

PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO

Hornachos Uno

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Fecha: 13/01/2021

Versión: 03

Autor del proyecto: Luis Santiago Sánchez Martínez

Colegiado nº 1504 del IICANT

www.ecoiberica.com

AUTOR/ES DEL DOCUMENTO

Nombre: Luis Santiago Sánchez Martínez

Colegio: Ingenieros Industriales de Cantabria

Número de colegiado: 1504

Nombre: Colegio: Número de colegiado: Nombre: Colegio: Número de colegiado:

ÍNDICE

1. Memoria descriptiva
2. Cálculos
3. Presupuesto
4. Pliego de condiciones
5. Estudio básico de seguridad y salud
6. Anexos:
 - Anexo I: Programa de ejecución
 - Anexo II: Cálculos
 - Anexo III: Fichas técnicas equipos

1. Memoria Descriptiva

1.	Memoria Descriptiva	4
1.1.	Antecedentes.....	6
1.2.	Objeto.....	6
1.3.	Titular o Razón Social.....	7
1.4.	Emplazamiento de la instalación	7
1.5.	Normativa de aplicación	7
1.6.	Descripción general del proyecto.....	9
1.7.	Estudio energético y de rendimientos.....	10
1.8.	Campo Fotovoltaico.....	10
1.8.1.	Nomenclatura	10
1.8.2.	Soportes	11
1.8.3.	Caminos internos	12
1.8.4.	Vallado	12
1.8.5.	Acceso	13
1.8.6.	Paneles	13
1.8.7.	Inversores.....	14
1.9.	Protecciones de C.C. y de C.A.	14
1.9.1.	Protección contra sobrecorrientes y cortocircuitos	15
1.9.2.	Protección contra sobretensiones	15
1.9.3.	Contactos directos	16
1.10.	Puestas a tierra.....	16
1.11.	Dimensionado de la instalación de distribución.....	17
1.11.1.	Contactos indirectos	17
1.11.2.	Conexión paneles FV – Inversores	17
1.11.3.	Inversores, cuadro de BT, cuadro BT del centro de transformación.....	19
1.12.	Sistema de medición para el seguimiento de producciones	19
1.12.1.	Sistema de control y monitorización.....	19
1.13.	Instalaciones eléctricas de evacuación en media tensión	20
1.13.1.	Descripción general de las instalaciones.....	20
1.13.2.	Centro de Maniobra y Medida y Centro de Transformación (CMM+CT)	20
1.13.3.	Descripción del centro de medida y centro de transformación.....	21
1.13.4.	Instalación eléctrica	23
1.13.5.	Características descriptivas celdas	26
1.13.6.	Medida de energía eléctrica.....	30
1.13.7.	Puesta a tierra	31
1.13.8.	Instalaciones secundarias	31
1.13.9.	Sistema de teledisparo.....	32
1.13.10.	Conexiones y desconexiones del PRE.....	33
1.13.11.	Telemida en tiempo real	33
1.13.12.	Apoyo interconexión	33
1.13.13.	Líneas de 15 kV.....	34

1.1. Antecedentes

Se pretende realizar un parque solar fotovoltaico conectado a la red eléctrica de media tensión de la compañía eléctrica Endesa Distribución. El parque estará situado en el Término Municipal de Hornachos, en la provincia de Badajoz.

El parque solar estará formado por 3.603 módulos fotovoltaicos Tallmax TSM-345, monocristalinos de 345 Wp, totalizando 1,24 MWp. Tiene 9 inversores SUNGROW SG125HV de 125 kW. Con un total de potencia nominal restringida de 1,050 MW.

Tras recibir la respuesta por parte de la compañía Distribuidora en referencia a la solicitud del Punto de conexión de la planta, se opta por elaborar este proyecto para posteriormente recibir las condiciones señaladas por la misma, Endesa Distribución, para poder evacuar la totalidad de la capacidad solicitada.

La parcela se adecuará para poder albergar un parque solar con instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

1.2. Objeto

El objeto del presente documento es la definición de las características técnicas de la instalación fotovoltaica y cuantificar su producción, para solicitar permisos y servir como documento base para la licitación y ejecución de los trabajos.

Asimismo, dicho documento se encarga de definir las características técnicas de la instalación mediante:

- Descripción del emplazamiento y del punto de conexión propuesto.
- Descripción general de los elementos que conformarán la instalación, indicando las características técnicas de los equipos y sistemas a instalar.
- Mostrar los criterios utilizados para el dimensionado de la misma.
- Descripción de los modos de funcionamiento previstos.

La venta de la electricidad generada por la instalación fotovoltaica mediante la inyección de la misma a la red eléctrica supone un beneficio medioambiental para la población, al contribuir a la generación eléctrica a partir de energías renovables no contaminantes.

El impacto medioambiental de las fuentes de energía renovables es mínimo, sobre todo en lo que concierne a las emisiones de contaminantes al aire y al agua. Al disminuir la necesidad de obtención de energía a través de otras fuentes más contaminantes, contribuyen a la disminución de las emisiones de gases responsables del efecto invernadero y de la lluvia ácida.

Los sistemas fotovoltaicos no producen emisiones, ruidos o vibraciones y su impacto visual es reducido gracias a que, por su disposición en módulos, pueden adaptarse a la morfología de los lugares en los que se instalan.

En la realización de la planta se buscará en todo momento la optimización energética, para lo cual se utilizarán equipos y materiales de alta calidad los cuales garanticen la seguridad, tanto de las personas como de la propia red.

1.3. Titular o Razón Social

PROYECTO SOLVOLT UNO S.L., con CIF B-39865241, con sede en la Edificio M-13 Rinconeda 39313, POLANCO, CANTABRIA.

1.4. Emplazamiento de la instalación

Municipio: Hornachos. / Provincia: Badajoz. / Comunidad Autónoma: Extremadura.

- Parque solar:

Polígono: 33/ Parcela: 434 / Referencia catastral: 06069A033004340000SE. Superficie utilizada: 2,3 ha.

- Punto de conexión:

Coordenadas en UTM-WGS84; (X:755133; Y: 4265960) Huso 29N.

1.5. Normativa de aplicación

Electricidad

- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- R.D. 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- R.D. 842/2002 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e instrucciones Técnicas Complementarias (REBT).
- R.D. 661/2007, de 25 de mayo, donde se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Con el R.D. ley 2/2013 se suprime la opción de precio de mercado más prima, para aquellas tecnologías a las que era aplicable en el R.D. 661/2007.
- R.D. 1110/2007 donde se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- R.D. 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- R.D. 337/2014 de 9 de mayo, donde se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 23.
- R.D. 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos.

