse las zonas en fase de pulido de suelos para evitar los resbalones indeseables.

1.12.4.2.Hormigonado y vibrado.

La actividad se corresponde con todos los trabajos de hormigonado presentes en la obra: hormigonado de canalizaciones, cimentaciones, zapatas, muros, losas, cunetas, rellenos, etc.

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Equipo para vibrado interno de hormigón. Compresor portátil.
- Camión con bomba para hormigonera.
- Grupo electrógeno.

RIESGOS

- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por o entre maquinaria y objetos
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas
- Riesgo de arrollamiento

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 432 de 577

- Contactos eléctricos

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. El hormigonado y vibrado ha de realizarse observando las normas específicas de la maquinaria utilizada.
2. En cimentaciones, zapatas y muros una vez elaborada la armadura y colocado el correspondiente encofrado si procede, se procederá al hormigonado y al vibrado del mismo.
3. El hormigonado y vibrado de canalizaciones, rellenos, cimentaciones, zapatas, canaletas y otros elementos a cota del suelo se realizará directamente desde camión hormigonera con canaleta o bomba de hormigón.
4. El hormigonado y vibrado de muros y otros elementos en altura se realizará mediante bomba de hormigón u hormigonado con cubilete, el trabajador se posicionara en las plataformas de trabajo dispuestas en los paneles de encofrado, en las plataformas elevadoras o en andamios.
5. El hormigonado y vibrado de las cimentaciones, zapatas, muros y otros de altura inferior a 1m se realizará desde el suelo o andamios. Si fuese necesario colocarse encima de ellos para su hormigonado y vibrado, se dispondrán barandillas de protección o línea de vida más arnés de seguridad cuando el riesgo de caída en altura sea superior a 2m.
6. Los vehículos y maquinaria utilizados serán revisados antes del comienzo de la obra y durante el desarrollo de la misma se llevarán a cabo revisiones periódicas, a fin de garantizar su buen estado de funcionamiento y seguridad.
7. No se sobrepasará la carga especificada para cada vehículo. En cuanto a los riesgos derivados de la utilización de maquinaria, serán de aplicación las directrices establecidas en los apartados correspondientes movimiento de tierras y excavaciones, pues los riesgos derivados de la circulación de maquinaria pesada son idénticos en ambos casos.
8. Si en esta fase de obra aún hubiera interferencias con líneas eléctricas aéreas, se tomarán las precauciones necesarias, cumpliendo al respecto la normativa especificada para este tipo de servicios afectados.
9. Durante la ejecución de esta fase de obra será obligatorio el mantenimiento de las protecciones precisas en cuantos desniveles o zonas de riesgo que existan.
10. Las maniobras de aproximación y vertido de hormigones en la tolva, estará dirigida por un especialista, en previsión de riesgos por impericia.
11. Para el vertido de hormigón de limpieza, cimentaciones y muros los operarios trabajarán protegidos por una protección perimetral (barandilla de seguridad homologada). En el caso de que se justifique técnicamente que no se pueda montar la barandilla perimetral debido a las especificidades del proceso constructivo, se instalará un cable de seguridad amarrado a "puntos sólidos" en el que enganchar el mosquetón del Arnés en los tajos con riesgo de caída desde altura.
12. Previamente al inicio del vertido del hormigón directamente con el camión hormigonera, se instalarán topes, si fuera necesario en el lugar donde haya que quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes.
13. Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás, que por otra parte siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo.
14. Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m del borde de la excavación.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 433 de 577

15. La mayoría de vertido será efectuada por un Capataz que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.
16. Antes del inicio del vertido del hormigón, se revisará el buen estado de seguridad de los apeos y entibaciones.
17. Se mantendrá una limpieza esmerada durante esta fase. Se eliminarán antes del vertido del hormigón puntas, restos de madera, redondos y alambres.
18. Siempre que sea posible, el vibrado se efectuará estacionándose el operario en el exterior del vaciado
19. Para vibrar el hormigón desde la propia cimentación o muros, se establecerán plataformas de trabajo móviles, formadas por un mínimo de tres tablones que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.
20. Los trabajadores deberán usar en todo momento casco de seguridad, chaleco reflectante, botas de seguridad y guantes de seguridad. Durante el vertido del hormigón es obligatorio el uso de gafas anti-proyecciones. En el caso de cortes de ferralla con radial, será obligatorio igual el uso de gafas anti-proyección Se cumplirá en todo momento el R.D.1311/2005 sobre exposición a vibraciones, en especial en los trabajos de vibración del hormigón

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Vallas de protección
- Señalización de seguridad
- Cintas de balizamiento
- Extintores

PROTECCIONES INDIVIDUALES.

- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada
- Casco de seguridad
- Guantes contra agresiones mecánicas
- Chaleco de alta visibilidad
- Gafas protectoras
- Protección respiratoria
- Protectores auditivos

1.12.4.3.Trabajos de Pintura

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Pistola de pintura.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 434 de 577

- Compresor portátil.
- Grupo electrógeno.

RIESGOS

- Caída de personas al mismo nivel y pisadas
- Caída de personas a distinto nivel.
- Atrapamiento/golpes a personas con los equipos o máquinas.
- Golpes y atrapamientos.
- Proyecciones
- Cortes
- Caída de objetos.
- Sobreesfuerzos
- Contacto eléctrico directo
- Incendios
- Contacto eléctrico indirecto
- Iluminación
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas. Incendios o explosiones.
- Contacto o proyección de sustancias.
- Caída de objetos en manipulación.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Los botes industriales de pinturas se apilarán sobre tablones de reparto de cargas, en evitación de sobrecargas innecesarias.
2. El aplicador debe tener en su poder las Hojas de Seguridad de todos los productos que está aplicando, y debe cumplir con la legislación vigente en todos los aspectos del trabajo.
3. Utilizar el producto en condiciones de buena ventilación. No inhalar o respirar el rocío de la pintura.
4. Al aplicar con pistola, utilizar mascarilla con filtro.
5. Evite el contacto con la piel. Derrames del producto sobre la piel deben eliminarse de inmediato con un paño, agua y jabón. Los ojos deben ser lavados con abundante agua dulce y acudir de inmediato al médico.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023

6. Los andamios para pintar tendrán una superficie de trabajo de anchura no menor a 60 cm, para evitar los accidentes por trabajos realizados sobre superficies angostas.
7. Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
8. Las escaleras de mano a utilizar serán de tipo tijera, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura para evitar riesgo de caídas por su inestabilidad. Y serán adecuadas a la altura del operario y del puesto de trabajo.
9. Se prohíbe la formación de andamios a base de tablones apoyados en los peldaños de dos escaleras de mano, tanto de las de apoyo libre como de las de tijera.
10. Las operaciones de lijados, después de haber efectuado el emplastecido, mediante lijadora eléctrica de mano, se ejecutarán siempre bajo ventilación por corriente de aire, para evitar el riesgo de respirar polvo en suspensión. Se utilizará mascarilla adecuada.
11. El vertido de pigmentos en el soporte, se realizará desde la menor altura posible, en evitación de salpicaduras y formación de atmósferas pulvígenas.
12. Se prohíbe fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan pigmentos tóxicos. Se advertirá al personal encargado de manejarlo, de la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de las comidas.
13. Se prohíben trabajos con llama o arco en las inmediaciones.
14. La iluminación será de 100 lux. Medidos a 2 m del pavimento. Si se realiza mediante portátiles, serán estancos de seguridad.
15. Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos sin la utilización de clavijas macho – hembra. Se dispondrá de extintor próximo y accesible.
16. Habrá 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 habrán de disponer de filtros respiratorios.
17. 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.
18. Los almacenes estarán equipados con extintores adecuados al producto inflamable en cuestión en número suficiente y correctamente mantenidos.
19. En cualquier caso, habrá de tenerse en cuenta la normativa respecto a sustancias tóxicas y peligrosas, según lo indicado en el manual de uso del fabricante.
20. Se señalizará la existencia de riesgo de sustancias toxicas, peligrosas e inflamables.
21. Si existen depósitos de combustible estos cumplirán la normativa vigente en cuanto a señalización, almacenamiento y recogida de residuos.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Limpieza en los tajos. Indicación de zonas a base de secado.
- Eliminación de productos vertidos que puedan causar resbalamientos, mediante serrín o materiales absorbentes.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 436 de 577

- Se tenderán cables de seguridad amarrados a puntos fuertes, de los que sujetar el fijador del cinturón de seguridad en las situaciones con riesgo de caída desde altura en las que no se pueda colocar protección colectiva.
- Colocación de barandilla en toda aquella situación en la que exista posibilidad de caída con altura de 2 o más metros.

PROTECCIONES INDIVIDUALES.

- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada
- Casco de seguridad, para desplazamientos por la obra.
- Mascarilla con filtro mecánico específico recambiable, para ambientes pulvígenos. Mascarilla filtrante contra los disolventes.
- Gafas de seguridad, para evitar partículas y gotas en los ojos.
- Calzado antideslizante.
- Mono de trabajo
- Gorro protector contra pintura, para el pelo. Guantes de loneta impermeabilizada. Arneses de suspensión.
- Auricular 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.es contra el ruido.

1.12.4.4. Conexionado Eléctrico en BT e Instrumentación

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN

- Herramientas manuales.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 437 de 577

- Grupo electrógeno.

RIESGOS

- Atropellos y vuelcos de vehículos
- Colisiones con vehículos ajenos.
- Atrapamientos por vehículos o materiales.
- Golpes por objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos (líneas eléctricas, masas de máquinas…)
- Cortes o lesiones en las manos
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos desprendidos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
2. Las zonas de peligro deberán estar acotadas y señalizadas.
3. Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
4. Se protegerá a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.
5. Durante las tareas que requieren mayor esfuerzo físico, se establecerán periodos de descanso.
6. El izado de herramientas, tornillos, etc., se realizará en recipientes cerrados y de suficiente consistencia.
7. Se trabajará siempre sin tensión, realizando las acometidas en último lugar.
8. Los trabajos de supresión y reposición de tensión serán realizados por personal autorizado por la empresa.
9. Los trabajos sin tensión podrán realizarse por cualquier trabajador.
10. Los trabajos con tensión serán realizados por trabajadores cualificados.
11. Las maniobras, mediciones, ensayos, verificaciones y la preparación de trabajos en proximidad serán realizados por trabajadores autorizados.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 438 de 577

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Orden y limpieza en zonas de trabajo
- Adecuada iluminación en zonas de trabajo
- Atención especial a la velocidad del viento para ver si es posible efectuar el trabajo.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad
- Guantes contra riesgos mecánicos
- Guantes eléctricos
- Pantallas faciales
- Arnés de seguridad para trabajos en altura.
- Dispositivo anticaídas.
- Cabo corto.
- Cabo retráctil.
- Cabo regulable.
- Protección auditiva.

1.12.4.5. Inspección de Calidad.

Tras finalizar las fases descritas anteriormente, el edificio de la subestación está listo para ser verificado por el equipo de calidad.

Los trabajos de inspección se planificarán con la dirección de obra, para no interferir sobre otros trabajos programados.

Calidad realiza una inspección siguiendo un “check – list” de comprobación, en donde se controlan los puntos más significativos. Dicha inspección por motivos de seguridad, siempre ha de ser realizada por dos personas.

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Herramientas manuales.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 439 de 577

RIESGOS

- Caída de objetos o cargas.
- Caídas de personas a diferente nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Daños en las extremidades.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes contra objetos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Mantener limpia y libre de obstáculos la zona de trabajo.
2. Organización esmerada de los trabajos. Comunicación mediante radio o walkie-talkie.
3. El trabajo se realizará por equipos de cómo mínimo 2 personas, nunca estará un operario solo en la SET.
4. Las inspecciones y pruebas se realizarán con las partes móviles de la máquina debidamente protegidas.
5. Dichos trabajos se planificarán previamente con dirección de obra.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Orden y limpieza en zonas de trabajo
- Adecuada iluminación en zonas de trabajo
- Atención especial a la velocidad del viento para ver si es posible efectuar el trabajo.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad
- Guantes contra riesgos mecánicos
- Arnés de seguridad para trabajos en altura.
- Dispositivo anticaídas.
- Cabo corto.
- Cabo retráctil.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 440 de 577

- Cabo regulable.
- Protección auditiva.

1.13. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE OBRA: INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

1.13.1. Descripción de los Trabajos a Realizar

Los trabajos a realizar en esta fase de la obra son:

- Excavación de Zanjas y Arquetas en el Parque de Intemperie.
- Transporte y ubicación del Transformador y del Pórtico.
- Tendido del cableado interno de la subestación
- Cableado desde los aerogeneradores hasta la subestación e instalación de botellas de línea para conexión a las celdas.
- Unión de tierras: Unión de las picas de tierra de los elementos de la subestación al anillo de cable de cobre desnudo mediante soldadura aluminotérmica.
- Trabajos de corte y/o reposición de tensión

Los trabajos de tendido de conductores de media tensión, control y tierra, en los tramos de canalización Los cables se instalarán en el interior de zanjas de 1,20 m de profundidad y 0,50 -1 metro de anchura.

El tendido se realizará a mano o bien mediante camión grúa adaptado para transportar las bobinas, empleándose además rodillos y otros accesorios.

Una vez instalados los conductores, se colocarán placas de protección de polietileno y se rellenará la zanja con arena y material procedente de la excavación, utilizando medios mecánicos y mano de obra.

1.13.2. Equipos de Trabajo

1.13.2.1. Maquinaria a Utilizar

- Retroexcavadora
- Minicargadora
- Camión Hormigonera
- Camión pluma
- Compresores.
- Equipo de Soldadura aluminotérmica

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 441 de 577

- Vehículo de transporte de personal.
- Útiles y herramientas diversas.

1.13.3. Riesgos Considerados en Cada Fase

1.13.3.1. Consideraciones Generales

Se procede, a continuación al análisis de los riesgos generados en los diversos trabajos que se precisan realizar en obra, agrupándolos en los siguientes apartados:

- Riesgos propios de la ejecución, para lo cual se consideran las diversas fases del trabajo o actividad.
- Riesgos relacionados con el uso y mantenimiento de los distintos equipos de trabajo, así como de los Medios Auxiliares y otras herramientas utilizadas en la ejecución de este proyecto.

Un correcto análisis de los Riesgos precisa de un previo análisis de los procedimientos de trabajo que componen la realización de cada tipo de trabajo.

De estos riesgos derivarán las medidas preventivas que se deberán aplicar en todo el proceso de ejecución de la obra así como las protecciones individuales y colectivas a usar en función de los riesgos detectados.

1.13.3.2. Excavación de Zanjas y Arquetas

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN

- Máquina movimiento de tierras: retroexcavadora, pala cargadora...
- Camión basculante.
- Motoniveladora.
- Compactadora.
- Vehículos de transporte de carga y materiales.
- Grupo electrógeno
- Compresor y martillo neumático
- Herramientas manuales

RIESGOS

- Desprendimiento, derrumbes, desplomes o deslizamiento de tierras.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 442 de 577

- Colisiones y vuelcos con maquinaria.
- Contacto eléctrico o proyección de materiales como consecuencia de corto en canalizaciones subterráneas.
- Contacto eléctrico como consecuencia de proximidad de máquinas o materiales conductores a instalaciones eléctricas en tensión.
- Caída de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Proyecciones de partículas.
- Atropellos operarios contra circulación maquinaria obra.
- Riesgos dorso lumbares por manipulación de cargas.
- Polvo y ruido ambiental

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Previamente a la iniciación de los trabajos se resolverán las posibles interferencias de la excavación con canalizaciones de servicios existentes, especialmente se identificarán las instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo.
2. El material de la excavación se acopiará a menos de 2 m del borde de la excavación, para poder moverse sin riesgos durante el hormigonado.
3. Los productos procedentes de la excavación no ocuparán las zonas de circulación de personas y vehículos.
4. El tipo de cimentación es el de zapatas aisladas. En las zapatas y zanjas, y antes de realizar el refino de sus paredes, se desmocharán los bOutes para evitar la caída del material dentro de las mismas.
5. Cuando la excavación se realice en una ladera siempre se acopiara el material por el lado de la parte baja de la ladera.
6. Todas las zapatas una vez terminadas deberán quedar perfectamente balizadas con malla naranja o similar.
7. Los laterales de la excavación se sanearán antes del descenso del personal a los mismos, de piedras y de cualquier otro material inestable.
8. Para acceder al fondo de la excavación se usarán escaleras de mano de una achura mínima de 50 cm. y con pendiente no superior a ¼. Estas deberán prolongarse como mínimo 1 m de altura por encima del borde de la excavación.
9. Se prohíbe la realización de replanteos o de mediciones en la excavación donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 443 de 577

10. El material extraído y acopiado para la realización de la plataforma no se amontonará formando un motón de gran altura o de fuerte pendiente del que pudieran desprenderse cualquier tipo de bolo, piedra o similar.
11. En caso de que llueva o se acumule agua en el fondo de la excavación, colocar bombas que saquen el agua y drenen las zanjas y pozos para evitar que se minen los taludes provocando desprendimientos del terreno.
12. Se dispondrán del número de escaleras suficiente para poder bajar a las zanjas.
13. La subida y bajada a las zanjas se realizará exclusivamente por lugares seguros.
14. Se prohibirá la ejecución de trabajos de manera simultánea y en niveles superpuestos en el fondo y el exterior de las excavaciones.
15. Todas las personas que participen en la obra se deberán colocar fuera del radio de acción de la maquinaria.
16. Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga o máquina se acerque a un borde taluzado se dispondrán señalista o, en su defecto, topes de seguridad comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo. Esta comprobación y la determinación de la distancia de seguridad al borde será realizada por el Encargado del tajo.
17. Las máquinas que transmitan vibraciones al terreno solo actuarán si se encuentran a una distancia tal de los taludes que no pongan en peligro su estabilidad.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco homologado.
- Chaleco reflectante.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Cinturón anti-vibración.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Colocación de baliza a todo el perímetro de la zapata y/o zanja
- Escalera siempre cerca de la zapata y/o zanja
- Extintor
- Señalización de seguridad

1.13.3.3.Transportes Especiales: Pórtico y Transformador

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Grúas móviles autopropulsadas.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 44 de 577

- Camiones de transporte.
- Útiles de izado y medios auxiliares.

RIESGOS

- Caída de altura.
- Caída al mismo nivel.
- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamientos de manos y/o pies por objetos pesados
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos
- Quemaduras.
- Explosión (retroceso de llama).
- Incendio.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños.
- Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Todo transporte antes de entrar en obra avisará a los responsables de montaje del parque.
2. Todo transporte deberá respetar la limitación de velocidad de 20 km/h en todo el parque eólico.
3. Guardar la distancia de seguridad en la circulación junto a bOutes de vaciado, zanjas, pozos y taludes.
4. Circular en el interior de la obra por los caminos establecidos y a velocidad moderada (20 Km/h).
5. Ningún transporte podrá, comenzar ninguna maniobra marcha atrás sin la autorización y la supervisión del Recurso Preventivo.
6. Los giros se realizarán en las zonas habilitadas a tal efecto.
7. No se realizará ninguna descarga o maniobra si está atardeciendo y no se dispone de medios para garantizar que la maniobra o descarga se puede completar con la iluminación suficiente.
8. La recogida de la plataforma se realizará en la zona de giro.
9. Está prohibido pisar en la zona de zanja compactada, (marcada con piedras pintadas cada 10m.
10. Los bOutes de las excavaciones profundas quedarán protegidos mediante balizado, ubicado a 2 m del borde de la misma. (Mínimo 1 m).
11. Se colocarán carteles indicativos de los distintos riesgos existentes; en los accesos a la obra, en los distintos tajos y en la maquinaria.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 445 de 577

12. Durante la carga, descarga e instalación de los distintos materiales que componen el parque de intemperie se utilizarán eslingas, útiles de izado y cuerdas de retenida adecuadas al peso a suspender, las cuales se revisarán antes de comenzar los trabajos.
13. Se colocarán topes de retroceso en los bOutes de las excavaciones.
14. Se instalarán señales de 'Peligro indefinido' y otras que se consideren necesarias, a las distancias que marca el Código de Circulación, en prevención de riesgo de colisiones por existir tráfico de camiones. Al realizar trabajos nocturnos, estas señales quedarán debidamente iluminadas en las condiciones antes indicadas.
15. Los medios auxiliares y maquinaria serán entregados en obra, revisados.
16. Se utilizarán mandos inalámbricos para el movimiento de las góndolas traseras en la toma de curvas cerradas y maniobras especiales.
17. Los operarios no permanecerán en la parte trasera cuando el vehículo este maniobrando marcha atrás.
18. En las maniobras de marcha atrás ningún operario permanecerá detrás del vehículo. El operario que maneje la góndola mediante el mando permanecerá en los laterales, a la vista del conductor del vehículo y con chaleco reflectante.
19. No subirse en las góndolas para maniobrar las mismas.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Equipos de protección obligatorios fuera del vehículo de transporte.

- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad
- Chaleco reflectante

1.13.3.4. Colocación Pórtico y del Transformador.

Se describe el proceso de montaje tanto del transformador, como de la estructura metálica que constituirá el pórtico, elementos que gobiernan el aspecto energético de la subestación.

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN

- Grúas móviles autopropulsadas.
- Camiones de transporte.
- Útiles de izado y medios auxiliares.

RIESGOS

- Caída de objetos o cargas.
- Caídas de personas a diferente nivel.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 446 de 577

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Daños en las extremidades.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes contra objetos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Mantener limpia y libre de obstáculos la zona de trabajo.
2. Se utilizarán los medios auxiliares adecuados (eslingas o cadenas adecuadas) y en buen estado para el izado de los elementos y su colocación en el nivel inferior. Se conocerán los pesos de los elementos antes de su izado, para seleccionar los elementos auxiliares y planificar las maniobras.
3. Los medios auxiliares se revisarán antes de su utilización para comprobar su buen estado.
4. Se prohíbe la estancia bajo cargas suspendidas.
5. No se ayudará ni guiará el movimiento de los elementos izados mediante grúa con la mano.
6. Nunca se permanecerá ni se transitará bajo el área de influencia de la carga.
7. Durante los trabajos de elevación, el camión/grúa deberá estar asentado sobre terreno horizontal con los gatos extendidos y debidamente calzados, hasta conseguir la perfecta solidez del terreno. Durante los trabajos de giro de la pluma, el gruista debe vigilar la trayectoria a fin de evitar colisiones con cualquier elemento.
8. El conductor del camión grúa estará en posesión de certificado de capacitación que acredite su pericia.
9. Se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.
10. Se prohíbe estacionar (o circular con), el camión grúa a distancias inferiores a 2 m (como norma general), del corte del terreno (o situación similar, próximo a un muro de contención y asimilables), en previsión de los accidentes por vuelco.
11. Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa (el remolcado se efectuará según características del camión).
12. Mantener la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
13. No permitir que nadie se encarame sobre la carga.
14. Los ganchos de izado dispondrán de limitador de ascenso.
15. Los ganchos estarán dotados de pestillo de seguridad en correcto estado de utilización.
16. Antes de utilizar la grúa el encargado de su manejo, comprobará su conecto funcionamiento, efectuando las maniobras necesarias.
17. Todos los movimientos de la grúa serán realizados por personal competente, debidamente formado y acreditado por su empresa, con experiencia suficiente.
18. Se comprobará la estabilidad de la máquina antes de su utilización.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Orden y limpieza en zonas de trabajo
- Adecuada iluminación en zonas de trabajo

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 447 de 577

- Atención especial a la velocidad del viento para ver si es posible efectuar el trabajo.
- Revisiones y homologaciones de camión grúa.
- Formación de operario en camión grúa o carné en caso de grúa autopropulsada.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad
- Guantes contra riesgos mecánicos

1.13.3.5.Tendido de Cables.

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Vehículos de transporte de carga y materiales.
- Útiles y herramientas diversas.
- Camión pluma.

RIESGOS

- Caída a diferente nivel
- Caída al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome
- Manipulación manual de objetos
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes contra objetos inmóviles
- Golpes contra objetos móviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos y/o partículas
- Atrapamiento por/o entre objetos
- Riesgo de cortes

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 448 de 577

- Sobreesfuerzos
- Atropellos y golpes y choques con o contra vehículos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Se programarán los trabajos de manera que no coincidan en la misma vertical.
2. Comprobar antes de iniciar los trabajos el correcto estado del talud, verificando la resistencia del mismo y realizando las acciones oportunas para que aquellos elementos inestables (piedras, tierra,..) que pueden desprenderse deberán sean retirados de forma controlada, para evitar la caída de los mismos durante el trabajo.
3. Mantener un correcto estado de orden y limpieza en el tajo. No tender mangueras o cables de forma desordenada. Evitar la presencia de recortes, embalajes,...
4. Está prohibido trepar o saltar hasta la cabina del camión, se utilizarán los medios auxiliares necesarios.
5. No sacar el cuerpo de la caja del camión durante las operaciones de tendido.
6. Alternar los trabajos de modo que se realicen esfuerzos diferentes a lo largo de toda la jornada.
7. Permanecer atentos cuando se transite por la obra, extremar la precaución en terrenos con muchas piedras, inestables.
8. No saltar a las zanjas, buscar los lugares apropiados para descender a las mismas y solicitar ayuda a los compañeros si fuera preciso.
9. No transitar por debajo de cargas suspendidas.
10. El alza de bobinas deberá ser asegurado con dos cinchas de amarre en cada uno de los lados, independientemente del peso y estado del terreno.
11. Los trabajadores que estén colocando las “Patas de elefante” del alza bobinas deberán estar coordinados para evitar el atrapamiento con la barra que sostiene la bobina.
12. No bajar del camión en marcha.
13. El acopio de bobinas se realizará sobre terreno firme, exento de pendientes y visible. Si fuera preciso deberán ser calzadas.
14. En zanjas con pendientes extremas se estudiarán las diferentes posibilidades para la realización del tendido de cable.
15. Uso de guantes de protección en la conexión de botellas de línea.
16. Mantenerse lateralmente al conectar las botellas por el riesgo de que salgan hacia delante al realizar la conexión.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Señalización de zanjas abiertas.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Botas de seguridad
- Casco de seguridad
- Chaleco reflectante

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 449 de 577

- Gafas de seguridad
- Guantes de cuero

1.13.3.6. Unión de Tierras

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Equipo de soldadura aluminotérmica

RIESGOS

- Caída de altura.
- Caída al mismo nivel.
- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamientos de manos y/o pies por objetos pesados
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos
- Quemaduras.
- Explosión (retroceso de llama).
- Incendio.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños.
- Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Comprobar antes de iniciar los trabajos el correcto estado del talud: Aquellos elementos inestables (piedras, tierra,..) que pueden desprenderse deberán ser retirados de forma controlada para evitar la caída de los mismos durante el trabajo.
2. Mantener un correcto estado de orden y limpieza en el tajo, evitando la acumulación de recortes de cables, materiales, herramientas,..
3. Está prohibido trepar o saltar desde alturas, se utilizarán los medios auxiliares necesarios.
4. Para acceder al fondo de la excavación se usarán escaleras de mano de una achura mínima de 50 cm. y con pendiente no superior a ¼. Estas deberán prolongarse como mínimo 1 m de altura por encima del borde de la excavación.
5. Los cables a soldar deberán estar perfectamente limpios y secos, libres de grasas, aceites, óxidos y humedades.
6. El extremo de las picas o pletinas sobre las que se realiza la soldadura estará perfectamente limpio, seco y exento de deformaciones.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 450 de 577

7. Los cartuchos de carga para soldar se guardarán en lugar sitio seco y seguro de que no pueda producir accidentes. El lugar donde se guarden debe estar dotado de un extintor.
8. Los cartuchos una vez usados se guardarán y se tirarán en un lugar que se ocupe de tales residuos.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Señalización de zona de realización de unión de tierras para evitar la entrada de personas ajenas a los trabajos.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Guantes protección mecánica.
- Casco de seguridad cuando se trabaje alado de las maquinas en zanjas y pozos.
- Yelmo de soldador (casco + careta de protección).
- Pantalla de soldadura de sustentación manual.
- Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico (especialmente el ayudante).
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.

1.14. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DE OBRA: PUESTA EN MARCHA

1.14.1. Descripción de los Trabajos a Realizar

Los trabajos a realizar en esta fase de la obra son:

- Ensayos y pruebas funcionales • Ensayo de paso y contacto: Verificaciones de tensiones de paso y de contacto a tierra.
    - Pruebas funcionales de equipos
    - Ensayos de aislamiento del cableado
    - Pruebas de comunicaciones

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 451 de 577

- Puesta en Marcha
- Acabados y reparaciones en la instalación eléctrica.

1.14.2. Equipos de Trabajo

Respecto a la utilización de máquinas, aparatos, instrumentos o instalaciones en el lugar de trabajo, se pondrá a disposición de los trabajadores los adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, garantizando la seguridad y la salud del trabajador o, adoptando las medidas adecuadas para reducir tales riesgos al mínimo al utilizar dichos equipos.

Aquellos equipos que dependen de las condiciones de instalación, para un funcionamiento con Seguridad, se someterán a una comprobación inicial, tras su instalación y antes de la puesta en marcha por primera vez y a una nueva comprobación después de cada montaje en un nuevo lugar de emplazamiento, con objeto de asegurar la correcta instalación y el buen funcionamiento de los equipos.

Cuando se hayan producido circunstancias excepcionales, como fenómenos naturales o climatológicos adversos, o falta prolongada de uso, se realizarán por personal competente, comprobaciones adicionales de su eficacia y funcionamiento con ausencia de riesgos para el trabajador.

Los trabajadores recibirán formación e información adecuada sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como sobre las medidas de prevención y protección que es preciso adoptar.

1.14.3. Riesgos Considerados en Cada Fase.

1.14.3.1.Ensayos

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN:

- Equipo de medida y verificación.

RIESGOS

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome
- Contactos eléctricos

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Los ensayos sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados. En el caso de las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados, pudiendo ser auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.
2. Se utilizarán equipos de protección individual eléctricos adecuados a las tensiones a las que estén expuestos los operarios.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 452 de 577

3. Mantener el orden y limpieza. No dejar materiales ni herramientas donde puedan obstaculizar el paso o crear algún contacto eléctrico.
4. La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.
5. Planificación previa de los trabajos a realizar con dirección de obra para su mejor coordinación y evitar trabajos concurrentes con estos ensayos.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Colocación de carteles prohibiendo la entrada a personal ajeno a los ensayos.
- Coordinación con dirección de obra para planificación de trabajos.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad
- Botas de seguridad
- Chaleco reflectante

1.14.3.2. Puesta en Marcha

Durante esta fase actuarán los operarios encargados de hacer la puesta en marcha de la subestación una vez queden todas las partes estén ensambladas y montadas tanto en su parte mecánica como la eléctrica, debiendo intervenir en los cuadros de control de la subestación. Su trabajo comprende la comprobación del correcto funcionamiento tanto eléctrico como mecánico mediante la comprobación e introducción de los distintos parámetros según el check-list creado para la ejecución de estas operaciones.

Los trabajos deberán ser planificados con dirección de obra para la correcta coordinación de los mismos.

MEDIOS PREVISTOS PARA LA EJECUCIÓN

- Herramientas manuales.

RIESGOS

- Caída de objetos o cargas.
- Caídas de personas a diferente nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Daños en los ojos por arco eléctrico.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 453 de 577

- Daños en las extremidades.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes contra objetos.
- Ser alcanzado por objetos, máquinas o vehículos.
- Quemaduras.
- Electrocuciones, contactos eléctricos directos o indirectos…
- Golpes y cortes en el manejo de objetos y herramientas.
- Incendios.
- Ambiente polvoriento.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Se tomarán medidas contra los contactos eléctricos (ver punto siguiente: acabados y reparaciones en instalación eléctrica).
2. Mantener limpia y libre de obstáculos la zona de trabajo.
3. Identificación de la instalación en el esquema unifilar.
4. Mantener las distancias de seguridad.
5. Cortado con corte visible de todas las fuentes de tensión*.
6. Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte y señalización*.
7. Reconocimiento de la ausencia de tensión*.
8. Toma de tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión.
9. Organización esmerada de los trabajos. Comunicación mediante radio o walkie-talkie.
10. Los equipos, medios auxiliares y herramientas de mano: se utilizarán únicamente para el fin para el que han sido diseñados; se desecharán cuando se observen defectos que comprometan la seguridad; se mantendrán limpias y en buen estado; requerirán adiestramiento en el manejo.
11. Se prohibirá expresamente el conexionado de cables a los cuadros de suministro de la instalación provisional de obra, sin la utilización de clavijas estancas normalizadas.
12. La aparamenta eléctrica de la instalación provisional de obra, se protegerá bajo armarios o envolturas que serán de un grado de protección en función de las necesidades de su ubicación.
13. Todas las masas metálicas de la instalación (carcasas de los cuadros, bastidores metálicos de montaje de la aparamenta, etc.) estarán conectadas a tierra mediante puesta a tierra asociada a dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).
14. Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
15. Antes de hacer entrar en carga la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros eléctricos generales.
16. Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real de la banqueta, pértiga de maniobra, extintores de polvo seco y botiquín, después se dará la orden de entrada en servicio de la instalación.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 454 de 577

17. Dichos trabajos se planificarán previamente con dirección de obra.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Orden y limpieza en zonas de trabajo
- Señalización de puesta en tensión de la instalación.
- Adecuada iluminación en zonas de trabajo
- Toma de tierra de masas asociada a dispositivos de corte por intensidad de defecto
- Línea de vida.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad con barboquejo.
- Calzado de seguridad.
- Banqueta de maniobra.
- Alfombra aislante.
- Guantes dieléctricos (1000v y 20.000V)
- Guantes contra riesgos mecánicos.
- Arnés de seguridad para trabajos en altura.
- Dispositivo anticaídas.
- Cabo corto.
- Cabo regulable.
- Pantalla facial.
- Protección auditiva.
- Comprobadores de tensión.

1.14.3.3.Acabados y Reparaciones en Instalación Eléctrica

Para trabajos en la instalación con presencia de tensión se deberá seguir el Real Decreto 614/2001 sobre riesgo eléctrico.

Las técnicas y procedimientos empleados para trabajar en instalaciones eléctricas, o en sus proximidades, se establecerán teniendo en consideración:

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 455 de 577

Podrán realizarse trabajos con la instalación en tensión, cuando:

a. Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.
b. Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.
c. Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.
d. Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

Se procederá a la supresión de la tensión.

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

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

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

DESCONECTAR

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

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág: 456 de 577

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

PREVENIR CUALQUIER POSIBLE REALIMENTACIÓN.

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

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

VERIFICAR LA AUSENCIA DE TENSIÓN

La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

PONER A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:

- En las instalaciones de alta tensión.
- En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 457 de 577

Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos telemandados 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.

PROTEGER FRENTE A LOS ELEMENTOS PRÓXIMOS EN TENSIÓN

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales. Se procederá a la reposición de la tensión.

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

- La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
- 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.
- No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 458 de 577

- Cuando los fusibles estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los fusibles y el transformador.

TODOS LOS TRABAJOS EN TENSIÓN

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo. Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 459 de 577

Las medidas preventivas para la realización de trabajos al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento; los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuertes, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deberán interrumpirse en caso de tormenta.

Los trabajos en alta tensión.

1. El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.
1. El jefe de trabajo se comunicará con el responsable de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo.
2. Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, tras comprobar su capacidad para hacerlo correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicando, en cada caso:
    a. Las medidas de seguridad que deben adoptarse.
    b. El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado.
    a. Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.
3. La autorización tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado o la situación transitoria del trabajador no se adecuan a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

La reposición de fusibles.

1. En instalaciones de baja tensión, no será necesario que la reposición de fusibles la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo porta fusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquél ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico.
2. En instalaciones de alta tensión, no será necesario cumplir lo dispuesto en la parte B de este anexo cuando la maniobra del dispositivo porta fusible se realice a distancia, utilizando pértigas que garanticen un adecuado nivel de aislamiento y se tomen medidas de protección frente a los efectos de un posible cortocircuito o contacto eléctrico directo.

MANIOBRAS, MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 460 de 577

Las maniobras locales y las mediciones, ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizados por trabajadores autorizados. En el caso de las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados, pudiendo ser auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales. Entre los equipos y materiales de protección citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual (pantallas, guantes, gafas, cascos, etc.).

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de estas operaciones se ajustarán a la normativa específica que les sea de aplicación.

Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

1.15. RIESGOS PROPIOS DE LAS MÁQUINAS Y MEDIOS AUXILIARES

1.15.1. Consideraciones Generales

Toda la maquinaria, herramienta y medios auxiliares utilizados en la obra deberán poseer el marcado CE (en caso de aplicación).

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 461 de 577

Las Medidas Preventivas aplicables en cada uno de los trabajos en que se utilicen dichos equipos, máquinas, medios auxiliares y herramientas en general, aparecen descritos en el Apartado correspondiente de este estudio de Seguridad y Salud.

Todas las máquinas y herramientas se encontrarán en buen estado y serán revisadas antes de su uso para verificarlo.

Todas las maquinas deberán tener las revisiones e inspecciones reglamentarias en regla (inspecciones según legislación y según fabricante).

Los operarios de las maquinas poseerán carné, en caso de ser obligatorio, o algún tipo de homologación para operar con la maquinaria que proceda.

La maquinaria solo podrá ser utilizada por personal autorizado y formado para su correcto uso y se seguirá en todo momento el manual de instrucciones de uso del fabricante, en el caso de conflicto entre el manual de fabricante y las normas de utilización de esta planificación preventiva, será de aplicación las medidas más restrictivas.

Durante los repostajes de la maquinaria queda prohibido fumar y se realizarán siempre con el motor parado.

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 (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 en mal funcionamiento o averiadas, serán retiradas inmediatamente para su reparación. Las máquinas averiadas que no se pueden retirar se señalizarán 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.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 462 de 577

Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga para el maquinista encargado de cualquier aparato elevador, se paliarán mediante operarios.

Los motores eléctricos de grúas 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 garantizará el correcto cumplimiento del manual de instrucciones de todas las máquinas y equipos y, además, se deberán cumplir las medidas de conservación y mantenimiento de la máquina.

En relación con el correcto empleo de los dispositivos acústicos y luminosos, se deberá comprobar antes de cada puesta en marcha que todas las máquinas y equipos cuentan con los citados dispositivos y que se encuentran en condiciones de uso.

El uso, montaje y conservación de la maquinaria, medios auxiliares y equipos se efectuará acorde con las especificaciones del fabricante y en sus reparaciones se emplearán los componentes homologados con los que se comercializan para su función y de acuerdo con las instrucciones contempladas en el manual de uso editado por el fabricante, el cual a su vez contendrá las condiciones de seguridad más apropiadas para el desarrollo de las actividades que le son propias.

Llevarán incorporados los dispositivos de seguridad exigibles por la legislación vigente, y se revisarán previamente a la utilización cerciorándose de su buen funcionamiento y estado.

Dispondrán de fichas de utilización y mantenimiento en las que se recogerán el modo de empleo, los riesgos que conlleve su uso y los consejos y medidas preventivas de seguridad a adoptar por los trabajadores encargados de su manipulación.

1.15.2. Riesgos Propios de las Maquinas

1.15.2.1. Retroexcavadora, Pala Cargadora y Giratoria de Cadena.

Realización de excavaciones, desmontes, pozos de cimentación, zanjas...

RIESGOS

- Atropellos.
- Choques.
- Vuelcos.
- Contacto con la corriente eléctrica.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 463 de 577

- Caídas a distinto nivel.
- Exposición a Ruido y Vibraciones.
- Inhalación de polvo.
- Caídas de objetos desde el cazo.
- Golpes.
- Quemaduras.
- Atrapamientos por, y entre objetos.
- Proyecciones

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Marcado CE, homologaciones, revisiones realizadas, documentación... en regla de toda maquinaria.
2. La cabina estará dotada de extintor de incendios al igual que el resto de las máquinas.
3. Anunciará sus movimientos mediante señales acústicas de marcha atrás.
4. Dispondrá de señalización de marcha atrás (luminosa y acústica).
5. Guardar la distancia de seguridad en la circulación junto a bOutes de vaciados, zanjas, pozos y taludes.
6. Mientras esté realizando movimientos, el personal de la obra estará fuera del radio de acción de la máquina, para evitar atropellos y golpes.
7. Las subidas y bajadas de la máquina se efectuarán frontalmente, utilizando los peldaños y asideros. Mantener limpios de barro y graso los accesos.
8. Garantizar la adecuada visibilidad mediante la limpieza de lunas y retrovisores.
9. Permanecer dentro de la máquina si se produce un contacto con una línea eléctrica mientras se deshace dicho contacto o se elimina la tensión.
10. Cuando el conductor tenga que abandonar la máquina, por un motivo cualquiera, deberá parar el motor y dejar puesta la marcha contraria al sentido de la pendiente.
11. Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
12. Al finalizar o interrumpir la jornada de trabajo, dejará la cuchara apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina, desconectando la batería y retirando la llave de contacto.
13. No cargar materiales ni fragmentos de roca de tamaño o forma inadecuada.
14. En operaciones de mantenimiento bloquear ruedas, brazos y en general órganos móviles.
15. No realizar operaciones de mantenimiento con el motor caliente.
16. Adaptar la velocidad de circulación a las condiciones del piso y el camino a seguir.
17. Durante el trabajo, la máquina estará calzada al suelo, haciendo uso de las zapatas hidráulicas.
18. Se trabajará con la cabina cerrada para evitar la entrada de polvo y ruido.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Dotar a la máquina de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 464 de 577

- El conductor estará protegido frente a caídas de objetos.
- El asiento del conductor contará con amortiguación suficiente de las vibraciones.
- Extintor situado en la cabina de fácil accesibilidad.
- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Al descender por la rampa, el brazo de la cuchara se situará en la parte posterior de la máquina.
- Dispondrá de avisador acústico de marcha atrás.
- Dispondrá de emisora para comunicarse con el resto de equipos y vehículos.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad homologado (cuando el operador baje de la maquina).
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes. Limpiará el barro adherido al calzado, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Guantes de cuero.
- Protección acústica.

1.15.2.2. Buldócer y Motoniveladora

El buldócer se empleará fundamentalmente en el desbroce y limpieza del terreno para la ejecución de pistas y plataformas de montaje, así como para movimiento de material en acopios y vertederos.

La motoniveladora se utilizará en el rasanteo y nivelación de viales y en el perfilado de cunetas y taludes.

RIESGOS

- Atropellos.
- Choques.
- Vuelcos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Caídas a distinto nivel.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 465 de 577

- Exposición a Ruido y Vibraciones.
- Inhalación de polvo.
- Caídas de objetos
- Golpes.
- Quemaduras.
- Atrapamientos por, y entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Proyecciones

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Ninguna persona permanecerá en el radio de acción de la máquina. Los trabajadores que ayuden al maquinista en las pasadas de nivelación mantendrán en todo momento la distancia de seguridad precisa para no ser atropellados durante los desplazamientos.
2. Tendrá especial precaución a la hora de cruzarse con otros vehículos para no golpearlo con la cuchilla inferior.
3. El conductor conocerá los límites de la maquina en especial la hora de perfilar taludes por el riesgo de vuelco que conlleva.
4. Las subidas y bajadas de la cabina se efectuarán frontalmente a ella, utilizando los peldaños y asideros.
5. Garantizar la visibilidad mediante la limpieza de lunas y retrovisores.
6. Está prohibido el transporte de personas.
7. Las labores de mantenimiento o reparación de la máquina se efectuarán con el motor parado.
8. Dispondrá de señalización de marcha atrás (luminosa y acústica).
9. Trabajar con la cabina cerrada, para evitar la entrada de polvo y ruido.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Cabina de seguridad frente a vuelcos y caídas de materiales.
- Dotar a la máquina de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.
- El conductor estará protegido frente a caídas de objetos.
- El asiento del conductor contará con amortiguación suficiente de las vibraciones.
- Extintor situado en la cabina de fácil accesibilidad.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 466 de 577

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Dispondrá de avisador acústico de marcha atrás.
- Dispondrá de emisora para comunicarse con el resto de equipos y vehículos.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad homologado (cuando el operador baje de la maquina).
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Protectores Auditivos.
- Cinturón elástico antivibratorio.

1.15.2.3. Minicargadora

Son aplicables los Riesgos, Medidas Preventivas, Medios de Protección Colectiva y, Equipos de Protección individual indicados para la Pala Cargadora.

1.15.2.4. Camión y Camión Basculante

RIESGOS

- Atropellos.
- Choques.
- Vuelcos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Exposición a Ruido y Vibraciones.
- Inhalación de polvo.
- Caídas de objetos
- Golpes.
- Quemaduras.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 467 de 577

- Atrapamientos por, y entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Proyecciones
- Caída de la carga.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. La Caja será bajada inmediatamente después de hacer la descarga y antes de emprender la marcha.
2. Al realizar las entradas y salidas del solar, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
3. Dentro del recinto de la obra hará la maniobra sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de la obra.
4. La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad vías y las condiciones del terreno. En el interior de la obra por las vías establecidas y a velocidad moderada (20 Km/h).
5. Garantizar la adecuada visibilidad mediante la limpieza de lunas y retrovisores.
6. El conductor debe permanecer dentro de la cabina mientras se efectúa la carga del camión.
7. No comenzar a desplazarse mientras la caja permanezca elevada tras la descarga de lo transportado.
8. Las subidas y bajadas de la cabina se efectuarán frontalmente al camión, utilizando los peldaños y asideros.
9. Dispondrá de señalización de marcha atrás (luminosa y acústica).

PROTECCIÓN COLECTIVA

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión en el momento de realizar éste maniobras.
- Si descarga material en las proximidades de la zanja, pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1 metro, garantizando ésta mediante topes.
- Cabina protegida contra caída de objetos.
- Extintor en la cabina de fácil accesibilidad.
- Peldaños antideslizantes.
- Asideros para el acceso a la cabina.
- Dispondrá de avisador acústico de marcha atrás.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad homologado.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 468 de 577

- Botas antideslizantes. Limpiará el barro adherido al calzado, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Guantes de cuero.

1.15.2.5.Carro Perforador.

Se utilizará para los trabajos de perforación en voladuras y pozos para instalación de picas de puesta a tierra.

RIESGOS

- Caída de objetos por desplome
- Atrapamiento por vuelco de la máquina
- Atropellos o golpes por maquinaria
- Sobreesfuerzos
- Ruido y vibraciones
- Ambiente polvoriento

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Mantener limpios de grasa y barro los accesos a la máquina
2. Planificar el tajo de manera que la máquina trabaje siempre en posición estable, para evitar vuelcos y caídas

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Ropa de trabajo adecuada
- Casco de seguridad homologado
- Gafas de protección
- Mascarilla buco nasal
- Protectores auditivos

1.15.2.6.Grúa Móvil Autopropulsada / Grúa de Cadenas

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Atrapamiento por vuelco del vehículo.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 469 de 577

- Atropellos o golpes.
- Colisiones con otros vehículos.
- Rotura del cable o gancho.
- Caída de la carga.
- Electrocución por defecto de puesto a tierra.
- Caídas en altura de personas, por empuje de la carga.
- Golpes y aplastamiento por la carga.
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, arriostramiento deficiente, etc.
- Sobreesfuerzos al manipular cargas a mano.
- Ruido y vibraciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Se cumplirá con el Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la ITC MIE-AEM-4 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a grúas móviles autopropulsadas.
2. El montaje de la grúa será realizado por personal capacitado por el fabricante de la grúa para la realización de dicho montaje.
3. El montaje se realizará siguiendo las instrucciones de montaje del fabricante.
4. El operador de la grúa móvil autopropulsada deberá poseer el carné de Operador de Grúa móvil autopropulsada.
5. El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso, para evitar el descarrilamiento del carro de desplazamiento.
6. Así mismo, estará dotado de pestillo de seguridad en perfecto uso.
7. El cubo de hormigonado cerrará herméticamente, para evitar caídas de material.
8. En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se hará más de una maniobra a la vez.
9. La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si el maquinista detectase algún defecto depositará la carga en el origen inmediatamente.
10. Antes de utilizar la grúa, se comprobará el correcto funcionamiento del giro, el desplazamiento del carro y el descenso y elevación del gancho.
11. La pluma de la grúa dispondrá de carteles suficientemente visibles, con las cargas permitidas.
12. Todos los movimientos de la grúa se harán desde la botonera, realizados por persona competente, auxiliado por el señalista.
13. Dispondrá de un mecanismo de seguridad contra sobrecarga, y es recomendable si se prevén fuertes vientos, instalar un anemómetro con señal acústica para 60 km/h., cortando corriente a 80 km/h.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 470 de 577

14. El ascenso a la parte superior de la grúa se hará utilizando el dispositivo de paracaídas, instalado al montar la grúa.
15. Si es preciso realizar desplazamientos por la pluma, ésta dispondrá de cable de visita.
16. Al finalizar la jornada de trabajo, para eliminar daños a la grúa y a la obra, se suspenderá un pequeño peso del gancho de ésta, elevándolo hacia arriba, colocando el carro cerca del mástil, comprobando que no se puede enganchar al girar ligeramente la pluma, se pondrán a cero todos los mandos de la grúa, dejándola en veleta y desconectando la corriente eléctrica.
17. Se comprobará la existencia de la certificación de las pruebas de estabilidad después del montaje.
18. Deberes y Obligaciones del Operador de Grúa
    a. Poseer carné de operador de grúa móvil.
    b. Conducción de la grúa
    c. Instalación y comprobación del indicador de capacidad/limitador de capacidad, así como de todos los dispositivos de seguridad de la grúa.
    d. Emplazamiento de la grúa a partir de los datos de resistencia del terreno, peso, balance de cargas, alturas y profundidades a operar durante la obra (datos aportados por el arrendatario).
    e. Colocación y comprobación de las placas y de los gatos de apoyo.
    f. La conducción de la grúa
    g. Conocer las instrucciones del fabricante para las operaciones de elevación y mantenimiento de la grúa.
    h. Aplicación de la información contenida en registros y tabla de cargas relativas al rango de uso seguro.
    i. Comprobar el funcionamiento del limitador e indicador de cargas.
    j. El funcionamiento de la grúa, teniendo en cuenta los efectos del viento y otros efectos climáticos sobre la carga y sobre la grúa.
    k. El operador de la grúa deberá mantener una actitud especial de alerta y vigilancia durante la realización de las maniobras absteniéndose de simultanear su trabajo con cualquier otra acción que pudiera ser causa de distracción.
    l. Deberá conocer los riesgos derivados del puesto de trabajo, llevar los equipos de protección individual apropiados y cumplir todas aquellas reglas que le sean impuestas y que contribuyan a hacer más seguro su trabajo y el de los que le rodean.
19. Responsabilidades de la empresa usuaria
    a. Elección de la grúa con la capacidad adecuada para los servicios que se solicitan.
    b. Designación del jefe de maniobras, responsable de la supervisión y dirección de la maniobra.
    c. Eliminación de obstáculos que impliquen riesgos, incluidas las líneas de alta/baja tensión o en caso de ser imposible, la toma de medidas preventivas oportunas.
    d. Comprobar que el terreno sobre el que va a trabajar la grúa tenga la resistencia suficiente.
    e. Ejecutar con personas debidamente formadas las técnicas y labores de estrobaje y señalización.
20. Responsabilidades del jefe o director de maniobra
    a. Conocer en su integridad el diseño de la maniobra.
    b. Inspeccionar la carga de la grúa, accesorios de elevación y eslingado...

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 471 de 577

c. Previamente a la maniobra se reunirá con el personal que intervenga en la maniobra (enganchadores, gruista...) y asegurarse que conocen las circunstancias de la maniobra y sus propias responsabilidades.
d. Comprobar que la grúa dispone de nº RAE, claramente visible en la cabina.
e. Comprobar que el gruista es mayor de edad, posee certificado escolar y haber superado examen médico que acredite su aptitud para el desempeño de su trabajo.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se evitará volar la carga sobre otras personas trabajando.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra.
- 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 y la puesta a tierra se comprobarán periódicamente.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- El maquinista y el personal auxiliar llevarán casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.
- Cinturón de seguridad en todas las labores de mantenimiento, anclado a puntos sólidos o al cable de visita de la pluma.
- La corriente eléctrica estará desconectada si es necesario actuar en los componentes eléctricos de la grúa.

1.15.2.7. Compactadora

RIESGOS

- Atropellos.
- Choques.
- Vuelcos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Exposición a Ruido y Vibraciones.
- Inhalación de polvo.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 472 de 577

- Caídas de objetos
- Golpes.
- Quemaduras.
- Atrapamientos por, y entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Proyecciones

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. La máquina contará con el marcado “CE”, la declaración de conformidad del fabricante y el libro de instrucciones.
2. Cualquier trabajador que vaya a usar la máquina debe antes leer las instrucciones proporcionadas por el fabricante.
3. Avanzar frontalmente con el pisón, nunca lateralmente.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Carcasas de protección de órganos móviles.
- No permanecerá nadie en las proximidades en el momento de realizar éste maniobras.
- Si realiza trabajos en las proximidades de alguna zanja, pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 2 metro, garantizando que no hay nadie en el interior de la excavación.
- Cabina protegida contra caída de objetos.
- Extintor en la cabina de fácil accesibilidad.
- Peldaños antideslizantes.
- Asideros para el acceso a la cabina.
- Dispondrá de avisador acústico de marcha atrás.
- Dispondrá de emisora para comunicarse con el resto de equipos y vehículos.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Protección Auditiva.
- Guantes.
- Calzado de Seguridad.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 473 de 577

1.15.2.8. Vehículos de Transporte de Carga y Materiales

RIESGOS

- Atropellos.
- Choques.
- Vuelcos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Exposición a Ruido y Vibraciones.
- Inhalación de polvo.
- Caídas de objetos
- Golpes.
- Quemaduras.
- Atrapamientos por, y entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Proyecciones
- Caída de la carga.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. La máquina contará con el marcado “CE”, la declaración de conformidad del fabricante y el libro de instrucciones.
2. Cualquier trabajador que vaya a usar estos vehículos debe contar con formación adecuada y leer las instrucciones proporcionadas por el fabricante.
3. Antes de ponerlos en marcha, el conductor deberá cerciorarse de que la presión de los neumáticos es la adecuada, y comprobar el buen estado de los frenos.
4. Si el vehículo estuviese dotado de ganchos y eslingas, ambos estarán provistos de pestillos de seguridad para evitar el desprendimiento accidental de las cargas.
5. Nunca se transportarán cargas por encima de los trabajadores. Cuando el conductor no tenga visibilidad total debe ceder la dirección de las maniobras a un señalista con la debida formación.
6. No se deben arrastrar, ni arrancar cargas.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 474 de 577

7. Guardar la distancia de seguridad en la circulación junto a bOutes de vaciado, zanjas, pozos y taludes.
8. Circular en el interior de la obra por los caminos establecidos y a velocidad moderada (20 Km. /h).
9. Subir y bajar a la cabina o plataformas frontalmente a ellas, utilizando los peldaños y asideros.
10. Garantizar la visibilidad mediante la limpieza de lunas y retrovisores.
11. Ante un contacto con una línea eléctrica, en aquellos vehículos que dispongan de cabina, ésta es el único lugar seguro. No abandonarla e impedir tocar simultáneamente la estructura de la máquina y tierra. Guardar siempre la distancia de seguridad especificada en el Anexo 1 del presente estudio, entre cualquier parte del vehículo y las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
12. Nunca se transportarán personas.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Pórtico de Seguridad.
- Asiento amortiguado.
- Cubierta resistente sobre el puesto de conducción.
- Dispondrá de avisador acústico de marcha atrás.
- Dispondrá de emisora para comunicarse con el resto de equipos y vehículos.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Protector Auditivo.
- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Calzado de Seguridad.
- Chaleco reflectante.