- R.D. 223/2008 “Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias”.
- R.D. 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección del consumidor.
- Normas particulares y de normalización de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica.
- R.D. 188/2016, de 6 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento por el que se establecen los requisitos para la comercialización, puesta en servicio y uso de equipos radioeléctricos, y se regula el procedimiento para la evaluación de la conformidad, la vigilancia del mercado y el régimen sancionador de los equipos de telecomunicación.

Medio Ambiental

- Ley 21/2013 de 9 de diciembre de evaluación ambiental.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la ley de evaluación de impacto ambiental de los proyectos, aprobado por el Real Decreto legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- R.D. Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmosfera.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación del Impacto Ambiental.

Urbanismo

- Ley 2/2018, de 14 de febrero, de coordinación intersectorial y de simplificación de los procedimientos urbanísticos y de ordenación del territorio de Extremadura.
- Ley 11/2018, de 21 de diciembre, de ordenación territorial y urbanística sostenible de Extremadura.
- Decreto 7/2017, de 23 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de planeamiento de Extremadura.
- Decreto 178/2010, de 13 de agosto, por el que se adoptan medidas para agilizar los procedimientos de calificación urbanística sobre suelo no urbanizable.
- Decreto 179/2018, de 30 de octubre, se establecen las bases reguladoras de ayudas para la mejora de la eficiencia energética en Extremadura.
- Decreto 50/2016, de 26 de abril, de atribuciones de los órganos urbanísticos.
- Normas subsidiarias de planeamiento municipal de Hornachos.

Seguridad

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre prevención de riesgos laborales.
- R.D. 1627/97, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- R.D. 486/1997 de 14 de abril, se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Ley 20/2009, de 4 de diciembre, relativa a la prevención y control de las actividades.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Otras

- R.D. 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- R.D. 1244/1979, de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- R.D. 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Condiciones impuestas por los organismos públicos afectados.
- Ordenanzas municipales.

1.6. Descripción general del proyecto

Las características generales del parque solar fotovoltaico son las siguientes:

- Número de módulos fotovoltaicos: 3.603 módulos.
- Potencia módulos fotovoltaicos: 345 Wp.
- Potencia pico: 1,243 MWp.
- Número de inversores fotovoltaicos: 9 inversores.
- Potencia inversores: 125 kW.
- Potencia nominal inversores planta fotovoltaica: 1.125,0 kW.
- Potencia de interconexión: 1.050 kW

Se ajustará la potencia de salida para no sobrepasar los 1050 kW.

El sistema se basa en la transformación de la corriente continua generada por los paneles solares, en corriente alterna. Esta transformación se realiza a través del inversor, elemento que además tiene otras funciones:

- Realizar el acople automático con la red.
- Incorporar parte de las protecciones requeridas por la legislación vigente.

La energía desde los inversores es enviada a los transformadores BT/MT cuya función es elevar la tensión de la electricidad hasta los 15.000 V para su transporte hasta el punto de conexión con la red de distribución, propiedad de Endesa Distribución, donde es íntegramente vertida a la red.

Las instalaciones en media tensión propuestas estarán formadas por los siguientes elementos, descritos posteriormente con mayor detalle:

- Líneas de media tensión de interconexión de los centros de transformación.
- Apoyo de interconexión.
- Centro de transformación y centro de maniobra y medida fotovoltaico (CT + CMM).

Las instalaciones de interconexión a ceder a la compañía distribuidora estarán formadas por:

- Apoyo de interconexión donde se ubica el interruptor telemandado SF6.
- Línea desde el apoyo de interconexión hasta el punto de conexión.

1.7. Estudio energético y de rendimientos

En este apartado se estudiará el diseño de la instalación, comprobando la influencia de los principales parámetros energéticos del emplazamiento sobre el rendimiento, la rentabilidad y el medio ambiente.

El cálculo de la energía producida por el sistema fotovoltaico se ha efectuado siguiendo el programa de cálculo PVSYS, V6.43.

Este software realiza simulaciones de funcionamiento de sistemas fotovoltaicos, simulando la radiación incidente y las diferentes componentes del sistema.

1.8. Campo Fotovoltaico

1.8.1. Nomenclatura

La nomenclatura empleada para identificar cualquier módulo del campo fotovoltaico es la siguiente.

InvA.B.C.sD

Siendo:

A = El número de inversor.

B = El número de caja secundaria.

C = El número de caja primaria.

D = El número de string.

El número de caja secundaria coincide con el número de inversor, al haber una caja secundaria por inversor.

El número de caja primaria coincide con el número de estructura, ya que tenemos una caja primaria por soporte.

Así se localiza el string. Para identificar los módulos dentro del string, se enumeran del 1 al 28. En el plano de BT, conexionado de módulos, en el anexo 1: Planos, aparece la forma de enumeración.

Ejemplo: Inv7.7.3.s8, módulo 14.

Corresponde con el inversor 7, caja secundaria 7, caja primaria 3 y string nº8, y al módulo 14.

Por lo tanto, con esta nomenclatura se puede identificar, señalar o nombrar cualquier módulo o equipo dentro del campo fotovoltaico.

1.8.2. Soportes

Se trata de una estructura fija de acero galvanizado, dicha estructura aporta baja altura, para minimizar el impacto visual, paisajístico y ambiental.

La estructura estará inclinada 29 ° sobre la horizontal, optimizando así el rendimiento de los paneles desde el punto de vista de captación solar.



La estructura estará debidamente sostenida y anclada para resistir las preceptivas cargas de viento y nieve, según se indica en el documento básico de seguridad “Bases de Cálculo y Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación (CTE-SE), aprobado por el Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo de 2006”.

La instalación se realiza preferentemente mediante un sistema de hincado o atornillado sobre el terreno, siempre y cuando el estudio geotécnico de la zona así lo permita. En el caso de que dicho estudio sea desfavorable para la instalación mediante el método de hincado recurriremos a otro tipo de cimentación que a continuación describimos.

Cimentación

Zapata aislada de hormigón armado HA-25, excavada en el terreno.

Las dimensiones son de 2 m de largo por 2 metros de ancho. El canto de la misma es de 0,5 m. La zapata está calculada para transmitir al terreno una tensión de 1 kg/cm². Como armadura de la misma se dispondrán 10 redondos de 12 mm de diámetro en ambas caras de 0,20 m y perpendiculares a estos otros 9 redondos de 12 mm de diámetro en ambas caras a 0,22 m.

Previamente al hormigonado de la zanja se verterá una capa de hormigón de limpieza de 10 cm y calidad HM-20.