1.15.2.9. Camión Hormigonera.

RIESGOS

- Atropellos.
- Choques.
- Vuelcos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Caídas a distinto nivel.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 475 de 577

- Caídas al mismo nivel.
- Exposición a Ruido y Vibraciones.
- Inhalación de polvo.
- Caídas de objetos
- Golpes.
- Quemaduras.
- Atrapamientos por, y entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Proyecciones
- Dermatosis por contacto con cemento y mortero.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Todos los aparatos de transporte y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:
    a. La caída de las personas y de los materiales fuera de los receptáculos diseñados para tal efecto.
    b. La puesta en marcha de manera fortuita o fuera de ocasión.
    c. Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos o en sus proximidades.
2. Todos los vehículos y toda maquinaria para movimiento de tierras y para manipulación de materiales deberán
    a. Estar bien proyectados y construidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de ergonomía.
    b. Estar equipados con un extintor timbrado y con las revisiones al día, para caso de incendio.
    c. Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
    d. Utilizarse correctamente.
3. Deberán adaptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinaria para movimiento de tierras o manipulación de materiales.
4. Se deberán comprobar periódicamente los elementos del camión.
5. El camión sólo será utilizado por personal capacitado para ello.
6. Se subirá y bajará del camión de forma frontal.
7. El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al camión, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
8. No se deben de realizar ajustes con el camión en movimiento.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 476 de 577

9. Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.
10. En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial.
11. Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
12. Se respetará en todo momento la señalización de la obra.
13. En la aproximación al borde de la zona de vertido se tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose de que dispone de un tope limitador sobre el suelo, a una distancia máxima de un metro.
14. Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Dotar a la máquina de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.
- El conductor estará protegido frente a caídas de objetos.
- El asiento del conductor contará con amortiguación suficiente de las vibraciones.
- Extintor situado en la cabina de fácil accesibilidad.
- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Dispondrá de avisador acústico de marcha atrás.
- Si descarga hormigón dentro de una zanja, o zapata de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1 metro, garantizando ésta mediante topes.
- Dispondrá de emisora para comunicarse con el resto de equipos y vehículos.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad contra choques e impactos (al abandonar la cabina)
- Gafas de protección contra ambientes pulverícenos
- Guantes de trabajo
- Protección auditiva
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorso lumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo
- Chaleco reflectante (al abandonar la cabina)

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 477 de 577

1.15.2.10. Hormigonera

RIESGOS

- Atrapamientos.
- Golpes.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Inhalación de polvo.
- Dermatosis por contacto con cemento y mortero.
- Exposición a ruido.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Mantener adecuadamente instalada la tapa de protección del motor y la correa.
2. No introducir el extremo de la pala en el interior de la boca de la cuba.
3. En el traslado manual, se ejecutará por los trabajadores necesarios para evitar sobreesfuerzos.
4. Si la hormigonera es eléctrica, tendrá conexión a tierra y todas las conexiones será estancas de grado IP 45.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Conexión a tierra de las partes metálicas.
- Carcasa de protección de los puntos de contacto entre piñón y corona.
- Tapa protectora de la zona de ubicación del motor y la correa.
- Interruptor estanco frente a proyecciones de agua.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de Seguridad.
- Guantes de PVC.
- Botas impermeables y Calzado de Seguridad.
- Protección acústica obligatoria a partir de 87 dbA (R.D. 286/2006) de exposición, uso recomendado a partir de 85 dbA y, obligación de suministro si el trabajador lo solicita, a partir de 80 dbA.
- Mascarilla auto filtrante.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 478 de 577

- Guantes.
- Chaleco reflectante.

1.15.2.11. Equipo Para Bombeo Neumático de Hormigón.

Se prevé su utilización en la colocación de hormigón en cimentaciones.

RIESGOS

- Atrapamiento por vuelco del vehículo.
- Atropellos o golpes.
- Colisiones con otros vehículos.
- Dermatosis, debido al contacto con el cemento.
- Atrapamiento con órganos móviles de la máquina.
- Rotura de la tubería por desgaste y vibraciones.
- Proyección violenta del hormigón a la salida de la tubería.
- Movimientos bruscos en el extremo de la tubería.
- Ruido y vibraciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Al comienzo del vertido, se emplearán lechadas fluidas (mortero de dosificación) para lubricar el interior de la tubería y favorecer el desplazamiento suave del material
2. El hormigón será de granulometría adecuada y consistencia plástico-fluida
3. Si durante el funcionamiento de la bomba se produjera algún taponamiento, se parará ésta para liberar la presión.
4. Revisión y mantenimiento periódico de la máquina
5. Protección de todos los órganos móviles de la máquina
6. Planificación del tajo de manera que la máquina trabaje siempre en posición estable, para evitar vuelcos y caídas
7. La manguera terminal de vertido, será gobernada por un mínimo a la vez de dos operarios, para evitar las caídas por movimiento incontrolado de la misma.
8. 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 «sobre presiones» internas. Es imprescindible evitar «atoramientos» o «tapones» internos de hormigón; procure evitar los codos de radio reducido. Después de concluido el bombeo, se lavará y limpiará el interior de las tuberías de impulsión de hormigón.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 479 de 577

9. Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la "redecilla" de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total, del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina. Se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
10. Los operarios, amarrarán la manguera terminal antes de realizar el paso de la pelota de limpieza de elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
11. Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado, cumplimentando el libro de mantenimiento que será presentado a requerimiento de la Dirección Facultativa. Se recomienda no olvidar que el «bombeo de hormigón» suelen realizarlo empresas subcontratadas por la principal.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Ropa de trabajo adecuada
- Casco de seguridad homologado (al bajar del vehículo)
- Guantes de cuero
- Protectores auditivos

1.15.2.12. Compresores

RIESGOS

- Explosión e Incendio.
- Exposición a ruido.
- Sobreesfuerzos.
- Atrapamientos.
- Contactos con superficies calientes.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. La máquina contará con el marcado "CE", la declaración de conformidad del fabricante y el libro de instrucciones.
2. Cualquier trabajador que vaya a usar la máquina debe antes leer las instrucciones proporcionadas por el fabricante.
3. Comprobar frecuentemente el adecuado funcionamiento, la presión de trabajo y la temperatura...
4. Los desplazamientos del grupo compresor se harán de forma que los trabajadores que intervengan en ellos no se vean sometidos a sobreesfuerzos ni a posturas inconvenientes.
5. El grupo se situará siempre en una superficie nivelada y debidamente inmovilizado.
6. Nunca se harán operaciones de reparación, mantenimiento y limpieza con la máquina en funcionamiento.
7. No se puede usar el chorro de aire comprimido para la limpieza del cuerpo.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 480 de 577

8. Todos los elementos del compresor (mangueras, uniones…) serán como mínimo de una presión superior a la de trabajo del compresor.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Manómetros.
- Válvulas de Seguridad.
- Filtros.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Protección Auditiva
- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Calzado de Seguridad.
- Chaleco reflectante.

1.15.2.13. Grupo Electrógeno

RIESGOS

- Contacto con superficies calientes.
- Exposición a ruido.
- Sobreesfuerzos.
- Atrapamientos.
- Contactos eléctricos.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. La máquina contará con el marcado “CE”, la declaración de conformidad del fabricante y el libro de instrucciones.
2. Cualquier trabajador que vaya a usar estos vehículos debe contar con formación adecuada y leer las instrucciones proporcionadas por el fabricante.
3. Los desplazamientos del grupo se harán de forma que los trabajadores que intervengan en ellos no se vean sometidos a sobreesfuerzos ni a posturas inconvenientes.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 481 de 577

4. El grupo se situará siempre en una superficie nivelada y debidamente inmovilizado.
5. Nunca se harán operaciones de reparación, mantenimiento y limpieza con la máquina en funcionamiento.
6. Todo grupo tendrá un cuadro de conexión con protección magnetotérmica y diferencial.
7. No se tendrán funcionando dentro de vehículos.
8. Será falta gravísima puentear las medidas de seguridad eléctricas.
9. Las conexiones eléctricas solo serán manipuladas por personal autorizado.
10. Se tendrá especial cuidado de donde se transporta el combustible del grupo para evitar derrames e incendios.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- El neutro del transformador y la carcasa del grupo deben ser conectados a una pica de puesta a tierra.
- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 30 mA para la toma monofásica que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Protectores auditivos (suministro obligatorio al trabajador que lo solicite expuesto a nivel superior a 80 CIBA, uso voluntario para exposiciones mayores de 85 CIBA y uso obligatorio para exposiciones mayores de 90 CIBA).
- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Calzado de Seguridad.
- Chaleco reflectante.

1.15.2.14. Martillo Neumático

RIESGOS

- Exposición a Vibraciones.
- Exposición a Ruido.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 482 de 577

- Sobreesfuerzos.
- Inhalación de polvo.
- Proyección de objetos.
- Contactos eléctricos.

MEDIDAS PREVENITVAS

1. Antes de comenzar cualquier tajo, debe conocerse la presencia de líneas eléctricas subterráneas y en tal caso no picar en los puntos de riesgo.
2. Ubicar el grupo compresor donde el ruido que produce afecte lo minino posible a los trabajadores próximos.
3. Revisar diariamente el estado de fijación de la manguera.
4. Todos los elementos del compresor (mangueras, uniones…) serán como mínimo de una presión superior a la de trabajo del compresor.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Carcasa amortiguadora del ruido en el grupo compresor.
- Carcasa amortiguadora del ruido en el martillo.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Protectores auditivos (suministro obligatorio al trabajador que lo solicite expuesto a nivel superior a 80 CIBA, uso voluntario para exposiciones mayores de 85 CIBA y uso obligatorio para exposiciones mayores de 90 CIBA).
- Casco homologado.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Gafas contra proyecciones.
- Cinturón antivibratorio.

1.15.2.15. Equipos con Recipientes de Gases Comprimidos o Disueltos.

El personal que maneje las botellas de gases, o equipos de oxicorte, conocerá y estará obligado a cumplir las siguientes normas básicas de Seguridad.

RIESGOS

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 483 de 577

- Quemaduras
- Incendio.
- Explosiones.
- Proyecciones.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. No se situarán en el interior de lugares subterráneos o en los que pueda haber acumulación de gases o haya escasa ventilación.
2. La presión de trabajo de acetileno no será superior a dos atmósferas
3. Antes de encender el soplete por primera vez cada día, las mangueras se purgarán individualmente, así como al finalizar el trabajo.
4. Verificar periódicamente el estado de las mangueras, juntas, etc., para detectar posibles fugas. Para ello se utilizará agua jabonosa, pero nunca llama.
5. Se pondrán válvulas anti-retorno en las salidas de los manómetros y en las entradas del soplete.
6. Durante el transporte o desplazamiento, las botellas, incluso si están vacías, deben tener la válvula y la caperuza puesta.
7. Está prohibido el arrastre, deslizamiento o rodadura de la botella en posición horizontal.
8. No se colocarán, ni puntualmente, cerca de sustancias o líquidos fácilmente inflamables, tales como aceite, gasolina, etc.
9. Las botellas se mantendrán alejadas del punto de trabajo, lo suficiente para que no les lleguen las chispas o escorias, o bien, se protegerán, de estas o de otros trabajos, con mantas ignífugas.
10. No se emplearán nunca los gases comprimidos para limpiar residuos, vestuarios, ni para ventilar personas.
11. Las botellas estarán siempre, en obra o acopio, en posiciones verticales y colocadas en carros porta botellas o amarradas a puntos fijos para evitar su caída.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad y pantalla para soldar.
- Gafas con filtro para el ayudante.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Mandil de cuero.
- Botas de seguridad.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 484 de 577

1.15.2.16. Vehículo de Transporte de Personal

RIESGOS

- Choques.
- Atropellos.
- Vuelcos.
- Golpes.
- Incendio.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. El conductor de estos vehículos poseerá conocimientos a nivel de estudios primarios, así como nociones de electricidad y nociones de las partes fundamentales del vehículo.
1. Periódicamente el conductor verificará el correcto estado del vehículo y llevará a cabo un mantenimiento adecuado del mismo.
2. Serán de aplicación todas las normas establecidas en el vigente Código de Circulación.

1.15.2.17. Camión Pluma

RIESGOS

- Choque con elementos fijos de la obra.
- Atropellos y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.
- Vuelcos al circular por la rampa de acceso.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Golpes.
- Caída De materiales

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Nunca se permanecerá ni se transitará bajo el área de influencia de la carga.
2. Durante los trabajos de elevación, el camión deberá estar asentado sobre terreno horizontal con los gatos extendidos y debidamente calzados, hasta conseguir la perfecta solidez del terreno. Durante los trabajos de giro de la pluma, el gruista debe vigilar la trayectoria a fin de evitar colisiones con cualquier elemento.
3. El conductor del camión grúa estará en posesión de certificado de capacitación que acredite su pericia.
4. Se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 485 de 577

5. Se prohíbe estacionar (o circular con), el camión grúa a distancias inferiores a 2 m (como norma general), del corte del terreno (o situación similar, próximo a un muro de contención y asimilables), en previsión de los accidentes por vuelco.
6. Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa (el remolcado se efectuará según características del camión).
7. Mantener la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
8. No dar marcha atrás, ni realizar trabajos en lugares angostos, sin la ayuda de un señalista.
9. Subir y bajar del camión grúa por los lugares previstos para ello.
10. No permitir que nadie se encarame sobre la carga.

PROTECCIONES COLECTIVAS

- Sólo se podrán utilizar accesorios de elevación con su correspondiente marcado CE y que se aprecie que se encuentran en buen estado.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad.
- Chaleco de alta visibilidad
- Calzado de seguridad

1.15.3. Herramientas y Medios Auxiliares

1.15.3.1. Equipos de Soldadura.

RIESGOS

Soldadura por arco eléctrico (“soldadura eléctrica”)

- Caída desde altura.
- Caídas al mismo nivel
- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamiento de manos por objetos pesados.
- Los derivados de caminar sobre la perfilería en altura.
- Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- Los derivados de la inhalación de vapores Metálicos.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 486 de 577

- Quemaduras
- Contacto con la energía eléctrica
- Proyección de partículas
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños (picado del cordón de soldadura)
- Pisadas sobre objetos punzantes

Soldadura oxiacetilénica-oxicorte

- Caída de altura.
- Caída al mismo nivel.
- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamientos de manos y/o pies por objetos pesados
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos
- Quemaduras.
- Explosión (retroceso de llama).
- Incendio.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños.
- Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Soldadura por arco eléctrico (“soldadura eléctrica”)

1. En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados, en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.
2. Las vigas y pilares presentados, quedarán fijados e inmovilizados mediante husillos de inmovilización (codales, eslingas, etc.) hasta concluido el punteo de la soldadura.
3. El izado de materiales de longitud considerable se realizará con eslingas desde dos puntos, de forma tal que el ángulo superior a nivel de la argolla de cuelgue que forman las dos hondillas de la eslinga, sea igual o menor que 90°, para evitar los riesgos por fatiga del medio auxiliar.
4. El izado de estos materiales se guiará mediante sogas hasta su “presentación”, nunca directamente con las manos, para evitar los empujones, cortes y atrapamientos.
5. No se elevará en esta obra una nueva altura hasta haber concluido el cordón de soldadura de la cota punteada, para evitar situaciones inestables de la estructura.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 487 de 577

6. Se tenderán redes ignífugas horizontales entre las crujías que se estén montando, ubicadas por debajo de la cota de montaje, para prevenir el nesgo de caída desde altura
7. A cada soldador y ayudante a intervenir en esta obra, se les entregaran las medidas preventivas, del recibí se dará cuenta a la Dirección de Obra
8. Se suspenderán los trabajos de soldadura en esta obra (montaje de estructuras) con vientos iguales o superiores a 60 Km/h
9. Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo el régimen de lluvias, en prevención del nesgo eléctrico
10. Se tenderán entre puntos fijos y resistentes, de forma horizontal, cables de seguridad firmemente anclados, por los que se deslizarán los "mecanismos paracaídas" de los cinturones de seguridad, cuando se camine sobre zonas con riesgo de caída desde altura.
11. Las escaleras de mano a utilizar durante el montaje de la estructura serán metálicas con ganchos en cabeza y en los largueros para inmovilización, en prevención de caídas por movimientos indeseables.
12. Los porta electrodos a utilizar en esta obra, tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad. El Encargado o Capataz controlará que el soporte utilizado no esté deteriorado.
13. Se prohíbe expresamente la utilización en esta obra de porta electrodos deteriorados, en prevención del riesgo eléctrico.
14. Las operaciones de soldadura a realizar en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad no se realizarán con tensiones superiores a 50 voltios. El grupo de soldadura estará en el exterior del recinto en el que se efectué la operación de soldar.
15. Las operaciones de soldadura a realizar en esta obra (en condiciones normales), no se realizarán con tensiones superiores a 150 voltios si los equipos están alimentados por corriente continua.
16. El banco para soldadura fija, tendrá aspiración forzada instalada junto al punto de soldadura.
17. El taller de soldadura se limpiará diariamente eliminando del suelo, clavos, fragmentos y recortes, en prevención de los riesgos de pisadas sobre materiales, tropezones o caídas.
18. El taller de soldadura de esta obra estará dotado de un extintor de polvo químico seco sobre la hoja de la puerta, señales normalizadas de "riesgo eléctrico" y "riesgo de incendios".

Soldadura oxiacetilénica-oxicorte

19. El suministro y transporte interno de obra de las botellas (o bombonas) de gases licuados, se efectuará según las siguientes condiciones:

    a. Estarán las válvulas de corte protegidas por la correspondiente caperuza protectora.
    b. No se mezclarán botellas de gases distintos.
    c. Se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, para evitar vuelcos durante el transporte.
    d. Los puntos anteriores se cumplirán tanto para bombonas o botellas llenas como para bombonas vacías.

20. El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros porta botellas de seguridad.
21. Se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol
22. Se prohíbe la utilización de botellas (o bombonas) de gases licuados en posición inclinada.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 488 de 577

23. Se prohíbe el abandono antes o después de su utilización de las botellas (o bombonas) de gases licuados.
24. 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.
25. 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 accidentes), con ventilación constante y directa. Sobre la puerta de acceso, dotada de cerradura de seguridad (o de un buen candado), se instalarán las señales de "peligro explosión" y "prohibido fumar".
26. Se controlará que en todo momento se mantengan en posición vertical todas las botellas de gases licuados.
27. Antes de encender el mechero, compruebe que están correctamente hechas las conexiones de las mangueras y que están instaladas las válvulas anti retroceso.
28. Los mecheros para soldadura mediante gases licuados estarán dotados de válvulas anti retroceso de la llama, en prevención del riesgo de explosión.
29. Se controlará las posibles fugas de las mangueras de suministro de gases licuados, por inmersión de las mangueras bajo presión en el interior de un recipiente lleno de agua.
30. No se utilizarán mangueras de igual color para gases diferentes. En caso de emergencia la diferencia de coloración le ayudará a controlar la situación.
31. No se utilizará acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre: se producirá una reacción química y se formará un compuesto explosivo, el acetiluro de cobre.
32. No se fumará cuando se esté soldando o cortando, ni tampoco cuando se manipulen mecheros y botellas. Tampoco se fumará cuando se permanezca en el almacén de botellas.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Mamparas

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Botas de seguridad.
- Guantes protección mecánica.
- Casco de seguridad cuando se trabaje alado de las maquinas en zanjas y pozos.
- Yelmo de soldador (casco + careta de protección).
- Pantalla de soldadura de sustentación manual.
- Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico (especialmente el ayudante).
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Manguitos de cuero.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 489 de 577

- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Guantes aislantes (maniobras en el grupo bajo tensión).
- Cinturón de seguridad de sujeción (trabajos estáticos).
- Cinturón de seguridad de suspensión (trabajos en posición de suspensión aérea).
- Cinturón de seguridad de caída (trabajos y desplazamientos con riesgo de caída desde altura).

1.15.3.2. Máquinas Herramientas.

Se prevé la utilización de sierras circulares, vibradores para compactación de hormigón, cortadoras...

RIESGOS

- Cortes.
- Atrapamientos.
- Golpes.
- Proyección de partículas.
- Roturas.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Exposición a Ruido y vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Dermatosis.
- Polvo.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. Antes de comenzar a cortar los materiales, revisar para detectar y eliminar las puntas metálicas que pueda contener.
2. No realizar limpieza de las maquinas con estas en funcionamiento.
3. Las máquinas tendrán siempre colocadas las protecciones de elementos móviles o de corte.
4. Está prohibido puentear o eliminar las protecciones.
5. Antes de su uso, se comprobará el estado de discos de corte y elementos móviles, sustituyéndolos en caso necesario
6. Las mangueras de alimentación de máquinas eléctricas estarán debidamente protegidas.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 490 de 577

7. Las mangueras de los equipos neumáticos estarán en buen estado, y se revisarán periódicamente.
8. Se comprobarán las conexiones de los equipos neumáticos y eléctricos
9. Cuando se trabaje con máquinas neumáticas, el compresor se situará lejos del área de trabajo.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Protecciones de los elementos móviles.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Las recomendadas por el fabricante de la maquina:

- Gafas de protección contra impactos.
- Protectores auditivos.
- Empujadores que hagan innecesaria la proximidad de las manos al punto de operación.
- Mascarillas contra el polvo.
- Calzado de protección.

1.15.3.3. Herramientas Manuales y Máquinas Portátiles

Se incluyen en este grupo las siguientes:

- Taladro percutor
- Martillo rotativo
- Pistola clavadora
- Lijadora
- Disco radial
- Rozadora
- Lámparas eléctricas portátiles
- Pelacables

RIESGOS

- Cortes en extremidades.
- Heridas en las manos.
- Golpes.

ingenieros VA VISADO 2539/23E 05/10/2023

- Proyección de partículas.
- Contacto con la corriente eléctrica.
- Rotura de discos de corte
- Quemaduras
- Sobreesfuerzos
- Ruido y vibraciones
- Polvo
- Pisadas sobre materiales. Caídas.
- Explosiones e Incendios.

MEDIDAS PREVENTIVAS

1. El personal estará instruido en el uso de cada herramienta, y será conocedor de sus riesgos
2. Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante. Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
3. Las herramientas se acopiarán en el almacén de obra; las más pesadas se colocarán próximas al suelo
4. Todas las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento
5. El mantenimiento de herramientas eléctricas se realizará sin conexión
6. El paso de un operario a otro debe hacerse con la máquina parada y, a ser posible, dejándola en el suelo, y no de mano a mano
7. Los interruptores serán del tipo “hombre muerto”, de forma que la máquina se pare cuando se dejan de presionar
8. Todos los trabajos se realizarán en posición estable
9. Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
10. Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estanques adecuados.
11. Cuando se bajen o manipulen objetos o herramientas por el interior de la torre, ningún trabajador se situará en un nivel inferior de la misma.
12. Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
13. No utilizar discos desgastados en espesor.
14. Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.
15. Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias resbaladizas.
16. Los motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato.
17. Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas.
18. Se prohíbe su uso al personal no autorizado.
19. Apretar adecuadamente el disco, evitando el riesgo de producir fisuras por un exceso de presión.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 492 de 577

20. Los discos utilizados deben ser adecuados al material que se va a cortar, y a la velocidad de régimen de la máquina.
21. La desconexión de la herramienta se hará tirando de la clavija; nunca del cable ni con tirón brusco.
22. Se prohíbe la conexión de herramientas eléctricas sin enchufe.
23. En caso de emplear mangueras de extensión, se debe hacer la conexión desde la herramienta a la manguera, y de ésta al enchufe; nunca lo contrario.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las mangueras de alimentación estarán en buen uso con los dispositivos de conexión adecuados.
- Se dispondrán los medios necesarios para que el trabajo se haga desde posición estable.
- Utilizar siempre la herramienta atada al arnés para evitar que caiga.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Las recomendadas por el fabricante de la herramienta y el entorno donde se utiliza:

- Ropa de trabajo adecuada
- Casco de seguridad homologado
- Guantes dieléctricos o de cuero, según el caso
- Mascarilla
- Gafas antipartículas
- Botas aislantes

1.15.3.4. Medios Auxiliares

Se incluyen en este grupo las siguientes:

- Andamios metálicos
- Escaleras fijas
- Escaleras de mano: metálicas y de madera.

RIESGOS

- Caídas a niveles inferiores debidos a la mala colocación de las escaleras, frecuentemente por deslizamiento de la base por inclinación debida o por estar el suelo mojada.
- Caídas por rotura de la plataforma en andamios

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 493 de 577

- Desplome de andamios por mala nivelación o falta de arriostramiento
- Caída de materiales o herramientas a un nivel inferior
- Caídas del personal a diferente nivel
- Caída de la escalera por mala colocación de la misma
- Caídas por rotura de algún peldaño.
- Golpes con la escalera

MEDIDAS PREVENTIVAS

Andamios

1. Se instalarán los andamios de forma que se asegure la estabilidad del conjunto, con una separación a la pared inferior a 25 cm
2. Los andamios serán homologados y se asentarán sobre bases sólidas y resistentes
3. Para el montaje y desmontaje de andamios, se emplearán arnés de seguridad y dispositivos anticaída
4. A partir de 3 metros de altura, los andamios dispondrán de varios puntos de anclaje para cada cuerpo
5. La anchura mínima de las plataformas será de 60 cm, y estará formada por dos planchas o tres tablones bien sujetos
6. Las barandillas exteriores serán de 90 cm, con rodapié de 15 cm y listón intermedio
7. No se almacenarán materiales innecesarios sobre los andamios
8. En andamios móviles, no permanecerá personal durante su desplazamiento, y se retirarán aquellos materiales inestables

Escaleras

9. Se utilizarán escaleras de madera o metálico, debidamente arriostrado, para acceder desde el vaciado a la cota superior.
10. Sobrepasar la cota a la que se intenta acceder en 1m.
11. Para trabajos en alturas pequeñas y períodos cortos, se usarán escaleras de mano, metálicas o de madera.
12. Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.
13. Estarán fuera de las zonas de paso.
14. Los largueros serán de una sola pieza, con peldaños ensamblados.
15. Irán apoyadas sobre superficies planas.
16. Llevarán en el pie elementos que impidan el desplazamiento.
17. El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes.
18. Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a la escalera.
19. No se permitirá manejar en la escalera pesos superiores a 25 Kg.
20. Nunca se harán sobre las escaleras trabajos que precisen el uso de las dos manos.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 494 de 577

21. Las escaleras dobles o de tijera, estarán provistas de elementos de unión que impidan que se abran.
22. La inclinación de la escalera será de unos 75 grados aproximadamente, lo que equivale a estar separadas de la vertical la cuarta parte de su longitud entre apoyos.

PROTECCIÓN COLECTIVA

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Balizamiento en zonas de paso donde se coloquen medios auxiliares.

PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Las recomendadas por el fabricante de la herramienta y el entorno donde se utiliza:

- Ropa de trabajo adecuada.
- Casco de seguridad homologado.
- Botas de seguridad.
- Arnés anticaídas con cabos de anclaje.

1.16. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

Antes del comienzo de las obras, cada Contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se desarrollarán las previsiones contenidas en este Estudio, adaptando las soluciones propuestas en él a sus propios métodos y medios constructivos.

En dicho Plan se incluirán, si es el caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención, con su correspondiente justificación técnica, que en ningún caso podrán suponer una disminución del grado de protección previsto en este Estudio.

Se incluirá asimismo una valoración económica de los medios de protección y señalización, instalaciones de higiene y bienestar y material de primeros auxilios previstos, cuyo valor no podrá ser inferior al de los capítulos correspondientes del Presupuesto incluido en el Proyecto.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución antes del inicio de las obras, mediante Acta de Aprobación visada por el Colegio Profesional Correspondiente.

El Plan de Seguridad y Salud aprobado constituirá el instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva. A tal efecto, se dispondrá en obra de una copia del mismo a disposición permanente de los contratistas, técnicos y cualquier persona que intervenga en las obras.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 495 de 577

En caso de subcontratación de trabajos, el Contratista principal facilitará una copia del Plan de Seguridad y Salud aprobado al Subcontratista, que asumirá como suyo el contenido del mismo y se obligará a cumplir todas las indicaciones en él incluidas, firmando a tal efecto el Acta de Adhesión correspondiente.

1.17. AVISO PREVIO.

Antes del comienzo de las obras, el Promotor de las mismas enviará una notificación a la Autoridad Laboral competente, con el siguiente contenido mínimo:

- Fecha del aviso
- Emplazamiento de la obra
- Promotor (Razón social y domicilio)
- Tipo de obra
- Técnico autor del Proyecto
- Coordinador de Seguridad y Salud en fase de Proyecto
- Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución
- Fecha prevista de comienzo de las obras
- Duración prevista de las obras
- Número máximo estimado de trabajadores
- Número previsto de contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos
- Datos de identificación de contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos ya seleccionados

Asimismo, se enviará una notificación con los datos de cada una de las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos antes de su entrada en obra.

1.18. LIBRO DE INCIDENCIAS.

Para el control y seguimiento de los Planes de Seguridad y Salud, se dispondrá en obra de un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado, y será facilitado por el Colegio Profesional al que pertenezca el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

El Libro de Incidencias permanecerá en obra, en poder del Coordinador, y a él tendrán acceso la Dirección Facultativa, los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, así como los representantes de los

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 496 de 577

trabajadores y los técnicos de organismos públicos competentes en materia de seguridad y salud laboral, que podrán hacer en él las anotaciones que consideren oportunas.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo máximo de veinticuatro horas.

1.19. PARALIZACIÓN DE TRABAJOS.

En caso de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, El Coordinador o cualquier otra persona integrada en la Dirección Facultativa está facultado para ordenar la paralización de los trabajos, notificando tal situación a la Inspección de Trabajo y a los contratistas afectados.

1.20. CONCLUSIÓN.

Con lo expuesto en el presente Estudio y en los demás documentos que componen el Proyecto, su autor entiende haber descrito con suficiente detalle las unidades de obra a ejecutar, así como los riesgos previsibles y las medidas preventivas y medios de protección necesarios para eliminarlos o reducirlos en lo posible.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 497 de 577

2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1. OBJETO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es determinar los requisitos legales, facultativos y técnicos que regirán en el desarrollo de las obras objeto de Proyecto, todo ello de acuerdo con lo estipulado en la Reglamentación vigente en materia de prevención de riesgos laborales.

2.2. CONDICIONES LEGALES

Normativa sectorial:

- Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.
- Ley 18/2003, de 29 de Diciembre, (B.O.J.A. 31/12/03 - B.O.E. 30/01/04) por la que se aprueban medidas fiscales y administrativas, que modifica la Ley 7/2002.
- Plan General de Ordenación Urbana de Lebrija
- Plan Especial de Protección del Medio Fisico (PEPMF) de Sevilla.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto Ley 6/2009 por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético, se aprueba el bono social y en el que se establece un mecanismo de registro de pre-asignación de retribución para las instalaciones de régimen especial.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Orden Ministerial ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008
- Orden Ministerial de 29 de diciembre de 1997, por la que se desarrollan algunos aspectos del Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico. Disposiciones adicionales sexta, séptima, vigésima primera y vigésima tercera.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 498 de 577

Obra Civil y Estructuras:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE N. 74 DE 28/3/2006) y sus exigencias básicas.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio de 2.008, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3/75, aprobado por O.M. de 6 de febrero de 1976, y sus revisiones posteriores.
- Real Decreto 256/2016 de 10 junio, que aprueba la Instrucción para la recepción de cementos -RC-16.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.
- AASHTO guide for design of pavement structures. American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993.
- Norma 6.1 IC: Secciones de firme de la Instrucción de Carreteras. Ministerio de Fomento. Gobierno de España, 2003.
- Norma 3.1-IC. Trazado, de la Instrucción de Carreteras, orden FOM/273/2016 de 16 de febrero.
- Instrucción de Carreteras 8.1. IC sobre Señalización vertical.
- Instrucción de Carreteras 8.3. IC sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones de “Limpieza y Terminación de las obras”.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de servidumbres aeronáuticas. Texto consolidado. Última modificación: 17 de mayo de 2013
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.
- Ley 8/01, de 12 de julio, de Carreteras de Andalucía.

Instalaciones eléctricas:

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01a 09 (BOE 19.03.08)
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 499 de 577

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a ITC-BT 51
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 del Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. (BOE 22.05.10)
- 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 (BOE 09.06.14)
- Orden ECO/797/2002, de 22 de marzo, por la que se aprueba el procedimiento de medida y control de la continuidad del suministro eléctrico.
- Normas administrativas y técnicas para funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de Centrales de Autogeneración Eléctrica (Orden Ministerial de 5 de septiembre de 1985).
- Normas particulares aplicables de la compañía suministradora
- Especificaciones técnicas aplicables del promotor
- Normas UNE y CEI aplicables
- Recomendaciones UNESA aplicables

Seguridad y salud:

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- 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.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- 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.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 500 de 577

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los Servicios de Prevención.

Normativa ambiental:

- Ley 9/2018 de 5 de diciembre, de Evaluación Ambiental
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, que desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada.
- Real Decreto 1131/88, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del R.D. legislativo 1.302/86, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 3/95, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias, estatal.
- Decreto 155/98, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 501 de 577

- Ley de 21 de noviembre de 2003, de Montes.
- Ley Forestal de Andalucía 2/92, de 15 de junio.
- Decreto 208/97, de 9 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Forestal de Andalucía.
- Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas para Andalucía.
- Ley 4/2010, de 8 de junio, de Aguas de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Real Decreto 849/86, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 5/99, de 29 de junio, de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre de Montes.
- Decreto 247/2001, de 13 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales (C.A. Andalucía).
- Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía
- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español

Seguridad Contra Incendios:

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y se revisa el anexo 1 y los apéndices del mismo.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE N. 74 DE 28/3/2006) y sus exigencias básicas.
- Reglas Técnicas CEPREVEN.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.

2.2.1. Normas generales y reglamentarias de aplicación

Serán de obligado cumplimiento las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de La obra, especialmente las siguientes:

2.2.2. Obligaciones de las partes implicadas

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 502 de 577

2.2.2.1. Coordinador de Seguridad y Salud en fase de construcción

El Promotor de las obras nombrará a un técnico competente que actuará como Coordinador de Seguridad y Salud en fase de construcción, con las siguientes obligaciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tanto al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, como al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases del mismo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los cuales deben considerarse como los principios generales aplicables durante la ejecución de la obra, durante dicha ejecución y, en particular, en las siguientes tareas:
    - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
    - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación
    - La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares
    - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores
    - La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas
    - La recogida de los materiales peligrosos utilizados
    - El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros
    - La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo
    - La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos
    - Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones al mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el Art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 503 de 577

Un eventual incumplimiento de sus obligaciones por parte del Coordinador dará lugar a responsabilidad contractual frente al Promotor que le haya designado, aunque no existe responsabilidad administrativa dado que, en materia de prevención de riesgos, dicha responsabilidad es exclusiva del Promotor.

En cuanto a la responsabilidad penal, el coordinador no tiene legalmente atribuido el deber de protección de los trabajadores, deber que corresponde en exclusiva a cada empresario, a tenor de lo dispuesto en el Art. 14.1 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

2.2.2.2. Los contratistas y subcontratistas

Los deberes de los Contratistas y Subcontratistas adjudicatarios de las obras serán:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en epígrafe anterior.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las actividades de coordinación de actividades empresariales previstas en el Art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/97, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Al margen de las obligaciones anteriores, los Contratistas y Subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud aprobado, en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Asimismo, deberán responder solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el mencionado Plan, de forma que la cadena de responsabilidades alcanza desde el Promotor hasta el último Subcontratista, pasando por los Contratistas principales que hayan contratado a estos últimos.

2.2.2.3. Trabajadores autónomos

Serán obligaciones de los trabajadores autónomos:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en epígrafe anterior.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/97, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 504 de 577

- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el Art. 29 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Se trata, en concreto, de usar adecuadamente las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad y utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el Art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, debiendo participar en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.
- Cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

2.2.3. Seguro de responsabilidad civil y todo riesgo

Será preceptivo en la obra que los técnicos responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional; asimismo el Contratista deberá disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor, por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por los hechos nacidos de culpa o negligencia, imputables al mismo o a personas de las que deba responder, se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El Contratista viene obligado a la contratación de su seguro en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación de un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

2.3. CONDICIONES FACULTATIVAS

2.3.1. Coordinador de Seguridad y Salud

El R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, en su Art. 3, regula la figura del Coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de las obras, cuyas obligaciones se especifican en el Art. 9 del mencionado R.D. 1627/97.

2.3.2. Estudios y plan de seguridad y salud

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 505 de 577

Los artículos 5 y 6 del R.D. 1627/1997 regulan el contenido mínimo de los documentos que forman parte del Estudio de Seguridad y Salud, así como por quién debe ser elaborado.

El artículo 7 del mencionado R.D. 1627/1997 indica que cada Contratista elaborará un Plan de seguridad y salud en el trabajo, en el que adaptará a sus métodos y medios de producción las disposiciones recogidas en el Estudio de Seguridad y Salud. Este Plan deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, por la Dirección Facultativa.

2.3.3. Libro de incidencias

El artículo 13 del R.D. 1627/97, regula las funciones de este documento. Las anotaciones que se incluyan en el libro de incidencias estarán únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones, prescripciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de seguridad y salud aprobado.

Estas anotaciones podrán ser efectuadas por el Coordinador, responsable del seguimiento del Plan de seguridad y salud, por la Dirección facultativa, por el Contratista principal, por los Subcontratistas o sus representantes, por técnicos de los Centros Provinciales de seguridad y salud, por la Inspección de Trabajo, por miembros del Comité de seguridad y salud y por los representantes de los trabajadores en la obra.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo máximo de veinticuatro horas.

Sin perjuicio de su consignación en el libro de incidencias, el Promotor deberá poner en conocimiento del responsable del seguimiento y control del Plan, de forma inmediata, cualquier incidencia relacionada con el mismo, dejando constancia fehaciente de ello.

Cuantas sugerencias, observaciones, iniciativas y alternativas sean formuladas por los órganos que resulten legitimados para ello, acerca del Plan de seguridad y salud, sobre las medidas de prevención adoptadas o sobre cualquier incidencia producida durante la ejecución de la obra, habrán de ser comunicadas a la mayor brevedad por el Promotor al responsable del seguimiento y control del Plan.

Los partes de accidentes, notificaciones e informes relativos a la seguridad y salud que se cursen por escrito por quienes estén facultados para ello, deberán ser puestos a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan de seguridad y salud.

Los datos obtenidos como consecuencia de los controles e investigaciones previstos en los apartados anteriores serán objeto de registro y archivo en obra por parte del Promotor, y a ellos deberá tener acceso el responsable del seguimiento y control del Plan.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 506 de 577

2.3.4. Paralización de los trabajos

De acuerdo con el R.D. 1627/1997, el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o cualquier otra persona de las que integren la dirección facultativa de la misma, puede acordar la paralización de un trabajo concreto o de la totalidad de las obras cuando observen un incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, en circunstancias de riesgo grave e inminente para los trabajadores.

De llevarse a cabo tal medida, la persona que la hubiese adoptado deberá dar cuenta de la misma 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 de los trabajadores de éstos.

Al margen de esto, si el Coordinador o la Dirección Facultativa observasen incumplimientos de las medidas de seguridad y salud, deberán advertir al Contratista afectado de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias.

2.4. CONDICIONES TÉCNICAS

2.4.1. Equipos de trabajo

Las empresas adjudicatarias adoptarán las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que pongan a disposición de sus trabajadores sean adecuados a los trabajos a realizar y convenientemente adaptados al trabajador, de manera que se garantice su seguridad y salud, de acuerdo con lo prescrito en el R.D. 1215/1997, de 18 de julio.

En la elección de los equipos de trabajo, se tendrán en cuenta las condiciones y características del trabajo a realizar, los riesgos existentes en el lugar de trabajo y los específicos asociados al uso del equipo, así como las cualidades del propio trabajador, debiéndose prever las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Cuando el uso de un determinado equipo de trabajo requiera de un aprendizaje previo con el fin de evitar o controlar un riesgo específico, dicho uso quedará reservado a aquellos trabajadores que hayan recibido la formación adecuada.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables, incluso estar debidamente señalizados en caso necesario. Dichos órganos estarán fuera de las zonas peligrosas, de manera que su manipulación no suponga riesgos adicionales.

La puesta en marcha de un equipo de trabajo sólo deberá ser posible mediante una acción voluntaria sobre el órgano de accionamiento previsto para tal fin. Lo mismo es aplicable para la puesta en marcha tras una parada, sea cual sea la causa de ésta última, y para introducir una variación importante en las condiciones de funcionamiento.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 507 de 577

Todo equipo de trabajo dispondrá de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad. La orden de parada tendrá prioridad sobre la de puesta en marcha.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados.

Cualquier equipo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores, polvo o líquidos nocivos estará provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora.

Si fuera preciso para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus componentes deberán estabilizarse por fijación o por otros medios. Los equipos cuya utilización requieran que el trabajador se sitúe sobre ellos dispondrán de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en estas condiciones no suponga un riesgo para su seguridad.

En particular, cuando exista un riesgo de caída a una altura superior a 2 metros, dispondrán de barandillas rígidas de una altura mínima de 90 cm, o cualquier sistema de protección equivalente.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico, estarán equipados con dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas. Dichos dispositivos no deben poder ser anulados, y no ocasionarán riesgos añadidos.

Las zonas y puntos de trabajo o de mantenimiento de un equipo de trabajo estarán adecuadamente iluminados en función de las tareas a realizar. Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas para impedir el contacto o proximidad de los trabajadores.

Los dispositivos de alarma de los equipos de trabajo deberán ser perceptibles y comprensibles sin ambigüedades, teniendo en cuenta la posible existencia de ruido, polvo o las condiciones del ambiente de trabajo en cada caso.

Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan separarlo de sus fuentes de energía en condiciones de seguridad para el usuario.

Los equipos eléctricos tendrán un diseño adecuado para proteger a los usuarios contra los riesgos por contacto eléctrico directo o indirecto, de acuerdo con su reglamentación específica. Los equipos de trabajo que entrañen riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones dispondrán de dispositivos adecuados para limitar en la medida de lo posible la generación y propagación de dichos agentes físicos.

Las herramientas manuales estarán fabricadas con materiales resistentes, y la unión entre sus diversos elementos será firme, de manera que se eviten roturas o proyección de éstos. Las empuñaduras tendrán dimensiones adecuadas, sin aristas agudas ni superficies resbaladizas, siendo aislantes en caso necesario.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 508 de 577

Los equipos de trabajo sufrirán revisiones periódicas, y su mantenimiento deberá garantizar que su uso no entraña riesgos derivados de su deterioro o desajuste. El mantenimiento se realizará teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, y será realizado por personal cualificado siempre que suponga un riesgo específico para los trabajadores.

2.4.2. Medios de protección

2.4.2.1. Comienzo de las obras

Antes del comienzo de las obras, deberán supervisarse las prendas y los elementos de protección individual y colectiva a emplear para comprobar su estado de conservación y si sus condiciones de utilización son óptimas. En caso contrario se desecharán, adquiriendo otros nuevos.

Todos los medios de protección personal se ajustarán a las disposiciones mínimas recogidas en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo.

2.4.2.2. Medios de protección colectiva

Las protecciones colectivas previstas están destinadas a la protección de todos los trabajadores y visitantes de la obra, es decir: trabajadores de la empresa Contratista principal, subcontratistas, trabajadores autónomos, personal de la Propiedad, técnicos de la Dirección de Obra, técnicos de administraciones públicas o personas que realicen visitas a obra por cualquier motivo.

El montaje y uso correcto de estos medios de protección colectiva es siempre preferible al uso de equipos de protección individual ante el mismo riesgo.

Queda terminantemente prohibido el comienzo de cualquier trabajo que requiera protección colectiva hasta que ésta esté instalada por completo y cuente con el visto bueno del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

En caso de que se aprecie deterioro o merma efectiva de calidad en un medio de protección colectiva, se desmontará de inmediato, sustituyendo el componente defectuoso, y se volverá a montar una vez resuelto el problema. Entre tanto, se suspenderán los trabajos protegidos por el tramo deteriorado y se aislará eficazmente la zona para evitar accidentes. En caso necesario, estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de equipos de protección individual.

2.4.2.3. Equipos de Protección Individual

Los equipos de protección individual (EPI) se emplearán cuando existan riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante protecciones colectivas o medidas de organización del trabajo.

Los EPI proporcionarán una protección eficaz contra los riesgos que motivan su uso, sin suponer por sí mismos un riesgo adicional o una molestia innecesaria para el trabajador, cumpliendo además lo especificado en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo. Para ello, deberán satisfacer las siguientes condiciones:

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 509 de 577

- Responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas del trabajador así como su estado de salud.
- Disponer de los ajustes necesarios para adaptarse al trabajador.

Los EPI estarán concebidos y fabricados de tal manera que, en las condiciones normales de uso previsibles, el usuario pueda realizar normalmente su actividad y tener una protección apropiada y de nivel tan elevado como sea posible.

El grado de protección óptimo será aquél por encima del cual las molestias resultantes del uso del EPI se opongan a su utilización efectiva mientras dure la exposición al peligro o el normal desarrollo de la actividad.

En caso de riesgos múltiples que exijan la utilización simultánea de varios equipos de protección individual, éstos deberán ser compatibles entre sí y mantener su eficacia en relación al riesgo o riesgos correspondientes.

En la elección de los EPI, se tendrá en cuenta la naturaleza y magnitud de los riesgos que se pretenden eliminar o reducir, así como los factores de riesgo adicional que pueda suponer el empleo de los propios equipos de protección.

Como regla general, se elegirán equipos de protección individual cómodos y operativos, con el fin de evitar negativas a su uso.

Los materiales con que estén fabricados los EPI y sus posibles productos de degradación no deberán tener efectos nocivos para la salud o higiene del usuario. Cualquier parte de un EPI que pueda estar en contacto con el usuario estará libre de asperezas, aristas vivas o puntas salientes que puedan ocasionar lesiones o una excesiva irritación de la piel.

Los EPI ofrecerán los mínimos obstáculos posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. Además, no provocarán posiciones que pongan en peligro al usuario o a otros trabajadores.

Los EPI estarán diseñados de manera que el usuario pueda utilizarlos lo más fácilmente posible en la postura adecuada, y pueda mantenerse así durante el tiempo que se estime se llevarán puestos, teniendo en cuenta los factores ambientales, los gestos que se vayan a realizar y las posturas que se vayan a adoptar. Para ello, los equipos de protección se adaptarán a la morfología del usuario, para lo que se dispondrá de suficiente variedad de tamaños, o bien estarán dotados de dispositivos de ajuste y fijación apropiados. En este último caso, los sistemas de ajuste estarán concebidos de manera que, una vez ajustados, no puedan desajustarse en condiciones normales de uso contra la voluntad del usuario.

Los EPI serán ligeros, sin que esto llegue a perjudicar su solidez de fabricación o su eficacia. Además, tendrán una resistencia suficiente contra los efectos ambientales inherentes a sus condiciones normales de uso.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 10 de 577

Todos los equipos de protección individual empleados en las obras dispondrán de la marca “CE”, y se entregarán a los trabajadores acompañados de la información necesaria para su adecuado uso y mantenimiento.

- Dicha información incluirá, al menos:
- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
- Accesorios que pueden utilizarse con el EPI, y características de las piezas de recambio adecuadas.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- Fecha o plazo de caducidad del EPI y de sus componentes.

La utilización, almacenamiento, mantenimiento, reparación y limpieza de los EPI se harán siguiendo las instrucciones del fabricante. En principio, estarán destinados a un uso personal; en caso de que las circunstancias exigiesen la utilización de un equipo por varias personas, se adoptarán las medidas necesarias para que esto no origine un problema de salud o higiene a los distintos usuarios.

Los EPI tendrán autorizado su uso durante el período de vida útil, desechándose finalizado el mismo. Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo de protección, se repondrá ésta independientemente de la duración prevista o de la proximidad de la fecha de sustitución.

Todo equipo de protección que haya sufrido un trato límite, por un accidente o cualquier otra causa, será desechado y repuesto de inmediato

2.4.3. Señalización de seguridad y salud

En las obras de construcción, una de las instalaciones provisionales más importantes y a menudo más descuidadas es la señalización, cuyas condiciones vienen reguladas por el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre "Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo".

En esta disposición se fijan las medidas que deben adoptarse para garantizar que en los lugares de trabajo existe una adecuada señalización de seguridad y salud, que será adoptada obligatoriamente siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de los medios técnicos de protección colectiva, o de medidas de organización del trabajo.

La señalización de seguridad y salud se empleará con los siguientes fines:

- Llamar la atención de los trabajadores o cualquier persona que se encuentre en obra sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores o cualquier persona que se encuentre en obra cuando se produzcan situaciones de emergencia.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de los medios e instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 11 de 577

- Orientar y servir de guía a los trabajadores que realicen maniobras peligrosas.

La señalización no deberá considerarse como una medida sustitutiva de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva, y se utilizará cuando mediante éstas últimas no fuese posible eliminar los riesgos o reducirlos suficientemente.

Tampoco debe entenderse la señalización como una medida sustitutiva de la formación e información de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo.

La elección del tipo de señales, así como de su número y disposición, se realizará de manera que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Características propias de la señal.
- Riesgos, elementos o circunstancias que se tengan que señalizar.
- Extensión de la zona a cubrir.
- Número de trabajadores afectados.

La eficacia de la señalización no deberá resultar disminuida por la concurrencia de señales o por otras circunstancias que dificulten su percepción o comprensión.

La señalización de seguridad y salud no deberá utilizarse para transmitir informaciones distintas a las que constituyen su objetivo propio. Cuando los trabajadores a los que se dirige la señalización tengan limitada la capacidad visual o auditiva, incluidos aquellos casos en los cuales dicha limitación se deba al uso de equipos de protección individual, se tomarán las medidas suplementarias necesarias para corregir esta limitación.

Las señales se ubicarán en lugares apropiados para su perfecta visualización, y permanecerán en tanto persista la situación que ha motivado su colocación.

Los colores de seguridad podrán formar parte de una señalización de seguridad o constituirla por sí mismos, y se elegirán de acuerdo con el significado indicado en el siguiente cuadro:

COLORES DE SEGURIDAD		
COLOR	**SIGNIFICADO**	**INDICACIONES**
ROJO	SEÑAL DE PROHIBICIÓN	COMPORTAMIENTOS PELIGROSOS
	PELIGRO – ALARMA	PARADA, DESCONEXIÓN DE EMERGENCIA EVACUACIÓN
	MATERIAL Y EQUIPOS DE LUCHAS CONTRAINCENDIOS	IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN
AMARILLO	SEÑAL DE ADVERTENCIA	ATENCIÓN, PRECAUCIÓN

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 12 de 577

COLORES DE SEGURIDAD		
COLOR	**SIGNIFICADO**	**INDICACIONES**
NARANJA		VERIFICACIÓN
AZUL	SEÑAL DE OBLIGACIÓN	COMPORTAMIENTO O ACCIÓN ESPECÍFICA OBLIGACIÓN DE UTILIZAR UN EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
VERDE	SEÑAL DE SALVAMENTO	PUERTAS, SALIDAS, MATERIAL, PUESTOS DE SALVAMENTO O DE SOCORRO, LOCALES
	SITUACIÓN DE SEGURIDAD	VUELTA A LA NORMALIDAD

Cuando el color de fondo pueda dificultar la percepción del color de seguridad, se utilizará un color de contraste de acuerdo con el siguiente cuadro:

Color de seguridad	**Color de contraste**
Rojo	Blanco
Amarillo	Negro
Azul	Blanco
Verde	Blanco

Cuando la señalización de un elemento se realice mediante un color de seguridad, las dimensiones de la superficie coloreada deberán guardar proporción con las del elemento y permitir su fácil identificación.

Los medios y dispositivos de señalización serán revisados periódicamente, realizándose el mantenimiento, limpieza y reparaciones necesarias para que conserven sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento.

Las señales que necesiten un suministro de energía eléctrica, dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción del suministro.

2.4.4. Instalaciones de Higiene y Bienestar

2.4.4.1. Vestuarios y Aseos

La superficie mínima de los vestuarios habilitados en obra será de 2 m² por trabajador, con una altura mínima de suelo a techo de 2,30 m. Estarán provistos de asientos y taquillas individuales con llave.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 13 de 577

Los aseos dispondrán de un lavabo con agua corriente, provisto de jabón, por cada 10 empleados o fracción, y de un espejo de dimensiones adecuadas por cada 25 trabajadores o fracción que finalicen su jornada de trabajo simultáneamente. Se instalará asimismo una ducha por cada 10 trabajadores o fracción. Las duchas estarán aisladas, cerradas en compartimentos individuales, con puertas dotadas de cierre interior.

Cada Contratista se encargará de que sus trabajadores dispongan de toallas individuales o secadores de aire caliente, toalleros automáticos o dispensadores de toallas de papel, existiendo en este último caso recipientes para depositar las toallas usadas.

Los trabajadores que realicen trabajos especialmente sucios o que manipulen sustancias tóxicas dispondrán de los medios especiales de limpieza necesarios en cada caso.

2.4.4.2. Servicios Higiénicos

Se dispondrá en obra de una o varias casetas dotadas de retretes con descarga automática de agua corriente y papel higiénico, a razón de uno por cada 25 trabajadores.

Cuando los retretes estén comunicados con cuartos de aseo o vestuarios, estarán completamente cerrados y dispondrán de ventilación directa al exterior, natural o forzada.

Las dimensiones mínimas de los retretes serán de 1x1,20 m y 2,30 m de altura. Las puertas impedirán la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y percha.

Los inodoros y urinarios se instalarán y conservarán en las debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones.

2.4.4.3. Conservación y limpieza

Los suelos, paredes y techos de los retretes, lavabos, duchas, aseos y vestuarios serán continuos, lisos e impermeables, lucidos en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Todos los elementos como grifos y desagües se mantendrán en perfecto estado de funcionamiento, y las taquillas y bancos aptos para su utilización.

Los locales destinados a aseos y vestuarios no se emplearán para otro uso diferente al previsto.

2.5. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA OBRA

2.5.1. Servicio médico

Cada una de las empresas adjudicatarias de las obras dispondrá de un servicio médico mancomunado, donde se realizarán los reconocimientos previos, periódicos y especiales de sus trabajadores, y prestará la asistencia debida a accidentados y enfermos.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 14 de 577

Se deberá efectuar un reconocimiento médico a los trabajadores antes de que comiencen a prestar sus servicios en la obra, comprobando que son aptos para el tipo de trabajo que se les vaya a encomendar. Además, se efectuarán reconocimientos médicos periódicos a todo el personal de la obra, como mínimo una vez al año.

2.5.2. Botiquín de primeros auxilios

Se dispondrá en la obra de un botiquín de primeros auxilios cuyo contenido mínimo se ajustará a lo especificado en el Art. 43-5 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, que establece:

- En todos los centros de trabajo se dispondrá de botiquines fijos o portátiles, bien señalizados y convenientemente situados, que estarán a cargo de socorristas diplomados o, en su defecto, de la persona más capacitada designada por la Empresa.
- Cada botiquín contendrá como mínimo: agua oxigenada, alcohol de 96º, tintura de yodo, mercurocromo, amoniaco, gasa estéril, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, analgésicos y tónicos cardíacos de urgencia, torniquete, bolsas de goma para agua o hielo, guantes esterilizados, jeringuilla, hervidor, agujas para inyectables y termómetro clínico. Se revisarán mensualmente y se repondrá inmediatamente lo usado.
- Prestados los primeros auxilios por la persona encargada de la asistencia sanitaria, la Empresa dispondrá lo necesario para la atención médica consecutiva al enfermo o lesionado.

2.5.3. Delegado de prevención y comité de seguridad y salud

Se nombrarán los Delegados de Prevención en función de la escala determinada en el Art. 35 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, y serán designados por y entre los representantes del personal. En caso de no contar la obra con representantes de los trabajadores, no existirá Delegado de Prevención, por lo que se nombrará un vigilante de seguridad que asumirá las funciones del Delegado de Prevención.

En todos los centros de trabajo que cuenten con cincuenta o más trabajadores, se constituirá un Comité de seguridad y salud que estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra. Si la obra no contase con representantes de los trabajadores, no existirá Delegado de Prevención y, por lo tanto, no se podrá crear el Comité de seguridad y salud como tal. En su lugar se creará un Comité de Prevención que contará con las funciones del Comité de seguridad y salud y que se reflejan en el Art. 38 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Antes del inicio de las Obras, se comunicará al Coordinador de seguridad y salud o, en su caso, a la Dirección Facultativa, los nombres de los responsables de Seguridad e Higiene, es decir, la composición del Comité de seguridad y salud y el Delegado de Prevención, o bien del Comité de Prevención y Vigilante de Seguridad, en el caso de no existir Delegados de Prevención, así como sus sustitutos, por si se produjese alguna ausencia justificada de la obra.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 15 de 577

2.5.4. Formación en Seguridad y salud

De conformidad con el Art. 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, todo el personal asignado a la obra deberá recibir, al ingresar en ella, formación e información de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, conjuntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear. Dicha formación será impartida por persona competente que se encuentre permanentemente en la obra (Jefe de Obra, Encargado, o bien otra persona designada al efecto).

2.5.5. Actuación en caso de accidente

El accidentado es lo primero, se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.

En caso de caída desde altura o a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre que pueden existir lesiones graves y, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.

En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.

La empresa comunicará de forma inmediata a las siguientes personas los accidentes laborales producidos en la obra:

Accidentes de tipo leve

- A la Autoridad Laboral, en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.
- 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.

Accidentes de tipo grave

- A la Autoridad Laboral, en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.
- 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.