1.8.3. Caminos internos

En el interior de la instalación se mantiene una distancia de 3,5 m entre los soportes en dirección este-oeste, que se empleará para zanjas de BT y caminos internos. Respecto a la distancia de paso norte-sur, para evitar las pérdidas por sombreado de los paneles tomaremos 7 m, quedando una distancia para caminos de 3,5 m. En el centro de la instalación permitiendo el acceso al centro de transformación dejamos un camino principal de 5,3 m de ancho.

1.8.4. Vallado

Se instalará una valla de seguridad de 2 metros de altura para proteger la instalación frente al robo y vandalismo. Dicha valla será fabricada con tubos de acero galvanizado en caliente, montada sobre cimentación y con puertas también de acero galvanizado.

Los tubos van anclados al suelo en orificio de 40x20 centímetros y recibidos con hormigón. La malla irá sujeta a los postes con sus correspondientes alambres, tensores y abrazaderas.

La distancia entre los postes será de 3 metros, llevando refuerzos cada 45 metros aproximadamente. En la curvatura de los postes se observarán tres hiladas de alambre de espino.

Con el objeto de permitir la libre circulación de la fauna silvestre, el vallado perimetral se construirá de acuerdo con el artículo 22 de la ley 8/2003, de 28 de octubre, de flora y fauna silvestre.

A continuación, se muestran las coordenadas de la poligonal del vallado de la instalación. El área total de vallado será de 2,3 ha.

Coordenadas UTM (Datum ETRS89) de la poligonal de la instalación		
Vertice	x (m E)	y (m N)
1	755050	4265900
2	755030	4265900
3	754997	4265923
4	754963	4266127
5	754972	4266135
6	755052	4266135
7	755096	4266025
8	755096	4265961

1.8.5. Acceso

El acceso a la instalación se realizará aprovechando el camino interno de la parcela existente actualmente. Se instalará en el vallado una puerta de acceso tanto a personas como vehículos. En el anexo 1: Planos, en el plano de implantación, aparece la ubicación de la puerta.

- Acceso a la parcela:

Coordenadas en UTM-WGS84; (X: 755045; Y: 4265866) Huso 29N.

- Puerta de acceso a la instalación (en el vallado):

Coordenadas en UTM-WGS84; (X: 755066; Y: 4265923) Huso 29N.

1.8.6. Paneles

Los módulos fotovoltaicos utilizados son del fabricante TALLMAX, modelo TSM-345-DE14A(II), son módulos monocristalinos conectados en serie.

El circuito solar está intercalado entre el frente de vidrio, todo ello enmarcado en aluminio anodizado y sellado con cinta de unión de alta resistencia.

La caja de conexiones, denominada caja primaria con terminales positivo y negativo está fabricada con policarbonato, e incluyen diodos by-pass.

Especificaciones:

	Módulo Tallmax tsm-345-DE14A (II)	
	Condiciones STC	Condiciones NOCT
Maxima Potencia (Pmax)	345 Wp	257 Wp
Tensión máxima (Vmp)	38,5 V	35,7 V
Corriente máxima (Imp)	8,96 A	7,20 A
Tensión en circuito abierto (Voc)	46,7 V	43,4 V
Corriente en cortocircuito (Isc)	9,55 A	7,71 A
Módulo de eficiencia STC (%)	19,30%	
Temperatura de operación (°c)	-40°C; +85°C	
Tensión máxima del sistema	1500 VDC	
Coeficientes de temperatura de Pmax	-0,39 %/°c	
Coeficientes de temperatura de Voc	-0,29 %/°c	
Coeficiente de temperatura de Isc	-0,05 %/°c	
Temperatura nominal de operación de la celda (NOCT)	44+-2°C	

1.8.7. Inversores

En este proyecto se utilizarán 9 inversores SUNGROW SG125HV de 125 kW. Ajustando la potencia de salida para no sobrepasar los 1050 kW. Se trata de inversores que, por su grado de protección y aislamiento, es posible su instalación a la intemperie. Se situarán lo más cerca posible de los strings, para minimizar las pérdidas en corriente continua.

Todas las conexiones de los inversores, tanto a los ramales fotovoltaicos como a la salida de corriente alterna, son accesibles desde el exterior mediante conectores multicontacto protegidos.

Especificaciones:

Características inversor SUNGROW SG125HV	
Maxima eficiencia	98,90%
Rango de tensión (MPPT)	860 V - 1450 V
Tensión Maxima de entrada	1.500 V
Corriente Maxima por MPPT	120 A
Corriente Maxima de cortocircuito por MPPT	148 A
Tensión nominal de entrada	1050 V
Nº de entradas	1
Rango de frecuencias	45-65 Hz

Protecciones inversor SUNGROW SG125HV	
Protección de conexión inversa Corriente Continua	
Protección contra cortocircuito Corriente Alterna	
Protección contra corrientes de fuga	
Interruptor Corriente Alterna	
Interruptor Corriente Continua	
Protección contra sobretensión (CC Tipo II/CA Tipo II)	

Configuración inversores:

La instalación constará de 3 inversores a los que se conectará a cada uno 15 strings de 28 módulos en serie, 5 inversores a los que se conectará a cada uno 14 strings de 28 módulos en serie y un último inversor al que se conectarán 13 strings de 28 módulos y un string de 27 módulos en serie.

1.9. Protecciones de C.C. y de C.A.

La central contará con todas las protecciones de línea e interconexiones preceptivas según el reglamento de baja tensión y de acuerdo también con las normas de la compañía distribuidora ENDESA.

En cumplimiento del el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), cada circuito dispondrá de las protecciones eléctricas de sobrecorrientes; protecciones contra contactos directos, puesta a tierra de la instalación; protección contra contactos indirectos.

1.9.1. Protección contra sobrecorrientes y cortocircuitos

Corriente continua

El circuito de corriente continua del generador fotovoltaico trabaja normalmente a una intensidad cercana al cortocircuito, ya que las placas fotovoltaicas funcionan como fuentes de corriente. Los cables se dimensionan para tener pérdidas inferiores al 1,5%. En caso de producirse cortocircuito, lo soportan, ya que como mucho el cortocircuito tiene una intensidad un 10% más elevada que la nominal.

En corriente continua, se mantendrán los cables de diferente polaridad separados, mediante doble aislamiento de los conductores o separación física siempre que sea posible.

Las entradas de las cajas primarias están protegidas por fusibles cilíndricos 10x85 gPV ($I_n=16$ A; $V_{dc}=1500$ V) por cada string y las entradas de las cajas secundarias por fusibles cilíndricos 22x65 gPV ($I_n=40$ A; $V_{dc}=1500$ V) por cada string.

Cada inversor consta de protecciones del lado de corriente continua, integrados dentro del mismo, que permiten su desconexión manual, así como la protección frente a sobrecorrientes y cortocircuitos.

Corriente alterna

Cada inversor consta de protecciones del lado de corriente alterna, integrados dentro del mismo, que permiten su desconexión manual, así como la protección frente a sobrecorrientes y cortocircuitos.

El Centro de transformación estará protegido a su entrada en baja tensión por fusibles de 125A, para una tensión de 800V AC y un poder de corte de 80kA. Los fusibles serán del tipo cuchilla (NH), de clase gG.

1.9.2. Protección contra sobretensiones

Corriente continua

En corriente continua, la protección contra sobretensiones se realiza a través de descargadores de tensión a tierra, que incorporan los inversores, de tal manera que con este equipo queda garantizada la protección contra sobretensiones en corriente continua.

Para evitar sobretensiones inducidas por relámpagos, se evitará en todo momento hacer bucles grandes con los circuitos de cada rama, instalando de manera paralela y lo más cercano uno de otro los cables de ida y vuelta.

Corriente alterna

En la parte de corriente alterna, los equipos de protección de tensión y frecuencia se encuentran integrados en el inversor, que se encarga de las maniobras de conexión-desconexión automática con red. La protección de los inversores se realiza a través de un programa de “software”.

Los parámetros de taraje para el disparo de las protecciones, teniendo en cuenta la legislación vigente, son:

- 3 Relés de mínima tensión y 3 relés de máxima tensión. Tensión superior al 110% de la tensión nominal. Tensión inferior al 85% de la tensión nominal.
- 3 Relés de máxima y mínima frecuencia. Frecuencia superior a 51 Hz. Frecuencia inferior a 47,5 Hz.

En la zona de corriente alterna se colocan descargadores de sobretensión. Estos son de tipo gas, empleando uno por fase y estando conectados a tierra.

SOBRETENSIONES ATMOSFÉRICAS:

Debido a que se pueden originar sobretensiones de origen atmosférico, se instalará un sistema de protección interna contra estas sobretensiones.

Se protegerá la corriente alterna de los onduladores con dispositivos de protección de clase II, debido a que son los equipos más susceptibles de sufrir daños importantes.

1.9.3. Contactos directos

Corriente continua

El sistema de conexionado de los paneles con enchufes rápidos tipo multicontacto es intrínsecamente seguro, evitando posibles contactos directos del operario durante su instalación.

Corriente alterna

La protección contra contactos directos con partes activas de la instalación queda garantizada mediante:

- Utilización de conductores aislados 0,6/1 kV en todas las líneas.
- Alejamiento de las partes activas.
- Entubado de los cables.

En todos los puntos de la instalación, los conductores disponen de protección mecánica, adecuada a las acciones que pueden sufrir, especialmente en el caso de golpes o impactos fortuitos. Todos los ángulos y cambios bruscos de dirección se protegerán para evitar el deterioro del aislante en el trazado de las líneas o en el funcionamiento normal. Los materiales situados a la intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán, como mínimo un grado de protección IP54.

1.10. Puestas a tierra

Tanto la estructura de los paneles como la toma de tierra de la carcasa de los inversores se unirán a la tierra del campo solar. Los postes de la estructura metálica estarán directamente hincados en el suelo hasta una profundidad de 1,5 m aproximadamente. De esa manera servirán por un lado de soporte mecánico y por otro lado de pica de tierra.

Cada mesa, tienen una separación entre postes mayor de 2 m, que es el mínimo para distancia entre masas y elementos conductores según la instrucción técnica complementaria (de aquí en adelante ITC) 24.

La puesta a tierra se realizará mediante un anillo equipotencial, con conductor desnudo de 50 mm de cobre enterrado, que unirá todas las filas de las estructuras del parque solar, enterrada a una distancia superior a 0,5 m. Eso cumplirá lo estipulado en la ITC-BT-18 en su tabla 1 para conductores de cobre no protegidos contra la corrosión.

Se dispondrá del número de electrodos necesario, picas verticales de cobre o acero, con un diámetro mínimo de 14 mm, para conseguir una resistencia de tierra tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la parte de corriente continua como la parte de corriente alterna estarán conectados a una toma de tierra única.

La puesta a tierra de la instalación se hará de forma que no se vean alteradas las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, y será independiente al neutro del transformador.

1.11. Dimensionado de la instalación de distribución

1.11.1. Contactos indirectos

Corriente continua

Se ha previsto el sistema combinado de puesta a tierra de las masas metálicas y la acción de dispositivos de corte por intensidad de defecto, que en la parte de corriente continua se corresponden con un sistema de aislamiento que incorporan los inversores.

La instalación dispondrá de un interruptor diferencial de corte omnipolar que interrumpirá la alimentación en el caso de circulación de corriente a tierra de valor superior a su sensibilidad.

Todas las masas se unirán al conductor de protección. En la línea de tierra se unirán también todas las estructuras, soportes y el resto de elementos metálicos. Estas uniones equipotenciales se realizarán con conductor de cobre. En el caso de que dispongan de protección mecánica, la sección mínima será de 2,5 mm² y si no disponen de la protección será de 4 mm².

Corriente alterna

La instalación dispondrá de interruptores diferenciales, que son dispositivos que se colocan en la instalación eléctrica para proteger a las personas de las derivaciones causadas por la falta de aislamiento entre los conductores activos y tierra.

Este conjunto de protecciones estará situado en el cuadro de corriente alterna a la salida del inversor, y dispondrá de una protección toroidal diferencial de 300 mA.

1.11.2. Conexión paneles FV – Inversores

Las líneas eléctricas para la interconexión de los paneles discurren bajo la superficie de los paneles, por la parte trasera de las estructuras, minimizando así el impacto visual que puedan ocasionar, y conectando con la caja primaria del soporte. En el plano BT, conexionado módulos, en el Anexo 1: Planos, aparece la conexión entre los módulos de la estructura y la conexión con la caja primaria.

La conexión de las diferentes cajas primarias con la caja secundaria, para su posterior conexión con el inversor se detallan en el anexo 1: Planos, en el plano de BT.

El cableado será solar, de 0,6/1,8 kV en corriente continua, -40 a +120°C en instalación fija, protección a rayos UV, ozono, corrosión atmosférica con 20 años de garantía, con terminales multicontact del panel en inicio y fin de serie. No propagación de la llama según la norma UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1. Libre de halógenos según UNE EN 60754 e IEC 60754. Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%. Resistencia a los rayos Ultravioleta. Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2.