Accidentes mortales

- A la Autoridad Laboral, en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 16 de 577

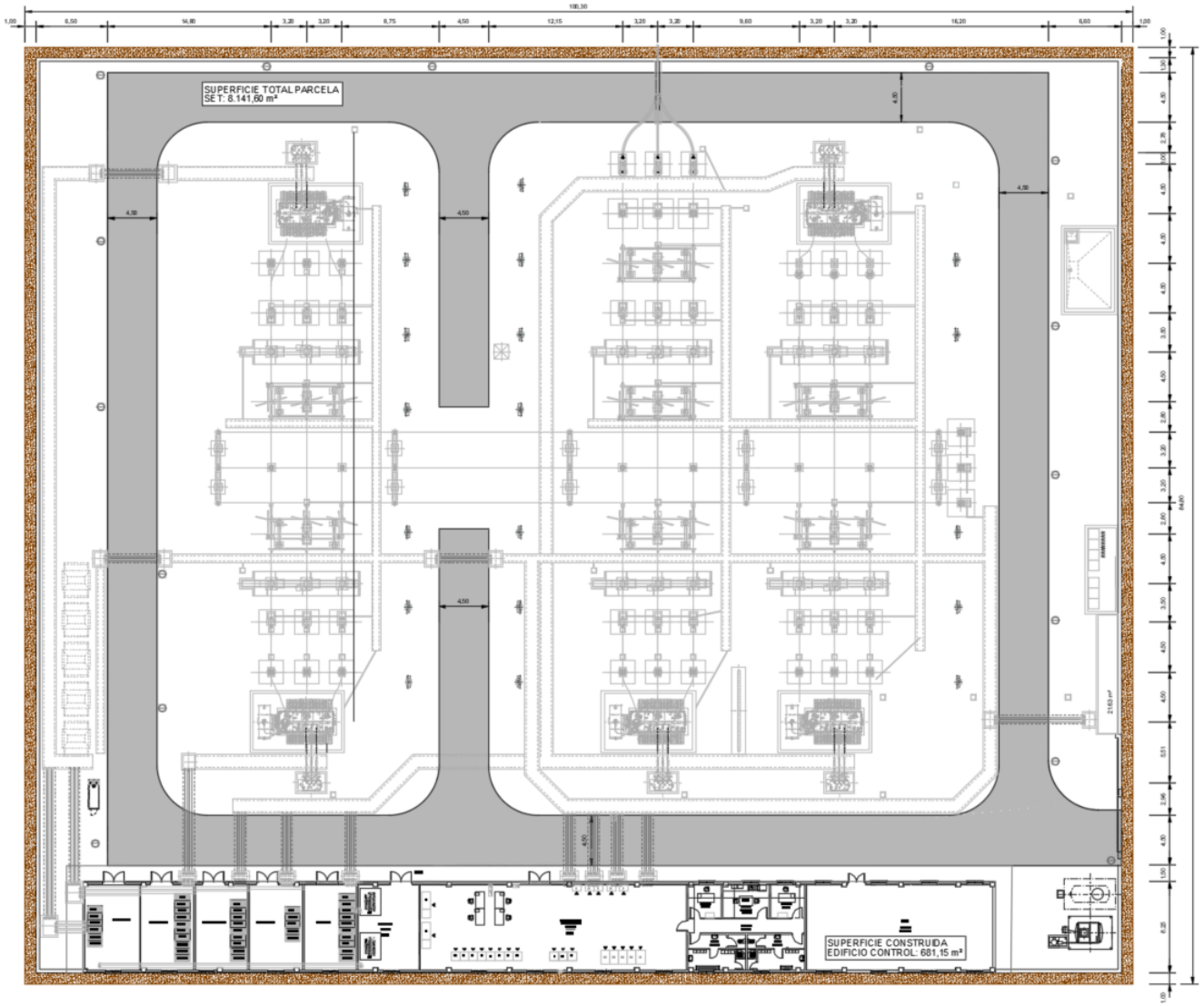
- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Dirección Facultativa de la obra, de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

Al juzgado de guardia, para que pueda procederse al levantamiento del cadáver y a las correspondientes investigaciones judiciales.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 17 de 577

3. PLANOS

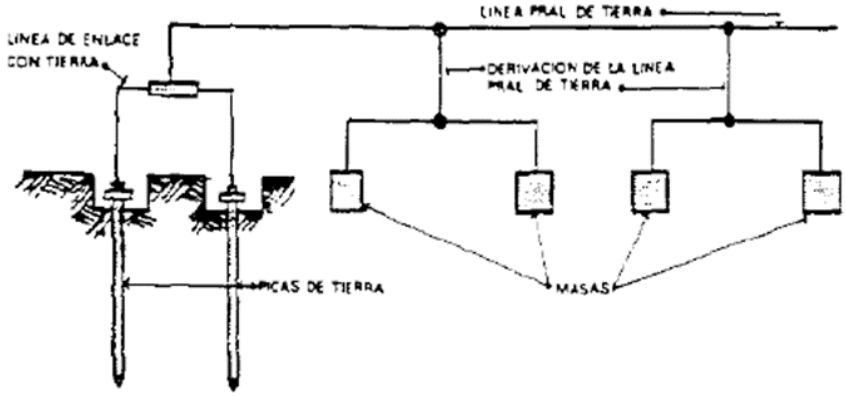
3.1. DISPOSICIÓN TÍPICA DE MONTAJE



ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 18 de 577

3.2. ESQUEMA DE PUESTA A TIERRA

ESQUEMA DE UN CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA



ELECTRODOS

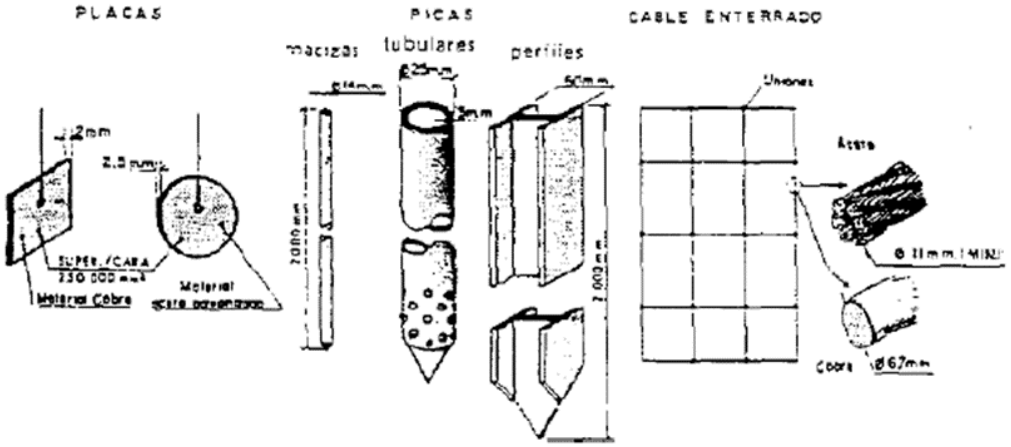


TABLA I

Electrodo	Resistencia de tierra, en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \frac{Q}{P}$
Pica vertical	$R = \frac{Q}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2Q}{L}$

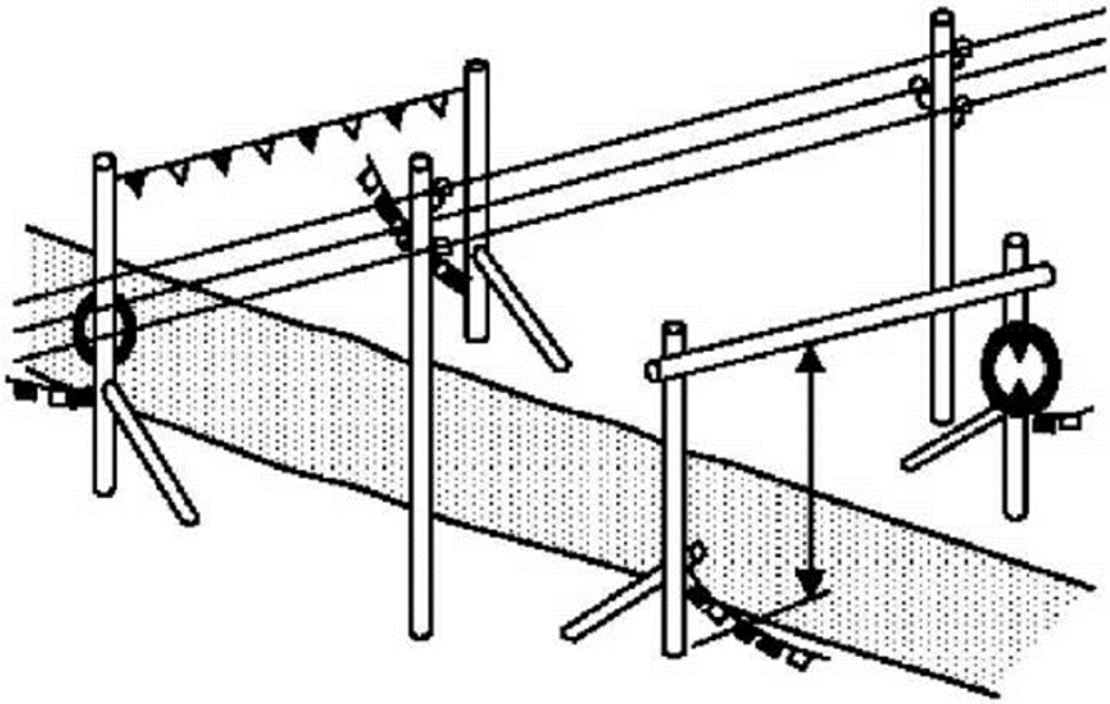
Q, resistividad del terreno (Ohm-m)
P, perímetro de la placa (m)
L, longitud de la pica o del conductor (m)

La resistencia de tierra debe ser de tal valor, que la corriente de fuga no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

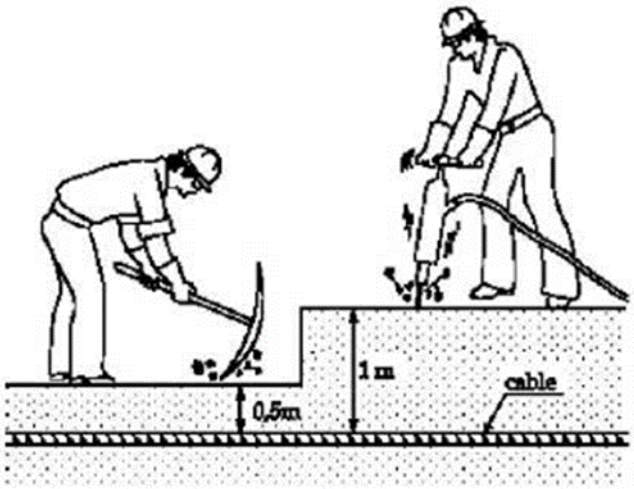
ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 519 de 577

3.3. ESQUEMA DE PROTECCIÓN – PROXIMIDAD DE LÍNEAS

EJEMPLO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE LÍNEAS AÉREAS



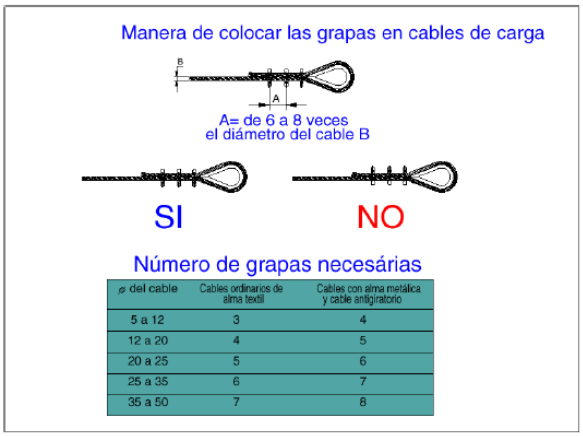
EJEMPLO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE LÍNEAS ENTERRADAS



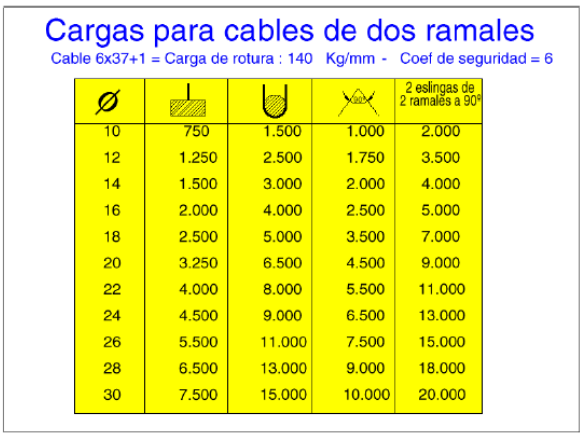
ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 20 de 577

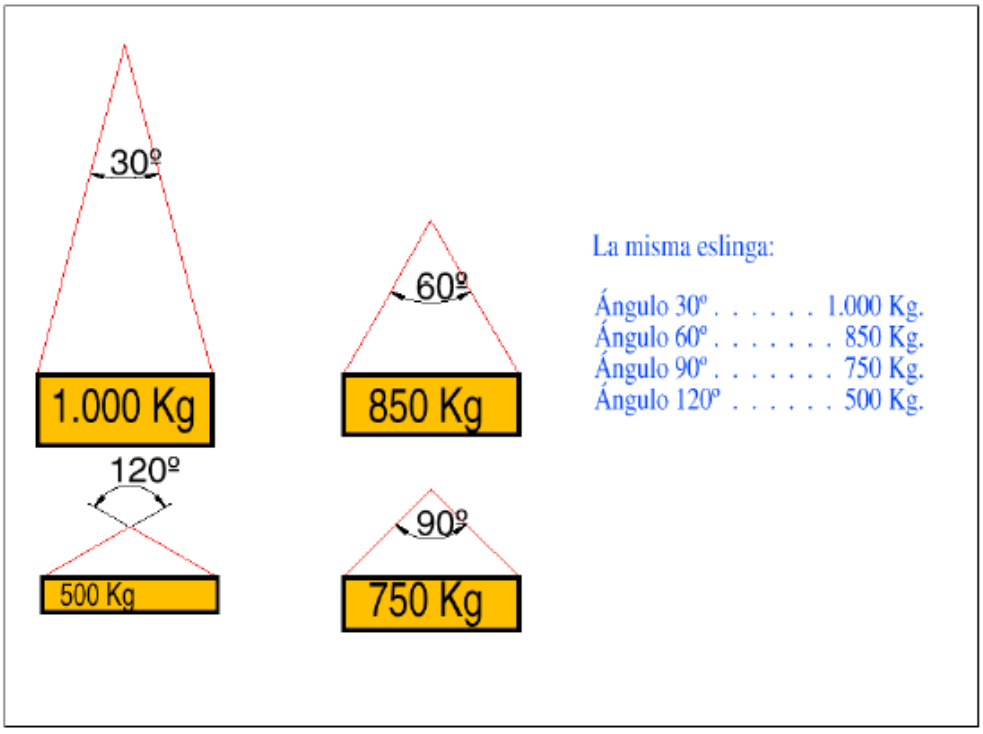
3.4. MANIPULACIÓN DE CARGAS

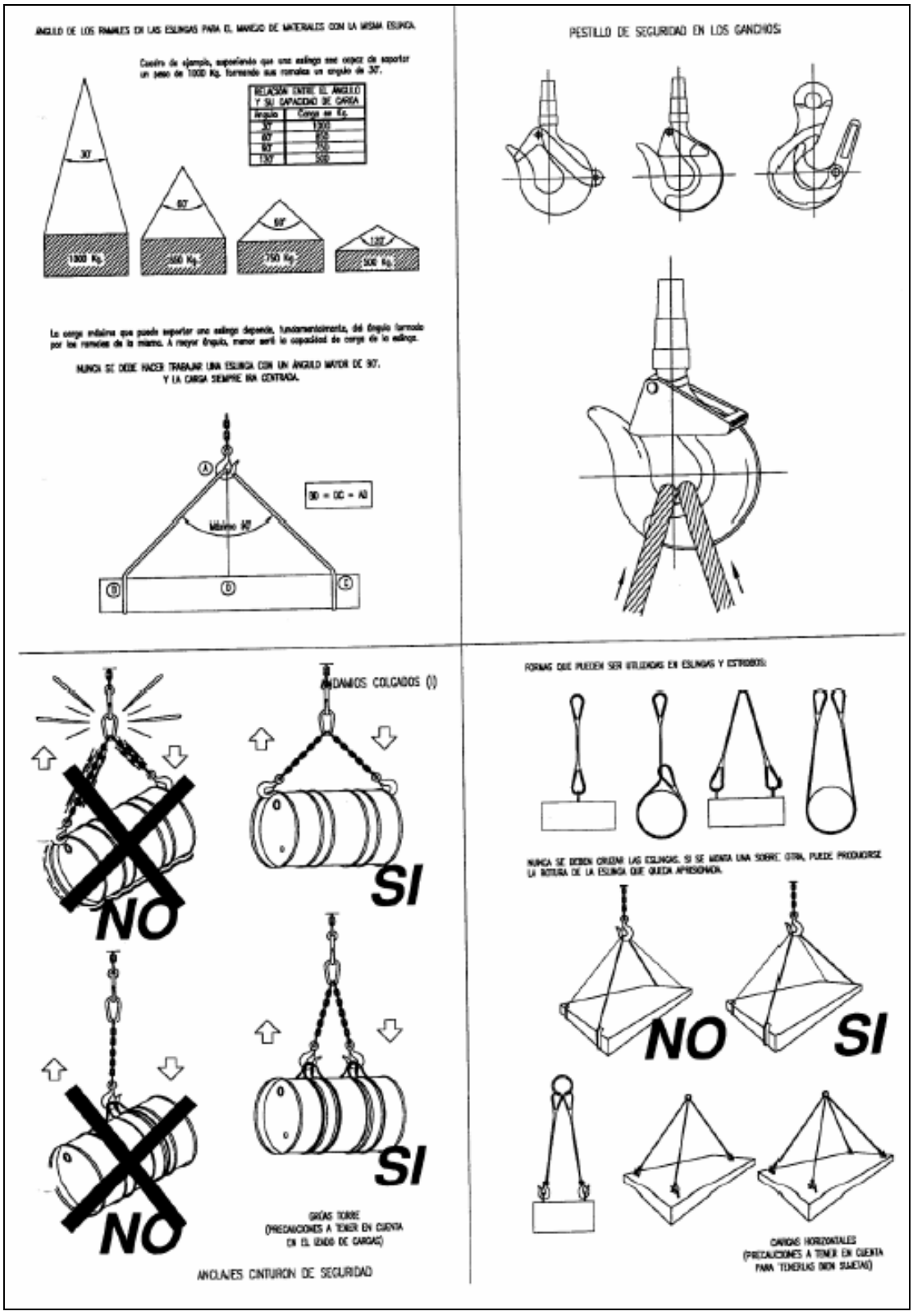


ø del cable	Cables ordinarios de alma textil	Cables con alma metálica y cable antigiratorio
5 a 12	3	4
12 a 20	4	5
20 a 25	5	6
25 a 35	6	7
35 a 50	7	8



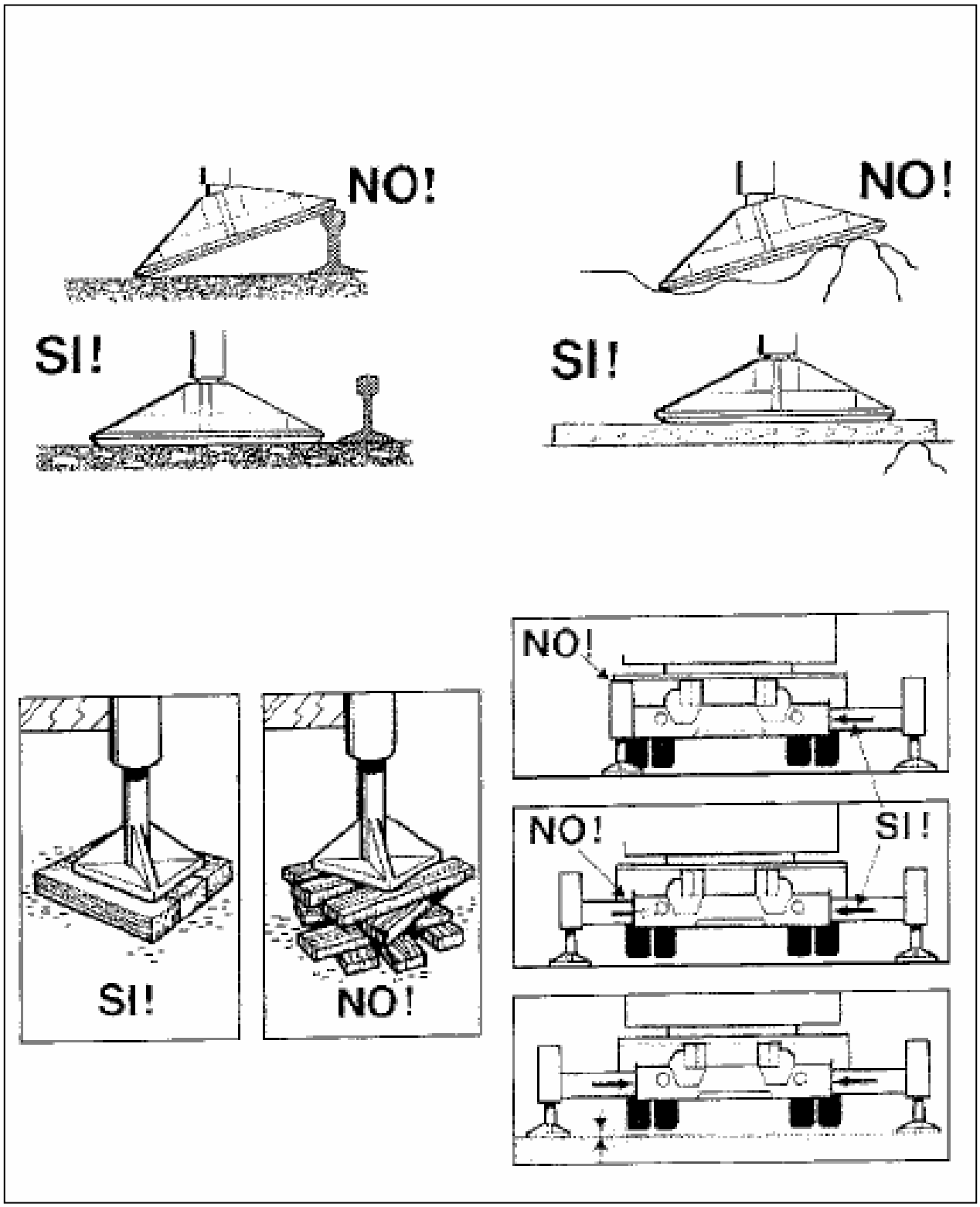
ø				2 eslingas de 2 ramales a 90º
10	750	1.500	1.000	2.000
12	1.250	2.500	1.750	3.500
14	1.500	3.000	2.000	4.000
16	2.000	4.000	2.500	5.000
18	2.500	5.000	3.500	7.000
20	3.250	6.500	4.500	9.000
22	4.000	8.000	5.500	11.000
24	4.500	9.000	6.500	13.000
26	5.500	11.000	7.500	15.000
28	6.500	13.000	9.000	18.000
30	7.500	15.000	10.000	20.000




ANGULO DE LOS RAMALES EN LAS ESLINGAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES CON LA MISMA ESLINGA.
RELACION ENTRE EL ANGULO Y SU CAPACIDAD DE CARGA
Angulo
Carga en Kg.
30°
60°
90°
120°
1000 Kg.
750 Kg.
500 Kg.
NUNCA SE DEBE HACER TRABAJAR UNA ESLINGA CON UN ANGULO MAYOR DE 90°.
Y LA CARGA SIEMPRE EN CENTRADA.
Máximo 90°
PESTILLO DE SEGURIDAD EN LOS GANCHOS
CUIDADO CON LOS GANCHOS ()
NO
SI
NO
SI
GRUAS TORRE
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA EN EL USADO DE CARGAS)
ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD
FORMAS QUE PUEDEN SER UTILIZADAS EN ESLINGAS Y ESTROBOS:
NUNCA SE DEBEN CRUZAR LAS ESLINGAS, SI SE HACEN UNA SOBRE OTRA, PUEDE PRODUCIRSE LA ROTURA DE LA ESLINGA QUE QUEDA APRISIONADA.
NO
SI
CARGAS HORIZONTALES
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA PARA TENERLAS BIEN SUJETAS)

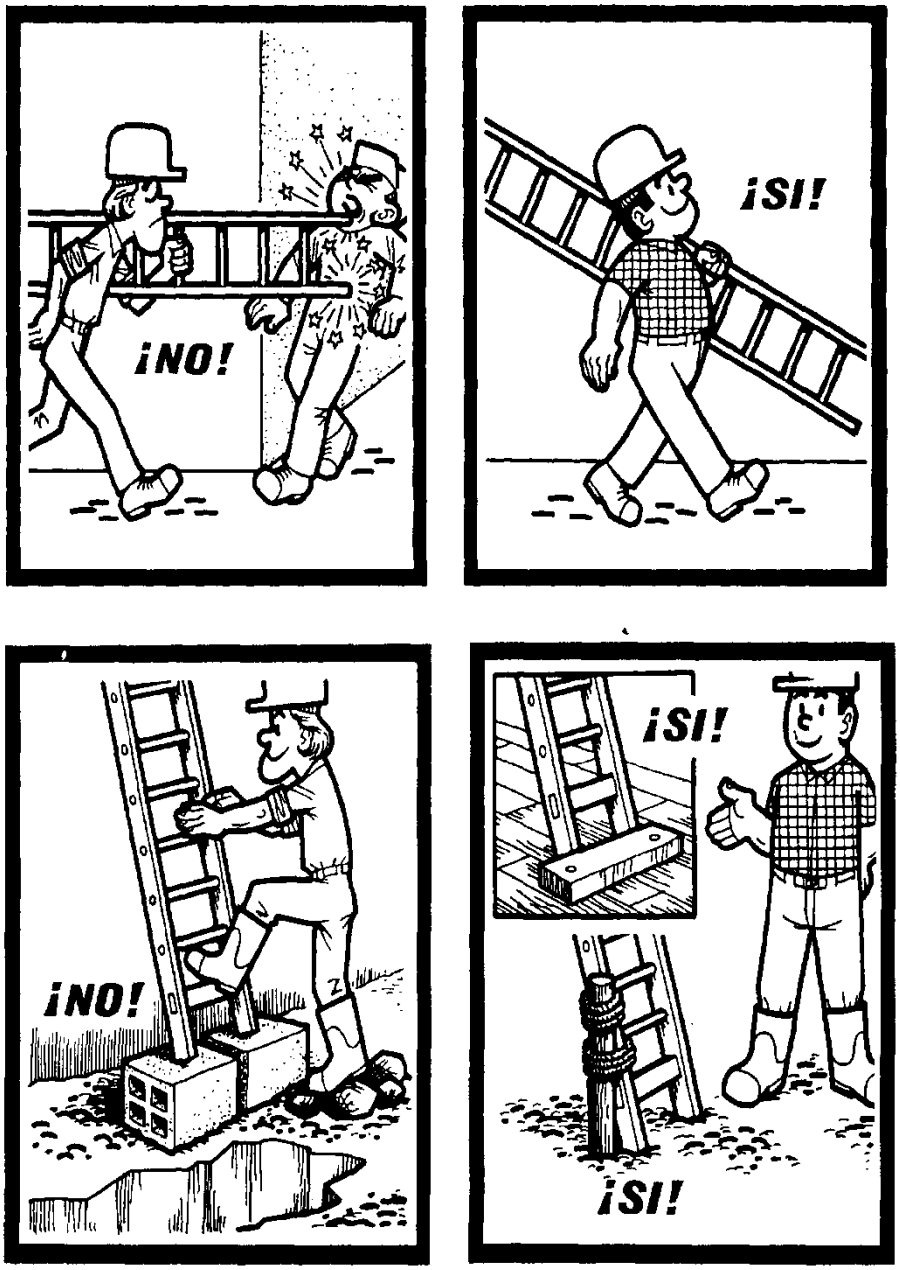
ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 22 de 577

3.5. POSICIÓN CORRECTA DE LOS GATOS DE APOYO



ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 23 de 577

3.6. ESCALERAS DE MANO

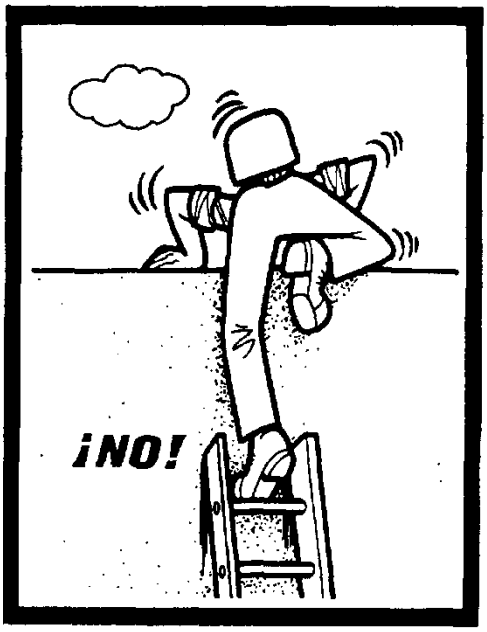


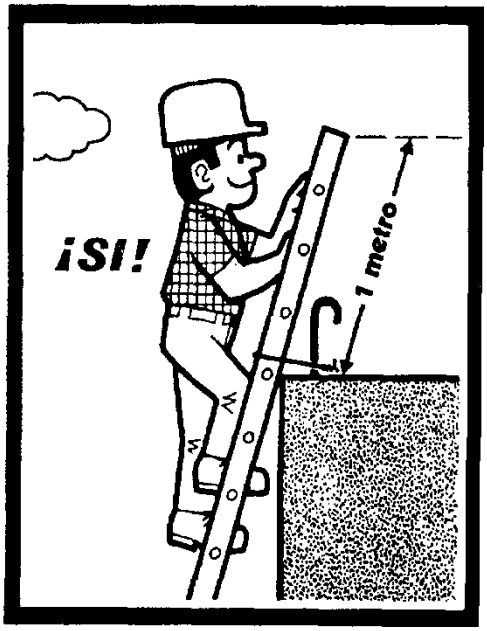
Instalar las escaleras sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y fija, y de forma que no puedan resbalar, ni bascular.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

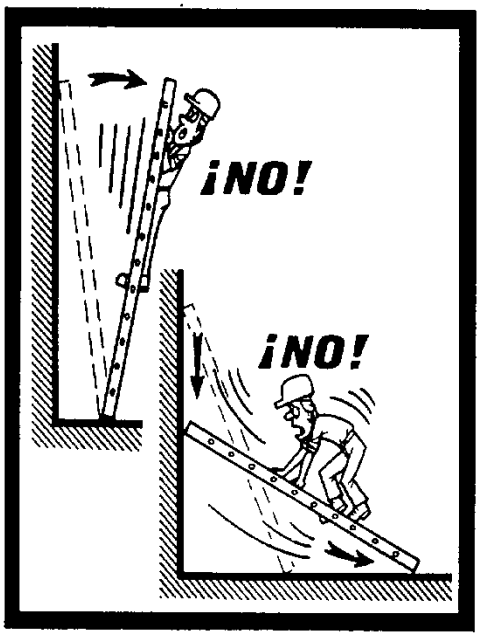
ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 24 de 577

Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del piso de trabajo al que dan paso.