Las líneas eléctricas desde las cajas primarias hasta las cajas secundarias, estarán soterradas, se ejecutarán íntegramente en conductores de aislamiento 0,6/1 kV y con la protección mecánica adecuada a la ubicación de cada línea, con la sección necesaria en cada caso para admitir las intensidades previstas (nominales o excepcionales) y no superar las caídas de tensión máximas.

Los cables de la instalación serán de cobre i/o aluminio, con una sección suficiente para asegurar pérdidas por efecto joule inferiores al 1,5% de la tensión nominal, tal y como se especifica en el pliego de condiciones técnicas del Instituto para la Diversificación y ahorro de la energía (IDAE) y el REBT.

Las canalizaciones de conexión de los cuadros de protección de corriente continua y corriente alterna, y el inversor, y el cuadro de protección de corriente alterna con el cuadro de medida y protección, se realizará con tubo con una dimensión adecuada según el REBT 2002 de acuerdo con la ITC-BT-21.

Las zanjas de cableado se realizarán según las siguientes especificaciones:

- Profundidad mínima de 0,7 metros. El cable se colocará sobre una cama de arena de 5 cm y se cubrirá con otra de 10 cm.
- Se colocarán arquetas de registro cada 40 metros de trazado recto de cableado y en cada cambio de dirección.
- Encima del cable habrá una protección mecánica y se señalará la existencia de cable.

El código de colores utilizado es el siguiente:

- Colores utilizados para circuitos de corriente continua:
 - Protección: Amarillo-verde.
 - Negativo: Negro.
 - Positivo: Rojo.
- Colores utilizados para circuitos de corriente alterna:
 - Protección: Amarillo-verde.
 - Neutro: Azul.
 - Fase: Negro, gris, marrón.

1.11.3. Inversores, cuadro de BT, cuadro BT del centro de transformación

Las líneas eléctricas para la interconexión eléctrica en baja tensión, corriente alterna, discurren enterradas o por bandeja soportada en la estructura en su totalidad. En el anexo 1, planos, se representa con más detalle las diferentes zanjas de BT. Se colocarán arquetas de registro para inspección y para facilitar las tareas de cableado.

Las líneas eléctricas se ejecutarán íntegramente en conductores de aislamiento 0,6/1 kV y con la protección mecánica adecuada a la ubicación de cada línea, con la sección necesaria en cada caso para admitir las intensidades previstas (nominales o excepcionales) y no superar las caídas de tensión máximas.

Los cables de la instalación serán de cobre o aluminio, con una sección suficiente para asegurar pérdidas por efecto joule inferiores al 1,5% de la tensión nominal, tal y como se especifica en el pliego de condiciones técnicas del Instituto para la Diversificación y ahorro de la energía (IDAE) y REBT.

En caso de desconexión de la red de distribución eléctrica, la instalación generadora no debe mantener tensión en la red de distribución.

1.12. Sistema de medición para el seguimiento de producciones

La instalación contará con un sistema de monitorización para llevar el control de la operación y el seguimiento del funcionamiento de la planta, así como para facilitar la difusión pública de los resultados operativos de la instalación.

1.12.1. Sistema de control y monitorización

El sistema de monitorización y seguimiento se realiza mediante un sistema que permite visualizar remotamente a través de Internet la producción instantánea, el rendimiento de los inversores de la planta, variables meteorológicas, así como el registro de datos y parámetros de funcionamiento, con el objetivo de evaluar el funcionamiento de la instalación.

A través de cableado FTP (sistema de cableado estructurado de par trenzado apantallado), los inversores transmiten sus parámetros de funcionamiento a un DATALOGGER. Desde este elemento se transmite la información a un servidor que publica los resultados en Internet a través de la página web del portal.

Además, se instalarán las siguientes sondas, conectadas al sistema:

- Sonda de temperatura ambiente.
- Sonda de temperatura de módulos.
- Sonda de radiación solar.

El sistema, también:

- Remite informes tanto diarios como mensuales de producción.
- Aviso de alarmas mediante e-mails y SMS.
- Adquisición y evaluación de datos de todos los inversores, así como variables atmosféricas (temperatura ambiente, temperatura de módulos, radiación solar).
- Visualización de las cámaras de seguridad.

La página Web, permite la visualización remota a través de Internet, de la configuración y características de la central, así como la consulta en tiempo real de los datos de producción de la central y de cada inversor, estado de interruptores, ahorros de emisiones.

1.13. Instalaciones eléctricas de evacuación en media tensión

1.13.1. Descripción general de las instalaciones

Las instalaciones de interconexión propuestas son las siguientes:

El punto de conexión a 15.000 V será único para el total de las instalaciones del parque, en la red de Media Tensión de Endesa Distribución, sobre la línea, ubicado en las coordenadas aproximadas UTM, WGS84 X: 755.133,00; Y: 4.265.960,00 (HUSO 29); para ello se realizará:

- Apoyo de interconexión donde se sitúa el interruptor telemandado SF6 y el entronque y conexión a la red mediante un vano flojo (LA-110). Estas instalaciones de interconexión se cederán a la Endesa Distribución.
- Línea de MT desde el apoyo de interconexión hasta el Centro de Maniobra y Medida (CMM), discurriendo enterrada.
- CMM situado en el interior de la finca. Donde se ubica el seccionamiento de la línea, interruptor frontera, equipo de protecciones contaje, etc.

La línea de media tensión hasta el apoyo se conectará de forma subterránea, mediante el cable AL VOLTALENE H AL RHZ1-OL de sección 95 mm²; siguiendo los preceptos del Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión (RAT).

1.13.2. Centro de Maniobra y Medida y Centro de Transformación (CMM+CT)

El centro de medida y transformación está ubicado en la parcela 434 del polígono 33 del término municipal de Hornachos. Consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y el resto de equipos.

Para el diseño de estos centros se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

La acometida se realizará mediante un entronque aéreo-subterráneo a una red de Media Tensión y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la compañía eléctrica suministradora Endesa Distribución Eléctrica.

Los tipos generales de celdas empleados en este proyecto son:

CAS-36: Celdas compactas equipadas con aparata de alta tensión de aislamiento y corte con SF6.

Celdas modulares SM6 24KV: Celdas modulares de aislamiento en aire equipadas con aparata fija que utiliza SF6 como elemento de corte y extinción del arco.

1.13.3. Descripción del centro de medida y centro de transformación

El Centro estará ubicado en una única caseta destinada para el centro de medida y de transformación. La caseta será de hormigón de gama modular, con dos puertas, una para el personal autorizado y otra para Endesa Distribución Eléctrica S.L.U.

Los edificios prefabricados de hormigón de serie modular, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), responden a esquemas habituales en la distribución de energía eléctrica en MT, adaptándose perfectamente a los diferentes tipos de centros.

Constan de una envolvente de hormigón en el interior del cual se incorporan todos los componentes eléctricos, la aparata de M.T., dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

Los edificios prefabricados responden a una construcción de una caseta de hormigón modelo Schneider Electric, número de patente 203820.

Para su instalación no es necesario ningún tipo de cimentación (salvo en suelos de muy poca resistencia y situaciones especiales). Únicamente se debe realizar un foso, cuyas medidas están indicadas en los planos adjuntos, en el fondo se dispondrá un lecho de arena lavada y nivelada.

El acabado exterior del centro se hace con una terminación de canto rodado visto con la que se consigue una estética muy cuidada.

El acceso al Centro de Medida estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica Suministradora (puerta compañía) y al personal de mantenimiento especialmente autorizado (puerta cliente).

Las características de los materiales más destacadas son:

- **Materiales:** El material empleado para la fabricación de los prefabricados será hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica y una perfecta impermeabilización.
- **Equipotencialidad:** La propia armadura de la malla electrosoldada, gracias a un sistema de unión apropiado de los diferentes elementos, garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (RU 1303A). Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

- Fácil instalación: La innecesaria cimentación, el relativo poco peso y la sencilla unión entre los diferentes elementos prefabricados permiten una cómoda y fácil instalación. Se pueden realizar fácilmente ampliaciones y modificaciones adecuadas a cada situación.
- Impermeabilidad: Los techos estarán diseñados de tal forma que impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre estos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro. En las uniones entre paredes y techos se colocarán dobles juntas de neopreno para evitar la filtración de humedad. Además, los techos se sellarán posteriormente con una masilla especial para hormigón garantizando así una total estanqueidad.
- Grados de Protección: Serán conformes a la UNE 20324, de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP339 (RU 1303A).

Los principales componentes que formarán el edificio prefabricado son:

- Bases: La base, de hormigón armado, es el cimiento del edificio prefabricado. Para su colocación puede realizarse un foso en el terreno cuyas dimensiones aparecen en la tabla adjunta. En el fondo se situará una capa de arena cuya finalidad es la de conseguir un reparto equilibrado de las cargas sobre el terreno. En las bases de la envolvente se dispondrá de los orificios para la entrada de cables de alta y baja tensión. Estos orificios serán partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.
- Paredes: Serán elementos prefabricados de hormigón armado capaces de soportar los esfuerzos verticales de su propio peso, más el de los techos y sobrecargas de éstos, simultáneamente con una presión horizontal de 100Kg/m². Las paredes se unen entre sí mediante tornillos que garantizarán la equipotencialidad entre las diferentes placas. En las paredes van dispuestas las puertas y rejillas de ventilación.
- Techos: Los techos estarán formados por piezas de hormigón armado y estarán diseñados para soportar sobrecargas de 100Kg/m². La cubierta tendrá una inclinación del 2% aproximadamente para facilitar el vertido de agua. Los techos se unirán entre sí mediante tornillos y se soportarán sobre las paredes sellándose las uniones mediante una masilla de caucho garantizando su estanqueidad.
- Suelo: Estará constituido por elementos planos prefabricados de hormigón armado. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado para facilitar las operaciones de conexión de los cables. En el suelo se establecerá el foso donde se instalarán las celdas. La parte del foso que no quede cubierta por las celdas o cuadros eléctricos se tatará con unas placas prefabricadas al efecto.
- Malla de separación interior: Cuando haya áreas del centro con acceso restringido se podrá instalar una malla de separación metálica con puerta y cierre mediante llave.
- Cuba de recogida de aceite: Es de hormigón y totalmente estanca. Con una capacidad de 600 litros (con la posibilidad de instalar una de 1000 litros), está diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que este se derrame por la base. Está dividida en dos depósitos comunicados superiormente. Ambos disponen de un conducto inferior de desagüe con tapón extraíble. Unos railes metálicos, situados sobre la cuba, permiten una fácil colocación del transformador en el interior del prefabricado, que se realiza a nivel del suelo, por deslizamiento.

- **Rejas de ventilación:** Las rejas de ventilación de los edificios prefabricados EHM-36 estarán construidas con chapa de acero galvanizado sobre la que se aplicará una película de pintura epoxy poliéster. El grado de protección para el que estarán diseñadas las rejas será IP-33. Estas rejas estarán diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación de aire, provocada por tiro natural, ventile eficazmente la sala de transformadores. Todas las rejas de ventilación irán con una tela metálica mosquitera. Las superficies de ventilación por transformador están indicadas al apartado de cálculos.
- **Puertas de acceso:** Estarán construidas con chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior y se podrán mantener en la posición de 90º con un retenedor metálico. Todas las puertas del prefabricado permitirán una luz de acceso de 1.250 mm x 2.400 mm (anchura x altura).
- **Notas:** El C.M. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir con las exigencias que se indican en los planos adjuntos respecto a la resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

Edificio prefabricado M1/10	
Longitud total	6.310 mm.
Anchura total	2.560 mm.
Altura vista	2.620 mm.

En este proyecto es adecuado la utilización de un edificio prefabricado de hormigón de serie modular M1/10.

1.13.4. Instalación eléctrica

Características generales de los equipos empleados en la instalación:

TRANSFORMADOR:

Las características principales del transformador son:

- Potencia: 1.000 kVA
- Relación de transformación: 15/0,8 kV
- Refrigeración: aceite
- Volumen total de dieléctrico: 550 l

TRANSFORMADOR SERVICIOS AUXILIARES:

- Potencia: 50 kVA
- Relación de transformación: 15/0,38 kV
- Refrigeración: aceite

CELDAS: CAS-36

Las celdas CAS-36 de Schneider son un conjunto de celdas compactas, equipadas con aparata de alta tensión, bajo una envolvente metálica con aislamiento integral, para una tensión admisible de hasta 36 kV, de acuerdo con las siguientes normativas:

- UNE 20-090, 21-139.
- UNE-EN 60129, 60265-1.
- CEI 60298, 60129, 60265, 60694.
- UNESA Recomendación 6407 B.