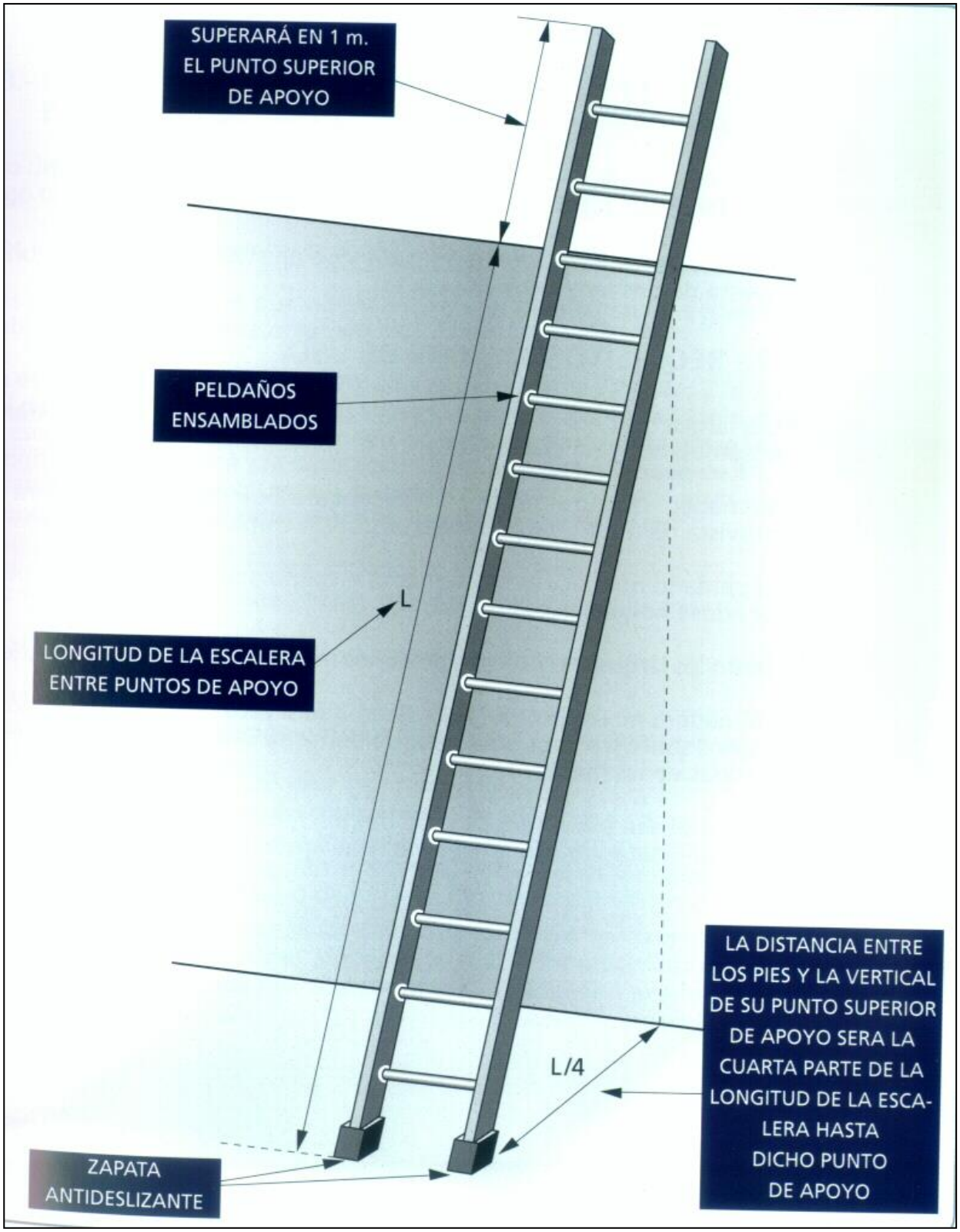
Vigilar que la separación del pié de escalera, de la superficie de apoyo, sea la correcta.





ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 25 de 577



ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 26 de 577

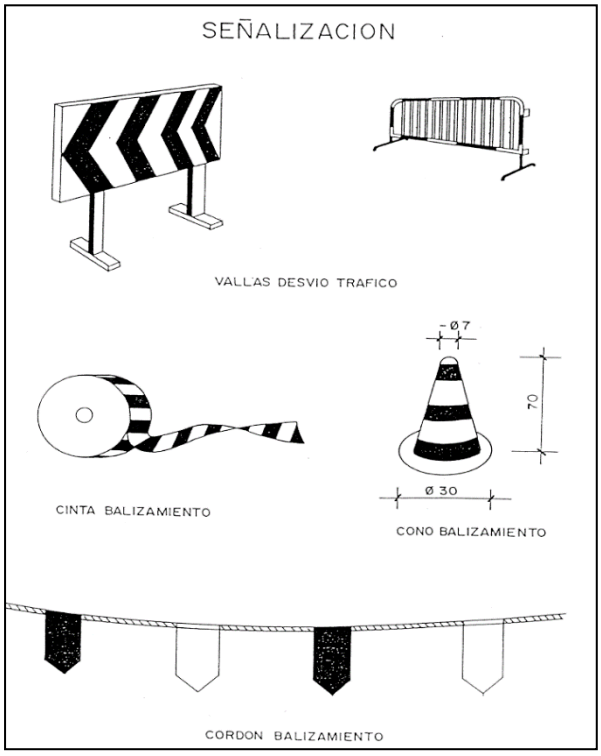
3.7. COLORES DE SEGURIDAD

COLORES DE SEGURIDAD		
COLOR	**SIGNIFICADO**	**INDICACIONES**
ROJO	SEÑAL DE PROHIBICIÓN	COMPORTAMIENTOS PELIGROSOS
	PELIGRO – ALARMA	PARADA, DESCONEXIÓN DE EMERGENCIA EVACUACIÓN
	MATERIAL Y EQUIPOS DE LUCHAS CONTRAINCENDIOS	IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN
AMARILLO	SEÑAL DE ADVERTENCIA	ATENCIÓN, PRECAUCIÓN
NARANJA		VERIFICACIÓN
AZUL	SEÑAL DE OBLIGACIÓN	COMPORTAMIENTO O ACCIÓN ESPECÍFICA OBLIGACIÓN DE UTILIZAR UN EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
VERDE	SEÑAL DE SALVAMENTO	PUERTAS, SALIDAS, MATERIAL, PUESTOS DE SALVAMENTO O DE SOCORRO, LOCALES
	SITUACIÓN DE SEGURIDAD	VUELTA A LA NORMALIDAD

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

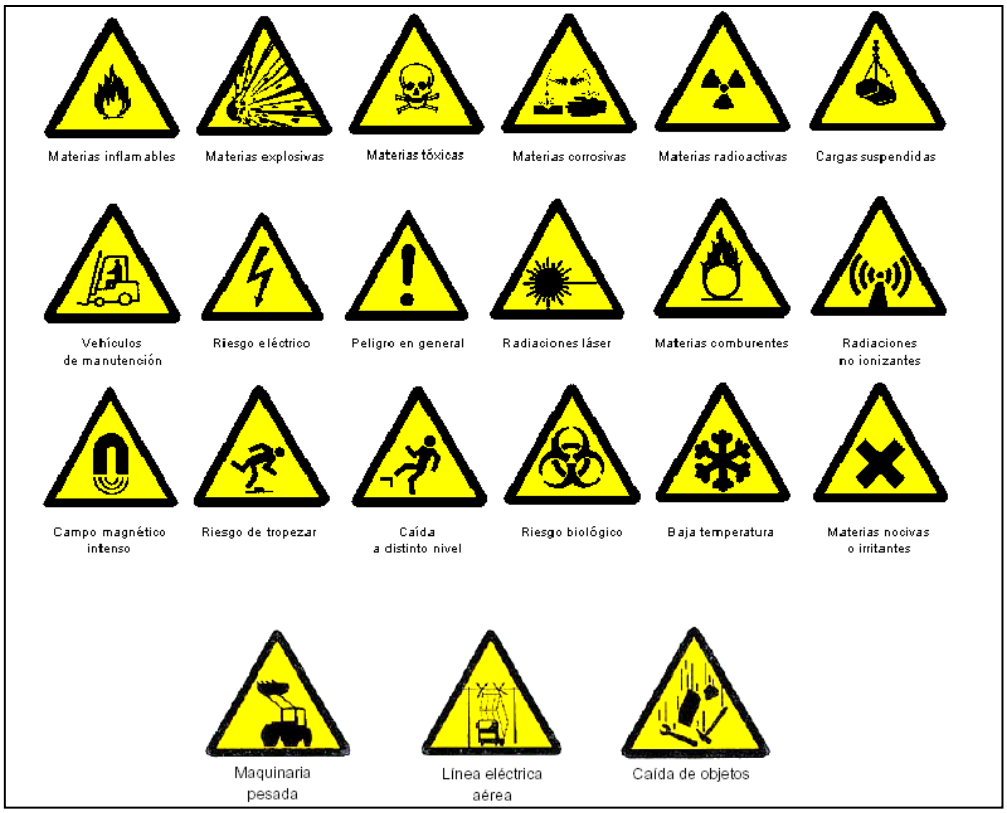
ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 27 de 577

3.8. SEÑALIZACIÓN



3.8.1. Señales de advertencia

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 28 de 577



3.8.2. Señales de obligación



ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023

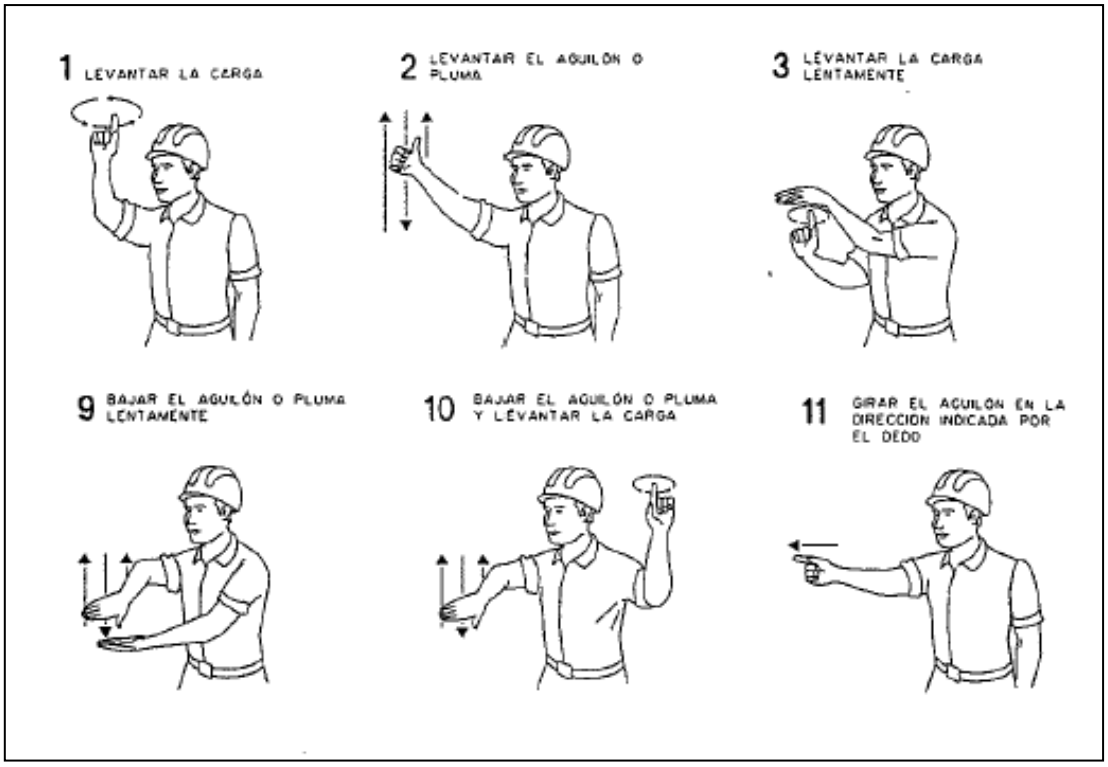


ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 30 de 577

3.8.3. Equipos de luchas contra incendios



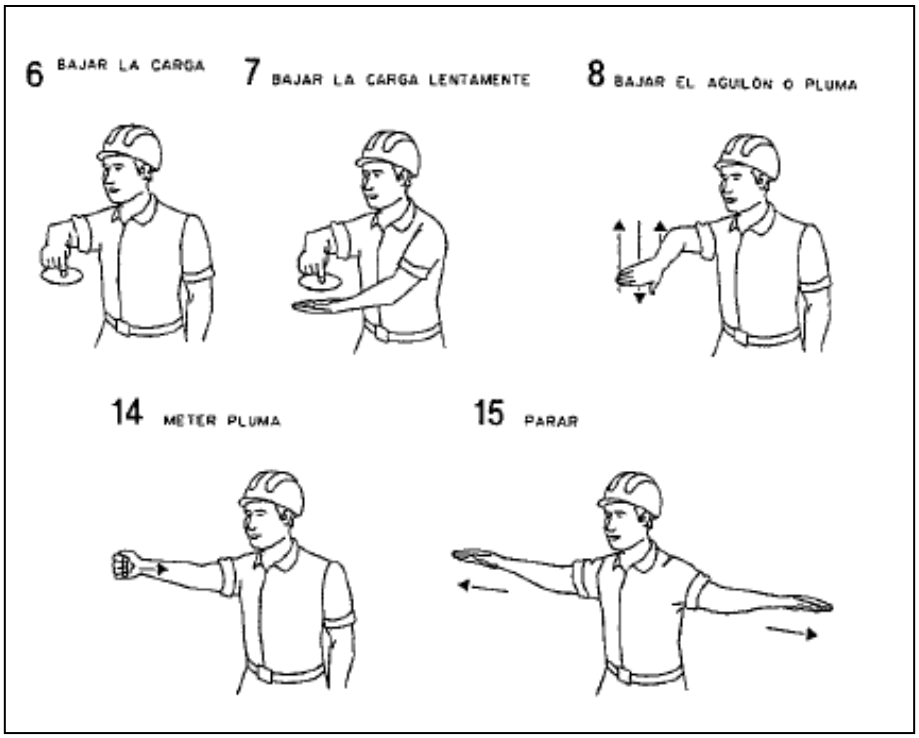
3.8.4. Código de señales de maniobras



ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 31 de 577

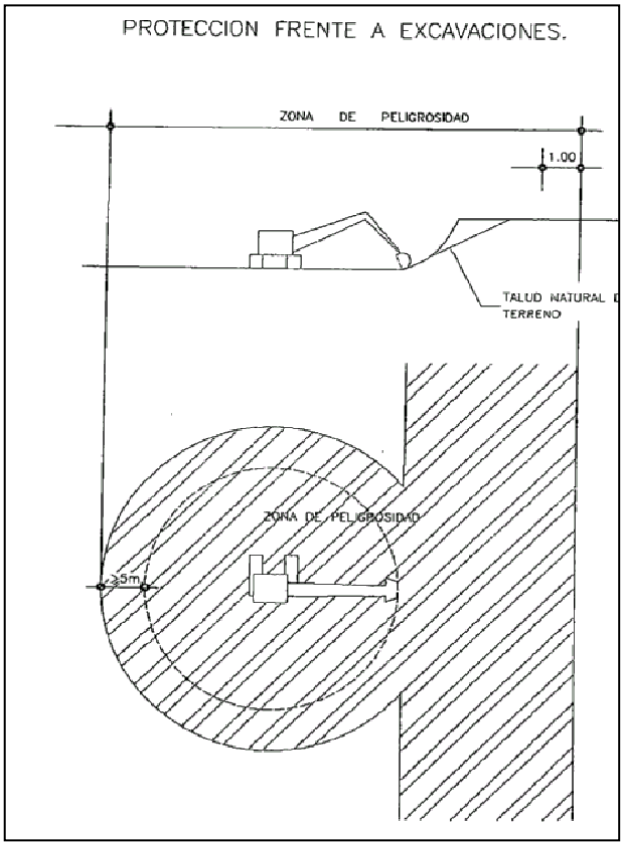


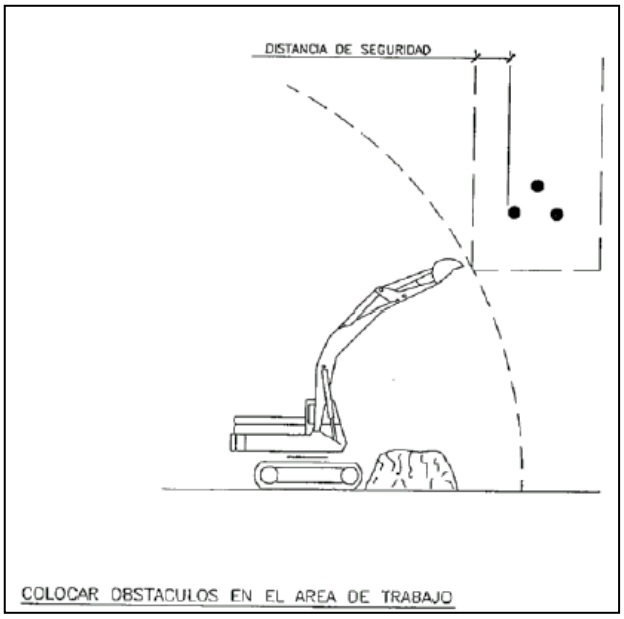
ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 32 de 577



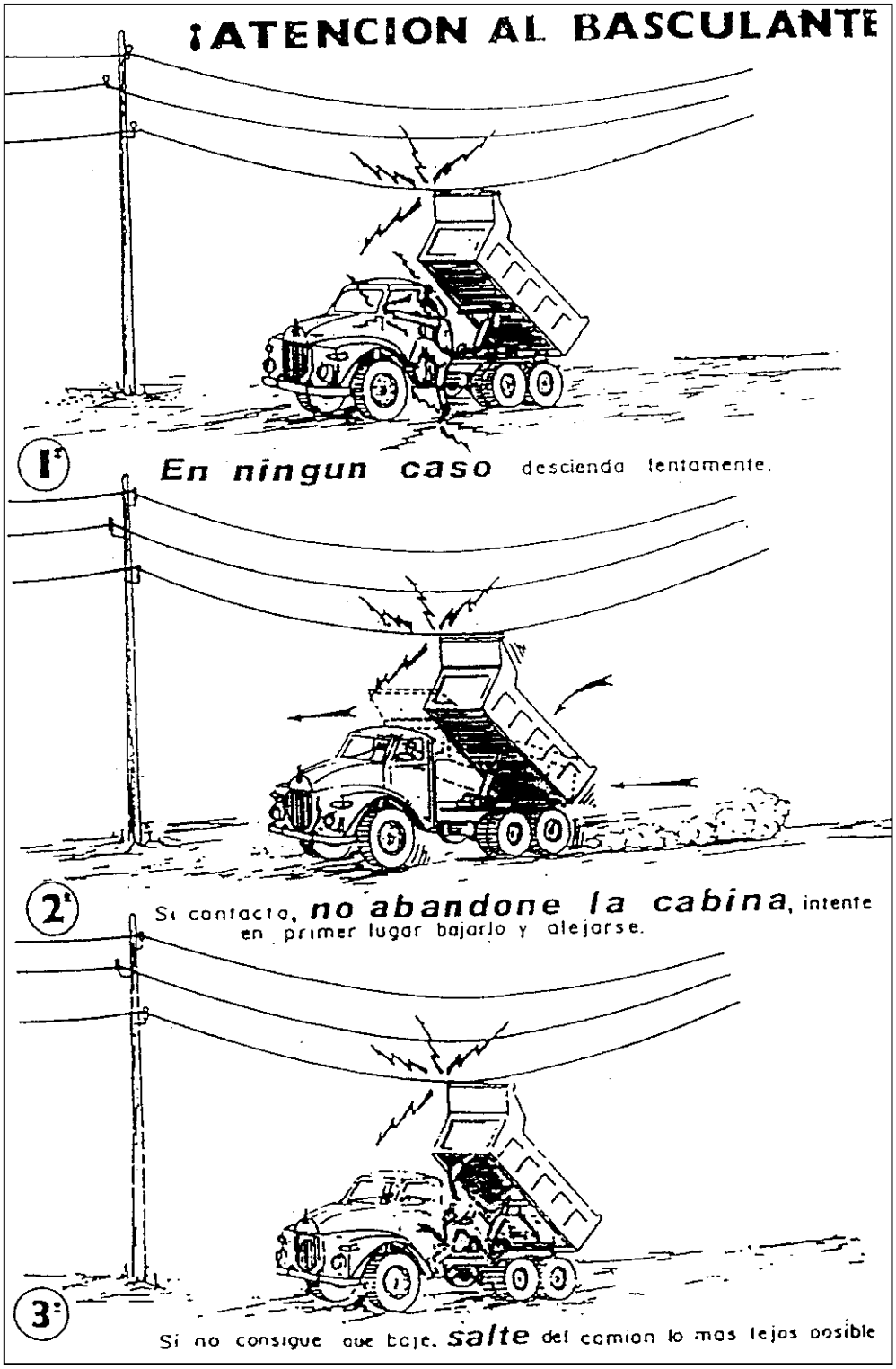
ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 33 de 577