Deberá existir una señalización positiva de la posición de los interruptores y seccionadores de puesta a tierra. El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos. Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente: La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles.
- Cuba: Toda la aparata estará agrupada en el interior de una cuba metálica, fabricada con acero inoxidable de 2.5 mm de grosor estanca rellena con hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.3 bar (sobre la presión atmosférica), sellada de acuerdo con la norma CEI 62271-1 (Anexo EE). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requerimientos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas. Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte de detrás de la celda, evitando así, con la ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparata del Centro de Medida. En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor- seccionador, puesta a tierra, tubos portafusibles).
- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra: El interruptor tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.
- Mandos: Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.
- Conexión de cables: La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante un pasa tapas standard.
- Enclavamientos: Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CAS-36 pretenden que:
 - No se puede conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, tampoco se puede cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

- No se pueda sacar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, tampoco se puede abrir el seccionador cuando la tapa frontal no esté colocada
- Todas las funciones (tanto las de línea como las de protección) incorporarán un seccionador de puesta tierra de 50 kA cresta de poder de cierre.

Características eléctricas	
Tensión asignada	36 kV.
Intensidad asignada en funciones de línea	400 A.
Intensidad asignada en funciones de protección	200 A.
Intensidad nominal admisible en un segundo	16 kA.
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)	70 kV.
Impulso tipo rayo	170 kV.

CELDAS: SM6 24 KV

Las celdas SM6 24 KV de Scheneider son un conjunto de celdas modulares aisladas en aire y que utilizan tecnología de corte en SF₆. La instalación cuenta con celdas de aislamiento, equipadas de aparata fija que utiliza el hexafluoruro de azufre (SF₆) como elemento de corte en los siguientes aparatos:

- Interruptor-Seccionador.
- Interruptor-automatico Fluarc SF1.
- Seccionador.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Contactor ROLLARC.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparata bajo envolvente metálica compartimentada, de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Las celdas SM6-24 permiten realizar la parte de media tensión de los centros de transformación M.T./B.T. de distribución pública y privada hasta 24 kV.

Características físicas	
Anchura	750 mm.
Altura	1.600 mm.
Fondo	840 mm.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a lo largo de las celdas según UNE-EN 60298, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración. El embarrado estará sobredimensionado para soportar los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

Las partes que componen estas celdas son:

- **Aparamenta:** Está limitado por la envolvente del cárter que forma una pantalla aislante entre el compartimento de juego de barras y el compartimento de conexión de cables. El cárter posee gas SF6 en su interior y está sellado indefinidamente.

El sistema de sellado se comprueba individualmente en fábrica, por lo que no se requiere ninguna manipulación del gas durante toda su vida útil (30 años).

- **Compartimento de juego de barras:** Barras que permiten una extensión a voluntad de los centros y una conexión con celdas existentes.

El juego de barras está formado por 3 elementos de cobre dispuestos paralelamente y aisladas con una funda aislante termo-retráctil. La conexión se efectúa en la parte superior del cárter.

- **Conexión de cables:** Los cables de media tensión se conectan a los bornes inferiores de conexión del cárter.
- **Mandos:** Según la celda, contiene:
 - Mando del interruptor y del seccionador de puesta a tierra.
 - Mando del interruptor automático, así como el indicador de presencia de tensión y el indicador mecánico de posición.
- **Control:** En caso de motorización, este compartimento estará equipado con una regleta de bornes y fusibles baja tensión.

Características eléctricas	
Tensión nominal	24 kV.
Intensidad asignada	400-630 A.
Intensidad asignada en funciones de protección	200 A.
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min) (a tierra entre fases)	50 kV.
Impulso tipo rayo (a tierra entre fases)	125 kV.

1.13.5. Características descriptivas celdas

Celda telemandada: CAS-36 (I): Conjunto Compacto Schneider modelo CAS 36 (I), equipado con tres funciones motorizadas de línea con interruptor.

Esta celda compacta se cederá a ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.L.U. (Apoyo Interconexión).

El conjunto compacto CAS es estanco con una atmosfera de hexafluoruro de azufre SF6, tiene una tensión nominal de 36 kV con una intensidad nominal de 630 A y poder de corte en cortocircuito de 20 kA eficaces en las funciones de línea y de 200 A en las de protección.

La conexión de los cables se realizará mediante conectores del tipo roscado de 630 A para las funciones de línea y del tipo enchufable de 400 A para las funciones de protección, asegurando así la estanquidad del conjunto y, por tanto, la total insensibilidad al entorno en ambientes extraordinariamente polucionados, incluso soportando una eventual sumersión.

Características eléctricas	
Tensión asignada	36 kV.
Intensidad asignada en funciones de línea	400 A.
Intensidad asignada en funciones de protección	200 A.
Intensidad nominal admisible en un segundo	16 kA.
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)	70 kV.
Impulso tipo rayo	170 kV.

Características físicas	
Anchura	1.050 mm.
Altura	2.000 mm.
Fondo	980 mm.

Celda de Paso de Barras: GEM: Celda Schneider de paso de barras modelo GEM, para acoplamiento entre celdas CAS-36 y SM6 24 KV por unión superior.

Celda de Protección con Interruptor Automático: DM1-C: Celda Schneider de protección con interruptor automático de la gama SM6 24 KV, modelo DM1-C. Celda con envolvente metálica, fabricada por Schneider, formada por un módulo con los siguientes componentes:

El correcto funcionamiento del relé estará garantizado por un relé interno de auto vigilancia del propio sistema. Tres pilotos de señalización en el frontal del relé indicarán el estado del Sepam (aparato en tensión, aparato no disponible por inicialización o fallo interno, y piloto 'trip' de orden de apertura). El sepam es un relé indirecto alimentado por batería + cargador. Dispondrá en su frontal de una pantalla digital alfanumérica para la lectura de las medidas, reglajes y mensajes.

Características físicas	
Anchura	750 mm.
Altura	1.600 mm.
Fondo	1.220 mm.

Celda de Medida GBC-D: Celda Schneider de medida de tensión e intensidad con entrada y salida por la derecha de cable de la gama SM6 24 KV, modelo GBC-D. Celda con envolvente metálica, fabricada por Schneider, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Características físicas	
Anchura	750 mm.
Altura	1.600 mm.
Fondo	1.038 mm.

Celda de Línea IM: Celda Schneider de línea con salida de cable de la gama SM6 24 KV, modelo IM. Celda con envolvente metálica fabricada por Schneider.

Características físicas	
Anchura	375 mm.
Altura	1.600 mm.
Fondo	940 mm.

Celda de protección fusibles PM: Celda de protección del transformador de servicios auxiliares mediante interruptor ruptofusible.

Ajuste de las protecciones

Para asegurar el buen funcionamiento de los Productores de Régimen Especial (PRE), conectados a la red de ENDESA y de acuerdo con la Reglamentación Oficial, se deberán montar las siguientes protecciones a la interconexión y alimentadas por los transformadores antes mencionados. Las protecciones que aquí se describen se refieren principalmente a las que desconectan la central de generación de la red, aunque también se requieren equipos de protecciones en la central y otros dispositivos.