3.9. PROTECCIÓN FRENTE A EXCAVACIONES Y MOVIMIENTOS DE TIERRAS

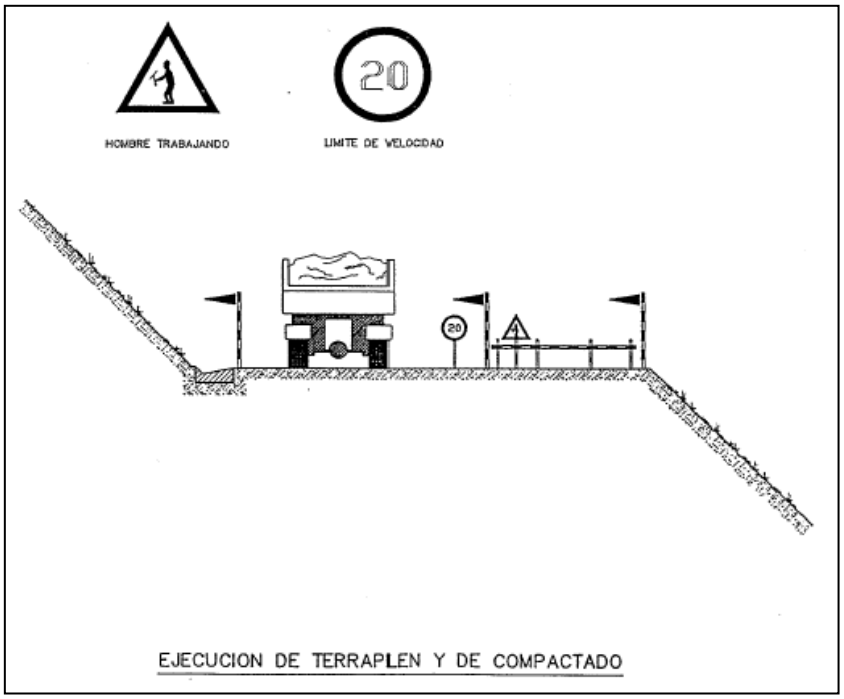




ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 534 de 577

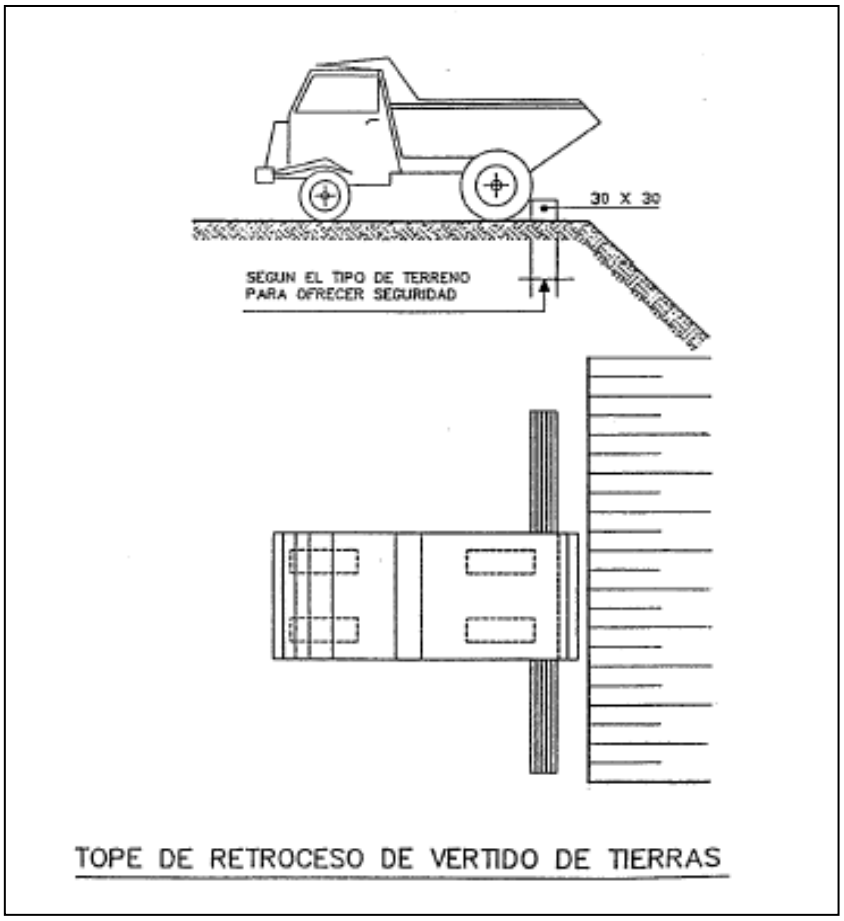


ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 35 de 577



EJECUCION DE TERRAPLEN Y DE COMPACTADO

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 536 de 577

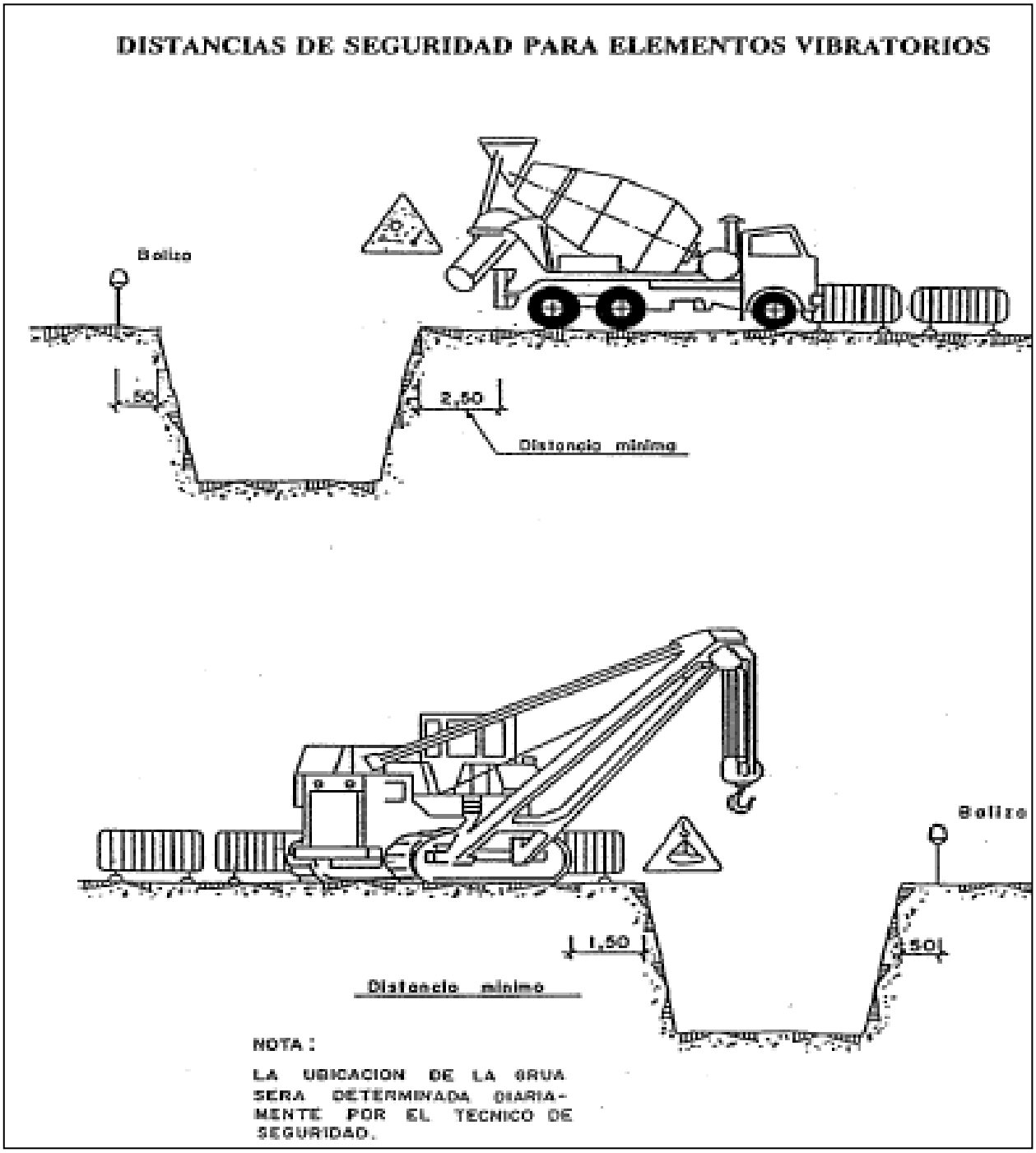


TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

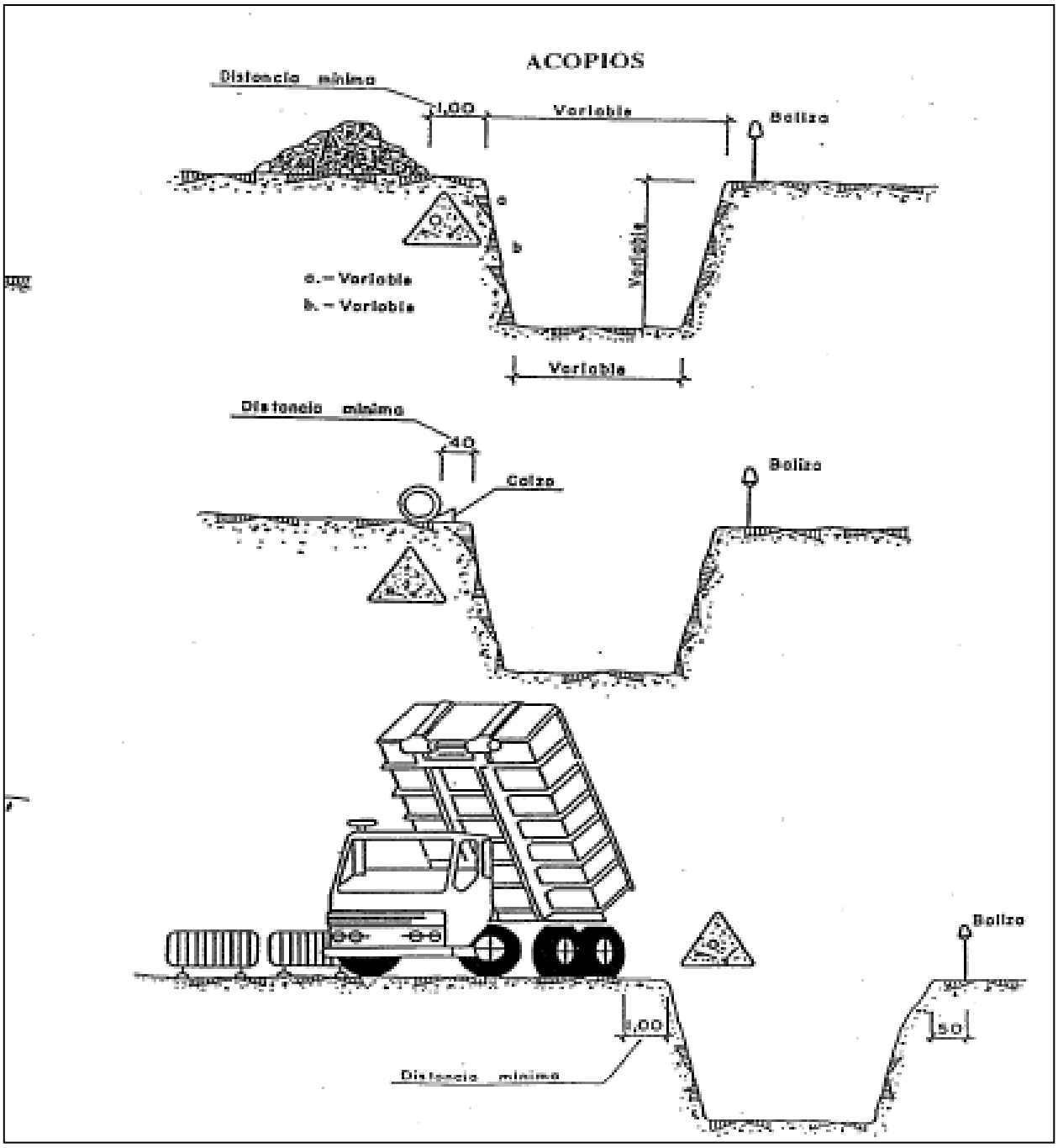
ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 37 de 577

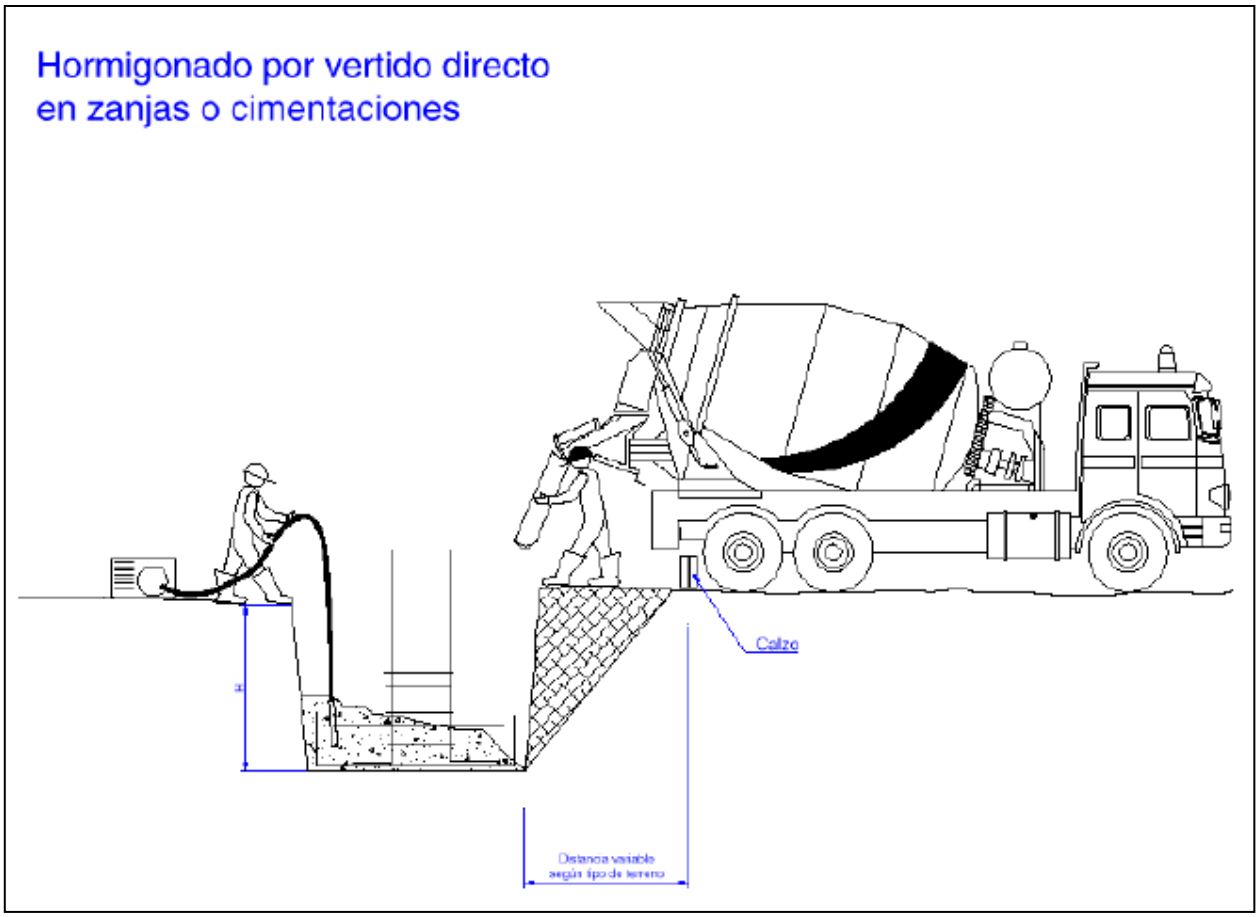
3.10. EJECUCIÓN DE ZANJAS Y CIMENTACIONES



ingenieros Va
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 538 de 577



ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 539 de 577



ingenierosVa
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Página 540 de 577

Apéndice 1 – Presupuesto

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 41 de 577

CAPITULO 1. PROTECCIÓN COLECTIVA.

Ud.	Descripción	Medición	Precio Unitario	Presupuesto
Ud	Tapa provisional para arquetas de 38x38 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablones de madera de 20x5 cms. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).	4	8,04	32,16
Ud	Tapa provisional para arquetas de 63x63 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablones de madera de 20x5 cms. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).	4	14,78	59,12
Ud	Tapa provisional para arquetas de 80x80 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablones de madera de 20x5 cms. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).	4	19,47	77,88
Ud	Tapa provisional para pozos, pilotes o asimilables de 50x50 cms., formada mediante tablones de madera de 20x5 cms. armados mediante encolado y clavazón, zocalo de 20 cms. de altura, incluso fabricación y colocación, (amortizable en dos usos).	4	22,06	88,24
Ud	Tapa provisional para pozos, pilotes o asimilables de 100x100 cms., formada mediante tablones de madera de 20x5 cms. armados mediante encolado y clavazón, zócalo de 20 cms. de altura, incluso fabricación y colocación, (amortizable en dos usos).	4	41,33	165,32
m.	Barandilla protección lateral de zanjas, formada por tres tabloncillos de madera de pino de 20x5 cm. y estaquillas de madera de D=8 cm. hincadas en el terreno cada 1,00 m. (amortizable en 3 usos), incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	320	6,19	1980,8
m.	Barandilla de protección de perímetros de andamios tubulares, compuesta por pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 20 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de madera de pino de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	15	4,54	68,1
m.	Barandilla de protección de escaleras, compuesta por guardacuerpos metálico cada 1,5 m. (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos formado por tablón de madera de pino de 20x5 cm., rodapié y travesaño intermedio de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97.	5	6,88	34,4
Ud	Cesto protector de lámpara portátil de mano, con mango aislante, (amortizable en 3 usos). s/ R.D. 486/97.	5	4,7	23,5
Ud	Toma de tierra para una resistencia de tierra R</=80 Ohmios y una resistividad R=150 Oh.m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm., tapa de hormigón armado, tubo de PVC de D=75 mm., electrodo de acero cobrizado 14,3 mm. y 200 cm., de profundidad hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm2., con abrazadera a la pica, totalmente instalado. MI BT 039. s/ R.D. 486/97.	3	108,2	324,6

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 542 de 577

Ud	Cuadro general de mandos y protección de obra para una potencia máxima de 130 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 100x80 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x250 A., relé diferencial reg. 0-1 A., 0-1 s., transformador toroidal sensibilidad 0,3 A., un interruptor automático magnetotérmico de 4x160 A., y 8 interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x25 A., incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior de 80 Ohmios, totalmente instalado, (amortizable en 4 obras). s/ R.D. 486/97.	1	667,85	667,85
Ud	Cuadro secundario de obra para una potencia máxima de 20 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 90x60 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x40 A., un interruptor automático diferencial de 4x40 A. 300 mA., dos interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x30 A., dos de 2x25 A. y dos de 2x16 A., dos bases de enchufe IP 447 de 400 V. 32 A. 3p+T., dos de 230 V. 32 A. 2p+T., y dos de 230 V. 16 A. 2p+T., incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior de 80 Ohmios, totalmente instalado, (amortizable en 4 obras). s/ R.D. 486/97.	1	196,49	196,49
Ud	Cuadro secundario de obra para una potencia máxima de 40 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 90x60 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico+diferencial de 4x125 A., dos interruptores automático magnetotérmico de 4x63 A., dos de 4x30 A., dos de 2x25 A. y dos de 2x16 A., dos bases de enchufe IP 447 de 400 V. 63 A. 3p+T., dos de 400 V. 32 A. 3p+T., dos de 230 V. 32 A. 2p+T. y dos de 230 V. 16 A. 2p+T. incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior de 80 Ohmios, totalmente instalado, (amortizable en 4 obras). s/ R.D. 486/97.	1	272,95	272,95
Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	3	48,63	145,89
Ud	Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 43A/233B, de 9 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	3	60,27	180,81
Ud	Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, con 5 kg. de agente extintor, modelo NC-5-P, con soporte y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97.	3	116,04	348,12
m2	Pasarela de protección de zanjas, pozos o hueco, en superficies horizontales con chapa de acero de 12 mm. , incluso colocación y desmontaje (amortiz. en 10 usos). s/ R.D. 486/97.	25	4,7	117,5
			TOTAL	**4783,73**

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 543 de 577

CAPITULO 2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Ud.	Descripción	Medición	Precio Unitario	Presupuesto
Ud	Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	35	2,06	72,1
Ud	Chaleco de obras reflectante. Amortizable en 5 usos. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	35	3,55	124,25
Ud	Pantalla manual de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	4	1,64	6,56
Ud	Pantalla para protección contra partículas, con sujeción en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	4	1,05	4,2
Ud	Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	35	0,69	24,15
Ud	Cinturón porta-herramientas con marcado CE según normas de EPIs	15	58,1	871,5
Ud	Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	35	2,33	81,55
Ud	Filtro recambio de mascarilla para polvo y humos, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	35	1,85	64,75
Ud	Arnés de seguridad con amarre dorsal, torsal lateral, fabricado con cintura ligera con cierre rectangular y riñonera de polietileno de forma ergonómica con cincha de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable, incluso dispositivo anticaídas de cierre y apertura de doble seguridad, permitiendo seleccionar un deslizamiento manual o automático, bloqueo automático, equipado con cuerda de nylon D=16 mm. y 20 m. de longitud, mosquetón de amarre de 24 mm., y eslinga de sujeción doble, homologado CE. Amortizable en 5 obras; s/ R.D. 773/97.	25	72,14	1803,5
Ud	Dispositivo deslizador Anti-caída para línea de vida vertical.	15	15,29	229,35
Ud	Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	35	13,36	467,6
Ud	Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	3	4,43	13,29
Ud	Par manguitos Protección de los antebrazos, contra partículas u objetos proteyectados, con marcado CE s/R.D. 773/97	3	4,83	14,49
Ud	Par de polainas de protección del empeine del pie, tobillo y antepierna, contra la proyección violenta de partículas u objetos, con marcado CE s/R.D. 773/97	15	5,14	77,1
Ud	Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	40	1,03	41,2
Ud	Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	3	1,98	5,94
Ud	Par de guantes de goma o de material plástico sintético, impermeables. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	20	1,95	39
Ud	Par de guantes aislantes de la electricidad clase I para utilización directa sobre instalaciones hasta 1000v con marcado CE s/R.D. 773/97	15	12,84	192,6
Ud	Protector auditivo con marcado CE s/R.D. 773/97	35	9,42	329,7
Ud	Par de botas de seguridad. Certificado CE, s/ R:D: 773/97	35	42,5	1487,5
Ud	Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	35	6,17	215,95
Ud	Par de botas aislantes para electricista hasta 5.000 V. de tensión, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	8	8,89	71,12
Ud	Faja Protección Lumbar para protección de cintura y de vértebras lumbares. Con marcado CE s/R.D. 773/97	10	5,93	59,3

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 544 de 577

Ud	Mono de trabajo, confección en una sola pieza, con cierre de doble cremallera frontal, un tramo corto en la zona de la pelvis hasta cintura. Estará dotado de banda elástica lumbar de ajuste en la parte dorsal.	15	9,18	137,7
Ud	Conjunto de ropa impermeable, fabricado en material plástico sintético, termosoldado; formado por chaqueta y pantalón.	40	10,4	416
			TOTAL	**6850,4**

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 545 de 577

CAPITULO 3. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD.

Ud.	Descripción	Medición	Precio Unitario	Presupuesto
M.	Cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y desmontaje.R.D. 485/97.	1000	0,5	500
M.	Malla de balizamiento naranja para señalización de obras, zanjas e instalaciones viales. Fabricada en polipropileno estabilizado anti UV, de 1,20 m de altura.	400	1	400
Ud	Señal de stop, tipo octogonal de D=60 cm., normalizada, con soporte de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-10/B/40, colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	2	22,08	44,16
Ud	Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-10/B/40, colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	2	22,08	44,16
Ud	Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con trípode tubular, amortizable en cinco usos, i/colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97.	2	19,21	38,42
Ud	Señal de equipo de primeros auxilios, fabricada en material plástico adhesivo, con fondo de contraste de color verde y marco y simbología en color blanco, según el R.D. 485/97.	3	8,35	25,05
			TOTAL	**1051,79**

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 546 de 577

CAPITULO 4. INSTALACIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR

Ud.	Descripción	Medición	Precio Unitario	Presupuesto
Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra, con estructura metálica y cerramiento chapa galvanizada con aislamiento interior, revestimiento de PVC en suelos y tablero melaminado en paredes, ventanas de aluminio anodizado y persianas correderas de protección, i/ fontanería, termo de A.C.S. e instalación eléctrica para corriente monofásica a 230V.	12	245,01	2940,12
Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra, con estructura metálica y cerramiento chapa galvanizada con aislamiento interior, revestimiento de PVC en suelos y tablero melaminado en paredes, ventanas de aluminio anodizado y persianas correderas de protección, i/ fontanería, termo de A.C.S. e instalación eléctrica para corriente monofásica a 230V.	12	245,01	2940,12
Ud	Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseo de obra, con dos inodoros, dos duchas, dos lavabos y termo eléctrico. Con estructura metálica y cerramiento chapa galvanizada con aislamiento interior, revestimiento de PVC en suelos y tablero melaminado en paredes, ventanas de aluminio anodizado y persianas correderas de protección, i/ fontanería, termo de A.C.S. e instalación eléctrica para corriente monofásica a 230V.	12	342,07	4104,84
Ud	Percha para aseos o duchas en aseos de obra, colocada.	10	4,89	48,9
Ud	Portarollos industrial con cerradura de seguridad, colocado, (amortizable en 3 usos).	5	8,22	41,1
Ud	Espejo para vestuarios y aseos, colocado.	5	14,81	74,05
Ud	Dosificador de jabón de uso industrial de 1 l. de capacidad, con dosificador de jabón colocada (amortizable en 3 usos).	10	10,91	109,1
Ud	Horno microondas de 18 litros de capacidad, con plato giratorio incorporado (amortizable en 5 usos).	2	26,76	53,52
Ud	Taquilla metálica individual para vestuario de 1,80 m. de altura en acero laminado en frío, con tratamiento antifosfatante y antocorrosivo, con pintura secada al horno, cerradura, balda y tubo percha, lamas de ventilación en puerta, colocada, (amortizable en 3 usos).	20	33,85	677
Ud	Mesa de melamina para comedor de obra con capacidad para 10 personas, (amortizable en 4 usos).	3	52,52	157,56
Ud	Banco de madera con capacidad para 5 personas, (amortizable en 2 usos).	6	32,97	197,82
Ud	Cubo para recogida de basuras. (amortizable en 2 usos).	2	28,2	56,4
Ud	Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2º y de ayudante.	100	21,67	2167
			TOTAL	**13567,53**

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 547 de 577

CAPITULO 5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Ud.	Descripción	Medición	Precio Unitario	Presupuesto
Ud	Botiquín de urgencia instalado en vestuario con dotacion según normativa vigente.	1	284,04	284,04
Ud	Reposición material sanitario durante el transcurso de la obra.	2	45,265	90,53
			TOTAL	**374,57**

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 548 de 577

CAPITULO 6. FORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD

Ud.	Descripción	Medición	Precio Unitario	Presupuesto
H	Horas de charla de Seguridad e Higiene en el Trabajo, impartidas a la plantilla.	80	12,969	1037,52
H	Horas de Técnico de Seguridad de grado medio en estudios y control de medidas de prevención	45	17,127	770,715
			TOTAL	**1808,235**

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 549 de 577

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPITULO 1	PROTECCIÓN COLECTIVA	**4.783,73 €**
CAPITULO 2	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	**6.850,40 €**
CAPITULO 3	SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD	**1.051,79 €**
CAPITULO 4	INSTALACIONES DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR	**13.567,53 €**
CAPITULO 5	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	**374,57 €**
CAPITULO 6	FORMACION SOBRE SEGURIDAD	**1.808,24 €**
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**28.436,26 €**
	PRESUPUESTO TOTAL	**28.436,26 €**

(IVA NO INCLUIDO)

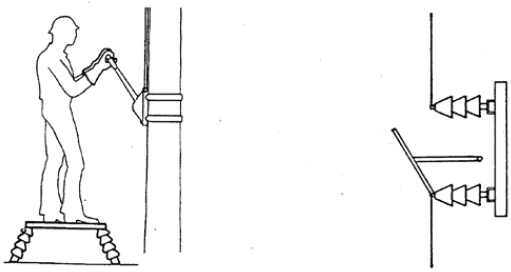
ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 550 de 577

Apéndice 2 – Reglas de oro para trabajar con seguridad en instalaciones eléctricas

1. ABRIR CON CORTE VISIBLE TODAS LAS FUENTES DE TENSIÓN MEDIANTE INTERRUPTORES Y SECCIONADORES QUE ASEGUREN LA IMPOSIBILIDAD DE SU CIERRE INTEMPESTIVO.

Se denomina corte visible a la apertura de un circuito eléctrico con comprobación visual. Pero desde el punto de vista de la seguridad, el corte no es válido para un descargo si no dispone de la llamada distancia de seccionamiento. Ésta corresponde a la distancia mínima que deben guardar dos fases para la tensión de trabajo de ese equipo.



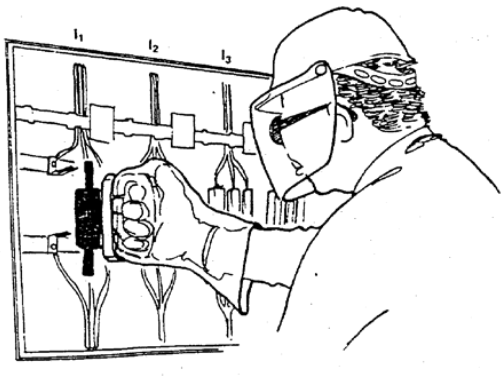
En la actualidad existe aparellaje de AT que, sin ser corte visible, asegura una adecuada distancia de seccionamiento, y puede bloquearse en posición de abierto de forma que tiene lo que se denomina corte efectivo. Además suele disponer de sistemas fiables que permiten la comprobación de su apertura.

Se puede tener un corte visible y/o efectivo con:

- **Seccionadores**: Permiten el corte visible. Se maniobran habitualmente con tensión pero no deben manipularse en carga.
- **Interruptores:** Los hay de corte visible y sólo algunos tienen corte efectivo. Son los denominados interruptores-seccionadores. Están concebidos para ser accionados con tensión y en carga.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 551 de 577

- **Fusibles:** Se consigue un corte correcto cuando se encuentran extraídos todos los fusibles que afectan a una instalación. En AT se manipulan sin tensión y en BT se pueden manipular con tensión y con carga en aquellos cuadros que se encuentren diseñados para ello.



Esta regla se refiere a abrir fuentes de tensión. Se denomina fuente de tensión a cualquier elemento de una instalación por el que, en condiciones normales de funcionamiento, puede llegar tensión a un punto.

Cualquier elemento de una instalación por el que puede llegar una tensión de forma imprevisible se considera una posible fuente de tensión.

Son posibles fuentes de tensión:

- Retornos por dobles alimentaciones.
- Retornos por generaciones propias, como los grupos de emergencia.
- Tensiones por fenómenos de inducción motivados, por ejemplo, cruzamientos o paralelismos de líneas aéreas.
- Tensiones por fenómenos atmosféricos, sobre todo en líneas aéreas.
- Tensiones por efectos capacitivos motivadas, por ejemplo, por baterías de condensadores o por cables multipolares de gran longitud de aislamiento seco.
- Cierre intempestivo de aparatos de maniobra por una avería o por una maniobra incorrecta de éstos.

2. ENCLAVAMIENTO O BLOQUEO, SI ES POSIBLE, DE LOS APARATOS DE CORTE Y/O SEÑALIZACIÓN EN EL DISPOSITIVO DE MANDO.

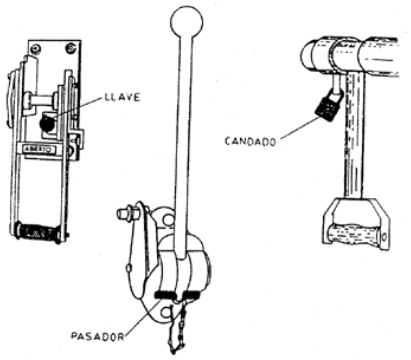
Conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de un aparato, con objeto de mantener las condiciones de seguridad mientras duren los trabajos.

Siempre que sea posible establecer un Bloqueo de un aparato de corte debe realizarse. En cualquier caso debe señalizarse la prohibición de maniobrar con las señales apropiadas. Pero no debe sustituirse jamás un enclavamiento por una señalización.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 552 de 577

Estos Bloqueos pueden conseguirse de las maneras siguientes:

- **Mecánico:** Inmovilización del mando de los aparatos mediante candados, pasadores, bulones, etc., o retirando algún elemento del propio mando.



- **Eléctrico:** Impedir el funcionamiento de los aparatos que funcionan eléctricamente desconectando los circuitos de accionamiento.
- **Neumático:** Imposibilitar el funcionamiento de los aparatos de maniobra de accionamiento por aire comprimido, cerrando el paso del aire, vaciando los calderines, etc.
- **Físico**: Colocar entre las partes activas que realizan la conexión, obstáculos físicos aislantes que imposibiliten dicha conexión.

Cuando un aparato de maniobra puede actuarse de varias formas, deben bloquearse todas ellas, a no ser que con una sola bloqueada se impida el accionamiento de las demás.

En aquellos casos en los que un aparato de mando puede maniobrarse en local o a distancia, deben bloquearse y señalizarse tanto el mando local como el remoto.

Generalmente las Subestaciones están dotadas de elementos de enclavamiento o bloqueo que impiden la apertura de puertas de acceso a los equipos si previamente no se ha realizado el corte de tensión en ellos, y asimismo no es posible reponer tensión si previamente no se ha realizado una secuencia de cierre de puertas y de seccionadores.

En el caso de seccionadores de línea, el sistema de bloqueo más comúnmente utilizado es el mecánico a base de pasadores y candados.

Cuando por algún motivo no sea posible el bloqueo de un aparato de corte se señalizará mediante un cartel normalizado el mando de accionamiento de éste. Cuando el aparato de corte, además del mando de accionamiento local, tenga mando de accionamiento a distancia, la señalización se colocará en ambos mando de accionamiento.

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 53 de 577

La señalización es la protección mínima cuando no se pueden bloquear los aparatos de corte.

3. ESTABLECIMIENTO DE ZONAS NEUTRAS.

En todos los trabajos que se realicen en Catenaria se habilitarán las correspondientes Zonas Neutras, entendiendo como tales cada uno de los tramos de la Línea de Contacto entre dos seccionadores abiertos, de longitud variable, situado a ambos lados del lugar donde se trabaja.

En donde físicamente no se disponga de espacio para establecer Zona Neutra, y se deba trabajar por motivos de avería con circulaciones eléctricas, se protegerá al personal por uno de los siguientes procedimientos, de acuerdo con las características de la instalación:

- Embridando o enclavando la posición de los cambios, de forma que se impida la entrada de vehículos al bloque de vías en el que se efectúen los trabajos.
- Cubriendo la vía o vías de acceso al lugar de los trabajos con señales de parada a mano, que presentará el personal destacado en el punto apropiado, para garantizar que el Maquinista no rebase el aislador de sección o seccionamiento aéreo, que constituye la separación eléctrica del tramo a proteger.
- Obstáculos físicos al paso de vehículos.

Además de ello se colocarán tomas de tierra en las vías de acceso al lugar de los trabajos, creando una "zona protegida" que comprenda la "zona de trabajos" delimitada a su vez por su toma de tierra.

Cuando la zona de trabajo sea en fin de línea, por existir subestación eléctrica sólo en uno de sus extremos, la zona neutra sólo será necesaria en el lado de la fuente de alimentación.

4. RECONOCIMIENTO DE LA AUSENCIA DE TENSIÓN.

Consiste en realizar una comprobación con los aparatos adecuados que las operaciones de apertura se han realizado con éxito. En AT, esta comprobación se realiza con los denominados Verificadores de Ausencia de Tensión (VAT).

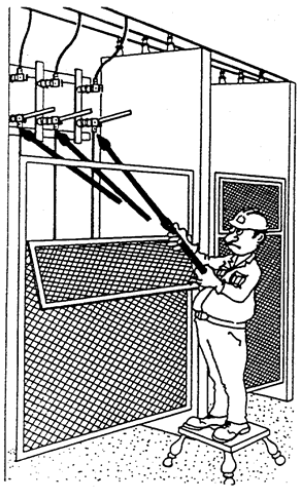


Al realizar las verificaciones de ausencia de tensión en AT, lo que se comprueba en realidad es que no está presente la tensión nominal en la instalación ni ninguna otra superior.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 54 de 577

No obstante, sí puede existir una tensión que, aunque inferior a la nominal, puede causar daño a las personas. En BT debido a que la comprobación suele realizarse con un voltímetro no existe ese problema. Esto se debe a que los VAT tienen un margen de funcionamiento por debajo del cual no tienen resolución.

Por norma, un verificador de ausencia de tensión debe empezar a mostrar presencia de tensión al 70% del valor nominal inferior de medida. Por ejemplo: un VAT cuyo margen de funcionamiento es de 5000 V hasta 15000 V, comienza a indicar presencia de tensión a los 3500 V (70% de 5000 V). Por tanto, si en la instalación hubiese una tensión de 3000 V, el VAT no la detectaría.



Dado que la verificación de ausencia de tensión se considera un trabajo en tensión, deberán adoptarse las medidas de prevención siguientes:

- La verificación de ausencia de tensión en AT debe efectuarse utilizando pértiga aislante así como los equipos de protección apropiados: guantes aislantes, alfombrilla o banqueta aislante, gafas inactínicas, pantalla de protección facial y casco normalizado.
- Se respetará en todo momento la distancia de seguridad a puntos en posible tensión.



ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 55 de 577

Como procedimiento de trabajo se puede indicar el siguiente:

- Comprobar que el rango de medida del VAT se ajusta a la tensión de la instalación a verificar.
- Colocar, si procede, el VAT en la pértiga, el cual habrá sido conectado previamente al carril y/o tierra en caso de Subestaciones. Los hilos fusibles en el extremo superior de la pértiga sólo podrán utilizarse en Línea Aérea; en Subestaciones está prohibido su uso.
- Verificar el correcto funcionamiento del VAT.
- Colocar (y colocarse) los elementos de protección indicados.
- Verificar ausencia de tensión en todas y cada una de las fases, respetando las distancias de seguridad.
- Volver a verificar el correcto funcionamiento del VAT una vez comprobada la ausencia de tensión.

5. PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO DE TODAS LAS POSIBLES FUENTES DE TENSIÓN.

Consiste fundamentalmente en unir DIRECTAMENTE a tierra una instalación sin tensión para asegurar la imposibilidad de que aparezca tensión en la Zona de Trabajo mientras éste se esté ejecutando. Con el cortocircuito se asegura la imposibilidad de existencia una diferencia de potencial entre fases.

Esta regla se lleva a la práctica colocando equipos de Puesta a Tierra (PAT en adelante) en todas y cada una de las posibles fuentes de tensión existentes en la Zona de Trabajo. De hecho, la delimitación eléctrica de la Zona de Trabajo viene dada por los equipos de PAT. Cuando se colocan equipos de PAT cubriendo solamente las fuentes de tensión, se dice que se delimita la Zona Protegida.

La protección que ofrecen los equipos de PAT es total cuando:

- Los equipos están dimensionados correctamente para soportar las corrientes de defecto que pudieran originarse en la instalación.
- La colocación de los equipos es la correcta, tanto por el punto elegido para el contacto con la instalación, como por el apriete dado a las pinzas de contacto, como por el punto de contacto con tierra.
- El mantenimiento de los equipos garantiza su perfecto estado.

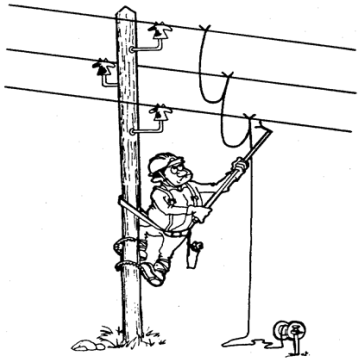
Del mismo modo que en el caso de verificación de ausencia de tensión, la colocación de los equipos de PAT debe realizarse con pértigas aislantes y utilizando los equipos de protección individual adecuados. La secuencia de colocación correcta del sistema de PAT comienza por la previa verificación de ausencia de tensión en el punto de conexión de los equipos, realizada de la forma que se ha indicado anteriormente. A continuación:

- Conectar la toma de tierra al punto de toma de tierra de la instalación: la estructura metálica si existe total garantía de que dicha estructura está conectada a tierra de un modo eficaz, los puntos de conexión de puesta a tierra fijos de la instalación, o a una pica clavada en un lugar

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 556 de 577

apropiado.

- En el caso de que el cortocircuito lo realice el propio equipo de PAT: desenrollar totalmente el cable de tierra. Este es un detalle que puede resultar decisivo si hubiese un cierre intempestivo de algún aparato de corte. El efecto bobina que se produce por un cable enrollado puede retrasar la actuación de los sistemas de protección.
- Colocar las pinzas de conexión a las fases, una a una y comenzando por el conductor más desfavorable al operario.



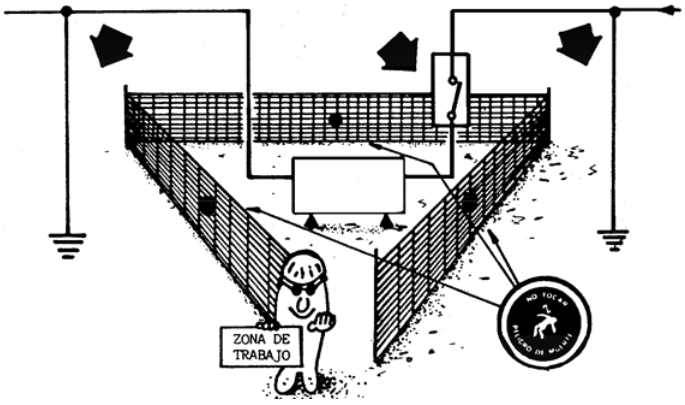
Durante el proceso de conexión del equipo de puesta a tierra a la instalación, el operario procurará no tener contacto con los cables del equipo de PAT. La desconexión requiere utilizar los mismos equipos de protección que la conexión y el proceso es el mismo pero en orden inverso.

6. COLOCAR SEÑALES DE SEGURIDAD DELIMITANDO LA ZONA DE TRABAJO.

Señalización significa indicar mediante dibujos, frases, señales etc., un mensaje que debe cumplirse para prevenir el riesgo de accidentes.

Delimitación (de la Zona de Trabajo) supone marcar los límites físicos de dicha zona con el fin de prevenir peligros para los que trabajan en su interior y para terceras personas que puedan encontrarse en las proximidades de la misma. En algunos trabajos, la delimitación de la Zona de Trabajo deberá ser volumétrica, es decir no sólo en el plano horizontal sino también en el vertical.

Los elementos de delimitación serán vallas, cintas, cadenas, etc.



ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 557 de 577

No se efectuarán trabajos en ningún elemento de la Línea Aérea de Contacto e instalaciones complementarias con tiempo de tormentas.

Previo al inicio de los trabajos (con o sin corte de corriente), el Responsable de los Trabajos de la empresa Contratista entregará al Encargado de los Trabajos el Parte de inicio con las operaciones a realizar y punto de localización de éstas, así como los agentes que las van a realizar con la firma del enterado por parte de los trabajadores.

Una vez efectuada la solicitud y concesión del corte de corriente, según las operaciones a realizar figuradas en el Parte de inicio, el Encargado de los Trabajos cumplimentará el Parte de Corte de Corriente y se lo entregará al Responsable de los Trabajos de la empresa Contratista para su firma y conformidad.

Verificado por ambos Encargados la ausencia de tensión en los circuitos que afluyen a la zona de trabajo.

Posteriormente se procederá al montaje de las puestas a tierra en la instalación a ambos lados del punto de trabajo y lo más próximos a él, así como la señalización de la zona de trabajo.

El Responsable de los Trabajos de la empresa Contratista que reciba del Encargado de los Trabajos, el corte de corriente será el mismo que le comunique la orden de reposición y será obligatoriamente quién ejerza el mando e imparta las órdenes de trabajo durante el corte al personal de la Contrata, no pudiendo delegarse ninguna de estas funciones.

Cualquier trabajo en un poste en el que esté emplazado un seccionador se considerará en tensión, aun viéndolo abierto, por lo que se procederá a verificar la ausencia de tensión en las alimentaciones de éste y puestas a tierra a ambos lados del mismo.

Finalizados los trabajos diarios efectuados con o sin corte, se procederá a dejar expedita la vía de vehículos, protecciones y obstáculos, y una vez que el Responsable de los Trabajos de la empresa Contratista haya reunido a todo su personal procederá a comunicar al Encargado de los Trabajos la posibilidad de Reposición de Corriente y circulación, entregándole al Encargado de los Trabajos debidamente cumplimentado y firmado el Parte de Reposición.

Prohibido ejecutar ninguna operación no programada previamente en el Parte de Inicio salvo autorización escrita del Encargado de los Trabajos.

En el Parte de Corte y Reposición de Corriente dentro del apartado de observaciones se figurarán en caso de existir, aquellas partes de la instalación (próximas al tajo de trabajo) no cortadas y por tanto en servicio normal de explotación.

Madrid, junio de 2023





ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 558 de 577

7. Estudio de Gestión de Residuos

Subestación Hazapierna

Junio 2023

capital energy

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 559 de 577

Índice

7. Estudio de Gestión de residuos 3

1. Antecedentes 3
2. Objeto 5
3. Situación y descripción general del proyecto 5
4. Descripción general de los trabajos 7
5. Estimación de residuos a generar 8
6. Medidas de prevención de generación de residuos 9
   6.1. Trabajos de construcción 9
7. Medidas de separación, manejo, y almacenamiento de residuos 11
   7.1. Segregación 11
   7.2. Almacenamiento 11
8. Destinos finales de los residuos generados 11
   8.1. Residuos no peligrosos 11
   8.2. Residuos peligrosos 13
9. Valoración del coste previsto de gestión 14

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 60 de 577

Estudio de Gestión de residuos

1. Antecedentes

La mercantil Green Capital Power S.L.U., se dedica a la promoción y el desarrollo de proyectos e instalaciones para el aprovechamiento energético de recursos renovables en todo el territorio nacional.

Dentro de esta actividad, desde el año 2.002 la mercantil está estudiando posibles emplazamientos para la instalación de parques eólicos y fotovoltaicos en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. En esta campaña de búsqueda de emplazamientos y de forma paralela, Green Capital Power S.L.U., está realizando mediciones en los emplazamientos que se consideraron con mayor potencial eólico y fotovoltaico, y menor impacto ambiental, amén de otros criterios de tipo técnico-económicos y ambientales.

Al mismo tiempo Green Capital Power S.L.U., y referido a los emplazamientos seleccionados previamente, fue realizando consultas a los distintos organismos tales como, Delegaciones de Medio Ambiente y de Industria, así como a la Compañía Eléctrica de la zona y/o al Gestor de la Red de Transporte u Operador del Sistema, sobre la viabilidad real de cada uno de estos emplazamientos.

Asimismo, se toma contacto con los ayuntamientos afectados y se gestiona la cesión de terrenos para aprovechamiento eólico con la propiedad de estos. De esta manera, se inicia la tramitación administrativa de los proyectos de aquellos emplazamientos con mayor viabilidad y garantía de poder ser ejecutados.

Este proyecto desarrollado por Green Capital Power S.L.U., quiere llevarse a cabo en la Comunidad Autónoma de Castilla y León con el objeto de mejorar el aprovechamiento de los recursos renovables de esta región, utilizando las más recientes tecnologías desarrolladas en este tipo de instalaciones, desde el criterio de máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

Con estos antecedentes y en aplicación de esta forma de trabajo, Green Capital Power S.L.U., está interesada en construir las siguientes instalaciones de generación renovable:

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 61 de 577

- **Parque Eólico "Hazapierna"**, de 49,5 MW de potencia, ubicado en los términos municipales de Viana de Duero, Coscurita, Escobosa de Almazán y Nepas, provincia de Soria, y formado por 11 aerogeneradores de 4,95 MW de potencia nominal unitaria.
- **Parque Eólico "Praderas Altas"**, de 49,5 MW de potencia, ubicado en los términos municipales de Viana de Duero, Nepas y Escobosa de Almazán, provincia de Soria, y formado por 11 aerogeneradores de 4,95 MW de potencia nominal unitaria.
- **Parque Eólico "Turkana"**, de 44 MW de potencia, ubicado en los términos municipales de Viana de Duero, Escobosa de Almazán, Borjabad y Nolay provincia de Soria, y formado por 10 aerogeneradores de 4,4 MW de potencia nominal unitaria.
- **Parque Eólico "Torrecilla"**, de 15,21 MW de potencia, ubicado en los términos municipales de Escobosa de Almazán, Soliedra y Momblona, provincia de Soria, y formado por 5 aerogeneradores de 3 MW de potencia nominal unitaria.
- **Planta Solar Fotovoltaica "Orquídea"**, de 11,08 MWp/8,76 MWn, ubicado en el término municipal de Coscurita, provincia de Soria.

Se pretende la explotación comercial de dichas instalaciones de generación renovable, como sistemas productores de energía eléctrica, consiguiendo el aprovechamiento de la energía eólica, ahorrando así otras fuentes energéticas y fomentándose a la vez la incorporación de tecnologías energéticas avanzadas.

La evacuación de estas instalaciones de generación renovable se realiza mediante la subestación eléctrica "SET Hazapierna", objeto de este proyecto, cuyo número de expediente de tramitación en la administración es el "10.114". De esta subestación parte una línea eléctrica de 132 kV, objeto de otro estudio, cuyo número de expediente de tramitación ante la administración es el "IE/AT/64-2019". La evacuación final de la energía asociada a las instalaciones de generación mencionadas anteriormente tiene lugar en la subestación Medinaceli 400 kV, propiedad de Red Eléctrica de España (REE).

De esta forma, a modo de contextualizar, como recapitulación de los antecedentes de este expediente, se tiene que con fecha de 8 de agosto de 2019 el promotor solicitó someter a trámite de Autorización Administrativa Previa y Declaración de Impacto Ambiental para la resolución de las autorizaciones administrativas correspondientes del Parque Eólico Hazapierna y la Subestación Hazapierna 30/132kV, con número de expediente "10.114".

En cumplimiento de lo establecido en el artículo 36.1 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, el proyecto y el estudio de impacto ambiental fueron sometidos por el Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Soria al correspondiente trámite de información pública. El anuncio se publicó en el Boletín Oficial de Castilla y León n.º 9, de 15 de enero de 2020 y en el Boletín Oficial de la Provincia de Soria n.º 8, de 22 de enero de 2020, así como en la Sección de Energía y Minas del portal de la sede electrónica de la Junta de Castilla y León.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 62 de 577

Con fecha de 10 de abril de 2023, se publica en el Boletín Oficial de Castilla y León la ORDEN MAV/427/2023, de 30 de marzo, por la que se dicta la declaración de impacto ambiental del proyecto del parque eólico «Hazapierna» de 49,5 MW y sus infraestructuras de evacuación, en los términos municipales de Coscurita, Nepas y Viana de Duero (Soria). En dicha resolución, en la que se incluye la propia subestación SET Hazapierna 30/132 kV, se establecen las condiciones ambientales, incluidas las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, en las que se debe desarrollar el proyecto para la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

Green Capital Power S.L.U. ha realizado modificaciones en el proyecto de la subestación "SET Hazapierna" respecto al anteproyecto presentado en fecha 8 de agosto de 2019 para la solicitud de Autorización Administrativa Previa y Declaración de Impacto Ambiental, así como en el proyecto de ejecución presentado en fecha 2 de febrero de 2022 para la solicitud de Autorización Administrativa de Construcción; para adaptarse así a las condiciones establecidas en la citada declaración de impacto ambiental, resuelta con fecha de **10 de abril de 2023**.

Las modificaciones del presente proyecto de ejecución respecto al anteproyecto, aparte de modificaciones menores en la subestación, son el replanteo y adaptación de la salida de la SET Hazapierna, siendo ahora la citada salida de la SET en subterráneo.

2. Objeto

El presente Estudio de Gestión de Residuos tiene como objeto establecer las directrices generales para la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en la obra a la que se refiere.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

3. Situación y descripción general del proyecto

Las características generales de la obra para la Subestación Hazapierna 132/30 kV son:

Localización:

Los terrenos donde se ubicará la infraestructura objeto del proyecto se localizan en el término municipal de Nepas, provincia de Soria.

Tipo de obra:

Subestación de nueva construcción compuesta por:

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 563 de 577

- La subestación Hazapierna 132/30 kV, será una instalación en intemperie que constará de las siguientes posiciones:
    - Cinco Posición Línea-Transformador 132/30 kV.
    - Posición Línea subterránea 132 kV.
    - Posición de Barras
- A su vez, contará con un sistema interior de celdas de blindadas aisladas en SF6 en un nivel de tensión de 30 Kv.

La configuración en el nivel de 30 kV de la subestación es simple barra, con los conjuntos de celdas siguientes:

PE Hazapierna:

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Una celda de transformador de servicios auxiliares
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Cuatro celdas de protección de línea (circuitos colectores procedentes del parque)
- Tres celdas de reserva para futuras ampliaciones

PE Praderas Altas

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Una celda de transformador de servicios auxiliares
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Cuatro celdas de protección de línea (circuitos colectores procedentes del parque eólico)
- Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones.

PE Turkana

- Una celda de protección de transformador de potencia

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 64 de 577

- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Cinco celdas de protección de línea (circuitos colectores procedentes del parque eólico) Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones.
- Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones.

PE Torrecilla

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Dos celdas de protección de línea (circuitos colectores procedentes del parque eólico)
- Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones.

PSFV Orquídea

- Una celda de protección de transformador de potencia
- Previsión de espacio para la posible instalación de la Celda de protección de la batería de condensadores
- Una celda de protección de línea (circuito colector procedente del parque solar fotovoltaico)
- Dos celdas de reserva para futuras ampliaciones.

Demolición:

No se realizarán tareas de demolición al tratarse de una infraestructura de nueva construcción.

Superficie de la obra:

La superficie ocupada aproximada es de 8.142 m².

Tiempo estimado:

El plazo estimado de ejecución es de 7 meses.

4. Descripción general de los trabajos

Las distintas fases de construcción se pueden resumir en:

- Movimientos de tierra y explanaciones.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 565 de 577

- Apertura de zanjas y cimentaciones.
- Construcción de cimentaciones.
- Instalación de las canalizaciones.
- Cierre de zanjas.
- Construcción del edificio de GIS y control.
- Construcción del parque intemperie de la Subestación.

5. Estimación de residuos a generar

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar en la obra de una subestación eléctrica de transformación:

- RCD Nivel I: Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04.

  Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

- RCD Nivel II

  RCD de naturaleza pétrea:

  17.01.01. Hormigón.

  17.01.02. Ladrillos.

  17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

  RCD de naturaleza no pétrea:

  17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.

  17.02.02 Vidrio.

  17.02.03 Plásticos.

  17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.

  17.04.01. Cobre, bronce y latón.

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 66 de 577

17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

17.03.02. Mezclas bituminosas sin alquitrán o hulla.

16 02 14 Equipos desechados distintos a los de las categorías 16 02 09 a 16 02 13

- Otros residuos:

Residuos peligrosos:

15.02.02* Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.

15.01.01* Aerosoles

15.01.10* Envases vacíos de metal o plástico contaminados.

20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.

20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.

20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

6. Medidas de prevención de generación de residuos

6.1. Trabajos de construcción

Las medidas de prevención de residuos en obra están basadas en fomentar su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

Las medidas de prevención aplicables a las actividades de construcción son:

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimientos de tierras, con el objeto de minimizar la cantidad de tierras sobrantes y posibilitar la reutilización de estas, ya sea en la propia obra o en emplazamientos próximos.
- Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de las tierras y del movimiento de la maquinaria, para evitar compactaciones excesivas del terreno.
- Se programará correctamente la llegada de camiones de hormigón para evitar el principio del fraguado y, por tanto, la necesidad de su devolución a planta, que afectaría a la generación de residuos y de emisiones derivadas del transporte.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 67 de 577

- Se aprovecharán los restos de hormigón fresco, siempre que sea posible (en mejora de accesos, zonas de tráfico, etc.)
- Se favorecerá el empleo de materiales prefabricados, que, por lo general, minimizan la generación de residuos.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra.
- Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.
- Se agotará la vida útil de los medios auxiliares, propiciando su reutilización en el mayor número de obras, para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.
- Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados, para garantizar que se mantienen en las debidas condiciones.
- Los materiales se almacenarán correctamente para protegerlos de las intemperies y evitar su deterioro y transformación en residuo. Así mismo, con un correcto almacenamiento se evitará que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, roturas de envases, etc.
- Disponer de una central de corte para evitar la dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.
- Los responsables del acopio de los materiales en la obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.
- Los residuos catalogados como peligrosos deberán almacenarse en un sitio especial que evite que se mezclen entre sí o con otros residuos no peligrosos.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 568 de 577

7. Medidas de separación, manejo, y almacenamiento de residuos

7.1. Segregación

En base al artículo 5.5 del R.D. 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separase en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

RESIDUO	PESO
Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	0,50 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

7.2. Almacenamiento

Para proceder a la separación de estos residuos se almacenarán en diferentes contenedores, que serán retirados periódicamente por el gestor autorizado.

Además, se separarán todos los residuos peligrosos, que serán así mismo retirados por un gestor autorizado.

8. Destinos finales de los residuos generados

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que pueden generarse en una obra dentro de una subestación eléctrica, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos.

8.1. Residuos no peligrosos

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las	Sin tratamiento	Restauración /

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 569 de 577

	especificadas en el código 17 05 03	específico	vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción / demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado / Valorización	Planta de reciclaje/Planta de valorización energética
17 02 02	Vidrio	Reciclado / Valorización	Planta de reciclaje/Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado / Valorización	Planta de reciclaje RCD / vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas	Reciclado	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág. 570 de 577

16 02 14	Equipos desechados distintos a los de las categorías 16 02 09 a 16 02 13	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/Vertedero
15 01 02	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
15 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización / eliminación	Planta de tratamiento / vertedero

8.2. Residuos peligrosos

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
15 02 02*	Absorbentes contaminados	Tratamiento/Eliminación en vertedero de RP	Planta de tratamiento/vertedero de residuos peligrosos
15 01 01*	Aerosoles vacíos	Tratamiento/Eliminación en vertedero de RP	Planta de tratamiento/vertedero de residuos peligrosos
15 01 10*	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	Tratamiento/Eliminación en vertedero de RP	Planta de tratamiento/vertedero de residuos peligrosos

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 571 de 577

9. Valoración del coste previsto de gestión

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos:

Tipología	Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m3)	Volumen (m3)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce del terreno.	02 01 07	Residuosvegetales procedentes del desbroce en el código 02 01 07	48,850	0,02	2.442,48	10,00	488,50

Tipología	Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m3)	Volumen (m3)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.	17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	0,000	1,50	0,000	3,000	0,00

Tipología	Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m3)	Volumen (m3)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
Tipo III. Residuos de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).	17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	9,770	1,50	6,513	15,00	146,54
	17 01 01	Hormigón,	9,465	1,50	6,310	13,00	123,05
	17 01 02	Ladrillos,	4,071	1,25	3,257	20,00	81,43
TOTAL					16,080		351,01

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 572 de 577

Tipología	Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m3)	Volumen (m3)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.	17 02 01	Madera.	3,66	1,50	2,442	15,00	54,95
	17 04 01	Cobre, bronce, latón.	3,66	1,50	2,442	33,50	122,71
	17 04 02	Aluminio.	1,22	1,50	0,814	33,50	40,90
	17 04 05	Hierro y acero.	2,44	1,50	1,628	33,50	81,81
	20 01 01	Papel y cartón.	6,11	1,50	4,071	28,00	170,98
	17 02 03	Plástico	8,55	1,50	5,699	20,00	170,97
	20 03 01	Mezclas de residuos municipales.	3,26	0,80	4,071	300,00	977,04
TOTAL					21,17		1.619,36

ingenierosVA VISADO 2539/23E 05/10/2023 Página 573 de 577

Tipología	Código	Residuo	Cantidad (t)	Densidad (t/m3)	Volumen (m3)	P. Unitario (€/t)	Importe (€)
Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros.	17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas.	0,4884	1,20	0,407	180,00	87,91
	15 01 10*	Envases que continene restos de sustancias pelogrosas o estén contaminados por ellas	0,525	0,60	0,875	351,00	184,28
	17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o esten contaminados por ellas.	0,073	0,90	0,081	20,00	1,46
	08 01 11*	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	0,073	0,60	0,122	20,00	1,46
TOTAL			50,109		1,485		275,11
						TOTAL=	2.733,98

El presupuesto para la gestión de residuos del proyecto SET Hazapierna 132/30 kV asciende a la cantidad de DOS MIL SETECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS (2.733,98 €).

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería Meta Engineering Group



ingenierosVA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Pág 574 de 577

8. Relación de Bienes y Derechos Afectados

Subestación Hazapierna

Junio 2023

capital energy

ingenierosVA Visado Nº: 2539/23E Fecha: 05/10/2023 Colegiado/s Nº: 3675 - Cód. Verificación Electrónica: SERR-CWBK44

ingenieros VA
VISADO
2539/23E
05/10/2023
Página 575 de 577

Índice

8. Relación de Bienes y Derechos Afectados 3

1. Objeto 3
2. Normativa 3
3. RELACIONES DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS 3

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 576 de 577

Relación de Bienes y Derechos Afectados

1. Objeto

En virtud de lo establecido en Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector eléctrico y en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, la Declaración, en concreto, de Utilidad Pública, lleva implícita, en todo caso, la necesidad de ocupación de los bienes o de adquisición de los derechos afectados e implica la urgente ocupación a los efectos del Art. 52 de la Ley de Expropiación Forzosa.

Por ello en cumplimiento de lo prescrito en las citadas leyes, se integra en este proyecto el presente Anexo de Afecciones a los efectos de urgente ocupación de la Ley de Expropiación Forzosa.

2. Normativa

La implantación de la subestación Hazapierna 30/132 kV, requiere:

- La expropiación permanente o del pleno dominio de la superficie de terreno ocupado por la subestación proyectada.
- La ocupación temporal de los terrenos de ejecución de obra, considerando un pasillo perimetral de 5m de alrededor de pleno dominio.

3. Relaciones de bienes y derechos afectados

La construcción de la subestación Hazapierna 30/132 kV supone la afección en los términos legalmente previstos, de la parcela que se indica en la relación que figura en el cuadro conjunto y que a su vez queda reflejado en los planos del proyecto.

En dicha relación de bienes y derechos se incorporan, en su caso a efectos meramente indicativos los bienes y derechos a cargo de las distintas administraciones y organismos, que pudieran resultar afectados por la instalación.

ingenierosVa VISADO 2539/23E 05/10/2023 Pág 577 de 577

PROVINCIA	MUNICIPIO	Nº MUNICIPIO	POLIGONO	PARCELA	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (m^2)	USO	SET PARQUE (m2)
SORIA	NEPAS		14	23	42210A014000230000DL	47.145	LABOR O LABRADIO SECANO	Set 8.855,15 m^2 Acceso 419.20 m^2
SORIA	NEPAS		14	9004	CNO REAL ALMAZAN ESCOBOSA. NEPAS (SORIA) 42210A014090040000DH	47.145	LABOR O LABRADIO SECANO	Mejora camino de Acceso 1440 m2

Madrid, junio de 2023

IZHARIA ingeniería Meta Engineering Group

D. Álvaro Rodríguez López
Graduado en Ingeniería Eléctrica
Colegiado N° 3675 IngenierosVA