- Protección contra sobre intensidades.
- Protección de máxima tensión homopolar (para faltas a tierra en la red).
- Protección de máxima y mínima tensión.
- Protección de máxima y mínima frecuencia.
- Protección de potencia direccional (relé).

Estas protecciones son las mínimas e imprescindibles para poder conectar un generador a la red de ENDESA. Además, la propiedad o empresa explotadora del PRE, además, podrá instalar aquellas protecciones que considere necesarias siempre y cuando se acuerde previamente con ENDESA.

- Protección de sobre-intensidad de fases (50-51)

Protección de sobre-intensidad trifásica, con medida independiente para cada fase (o tres relés monofásicos), de las siguientes características:

- Intensidad nominal: 5 A.
- Consumo máximo de las entradas de medida: 0,5 VA. Unidad a tiempo dependiente.
- Umbral arranque ajustable entre 0,5 y 2 In en escalones de 0,1 In.
- Característica a tiempo dependiente tipo Normal Inversa según CEI-255-4.
- Índice de tiempos (k) ajustable entre 0,05 y 1 en escalones de 0,01. Unidad a tiempo independiente (instantáneo).

- Etapa a tiempo independiente con umbral ajustable entre 2 In y 20 In en escalones de 0,1 In.
- Tiempo mínimo de operación no superior a 50 ms.
- Tiempo adicional ajustable entre 0 y 5 s en escalones de 50 ms.

Protección de sobre-intensidad para faltas a tierra de las siguientes características:

- Intensidad nominal 1 A.
- Consumo máximo de la entrada de medida: 0,05 VA. Unidad a tiempo dependiente.
- Umbral de arranque ajustable entre 0,1 y 0,8 In en escalones de 0,1 In.
- Característica a tiempo dependiente tipo Normal Inversa según CEI-255-4.
- Índice de tiempos (k) ajustable entre 0,05 y 1 en escalones de 0,01. Unidad a tiempo independiente (instantáneo).
- Etapa a tiempo independiente con umbral ajustable entre 0,5 In y 5 In en escalones de 0,1 In.
- Tiempo adicional ajustable entre 0 y 5 s en escalones de 50 ms. La magnitud de entrada podrá tomarla desde el secundario del transformador.

- Protección de sub-tensión de fases (27)

Protección de mínima tensión, con medida independiente entre fases para los tres bucles (RS, ST y RT) o tres relés independientes entre fases, de las siguientes características:

- Umbral de arranque ajustable entre 75 y 110 V en escalones de 1 V.
- Tiempo mínimo de operación no superior a 50 ms.
- Tiempo adicional ajustable entre 0 y 1 s en escalones de 50 ms.

Tomará la magnitud de medida de los secundarios $110/\sqrt{3}$ V (50 VA cl. 0,5) de los transformadores de tensión.

- Protección de sobretensión de fases (59)

Protección de máxima tensión entre fases de las siguientes características:

- Umbral de arranque ajustable entre 100 y 150 V en escalones de 1 V.
- Tiempo mínimo de operación no superior a 50 ms.
- Tiempo adicional ajustable entre 0 y 1 s en escalones de 50 ms.

- Protección de sobretensión homopolar (64)

Protección de máxima tensión homopolar a tiempo independiente de las siguientes características:

- Umbral de arranque ajustable entre 3 y 50 V en escalones de 1 V.
- Tiempo mínimo de operación no superior a 50 ms.
- Tiempo adicional ajustable entre 0 y 1 s en escalones de 50 ms.

Tomará la magnitud de medida del triángulo abierto formado con los secundarios $110/3$ V (50 VA 3P).

- Protección de subfrecuencia (81m)

Protección de mínima frecuencia de las siguientes características:

- Umbrales de arranque ajustable entre 47 y 50 Hz en escalones de 0,1 Hz.
- Tiempo de operación ajustable entre 0,1 y 1 s en escalones de 50 ms.

Tomará la magnitud de medida de los secundarios $110/\sqrt{3}$ V (50 VA cl. 0,5) de los transformadores de tensión.

- Protección de sobrefrecuencia (81M)

Protección de máxima frecuencia de las siguientes características:

- Umbral de arranque ajustable entre 50 y 53 Hz en escalones de 0,1 Hz.
- Tiempo de operación ajustable entre 0,1 y 1 s en escalones de 50 ms.

Tomará la magnitud de medida de los secundarios $110/\sqrt{3}$ V (50 VA cl. 0,5) de los transformadores de tensión.

- Otros requerimientos

La disposición mecánica permitirá el precinto de los elementos de ajuste de los relés. Las funciones de protección antes indicadas podrán ser realizadas de forma agrupada por uno o varios relés multifunción.

Las protecciones de la interconexión serán implementadas por equipos exclusivamente dedicados a la realización de dichas funciones, no admitiéndose que estén integradas con otras funcionalidades de la instalación del PRE, como por ejemplo el sistema de control de grupos.

Los relés serán preferentemente de tecnología digital, y dotados de autosupervisión. Los relés cumplirán con el ensayo de aislamiento, en modos común y diferencial, a 2 kV; 50 Hz; 1 minuto, según CEI-255-5. El consumo máximo en las entradas de medida de los relés voltimétricos no será superior a 1 VA.

Las protecciones cumplirán con los niveles de ensayo para compatibilidad electromagnética establecidos para entorno de subestación de MT en el informe de UNIPEDE “Eléctric and electronic Apparatus for Generating Stations and Substations” de Enero 1.995.

1.13.6. Medida de energía eléctrica

La medida de la energía eléctrica se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El conjunto de medida de energía incluye el tubo de acero galvanizado y sus fijaciones, el conductor para los circuitos de intensidad y tensión y el módulo de medida de tarifa triple que incluye tres contadores de activa con máxímetro y un contador de reactiva, con emisión de impulsos, así como un reloj de discriminación de tarifas, tarifador, según normativa.

1.13.7. Puesta a tierra

Puesta a tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Medida y Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Puesta a tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

1.13.8. Instalaciones secundarias

- Alumbrado: El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT. El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.
- Separación física entre propiedades: Separación metálica para la separación entre la parte de la compañía distribuidora y el titular de la instalación.
- Protección contra incendios: Según la MIE-RAT 14 en aquellas instalaciones con transformadores o aparatos cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de inflamación inferior a 300°C con un volumen unitario superior a 600 litros o que en conjunto sobrepasen los 2400 litros deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones, tal como el halón (gas extintor de incendios) o CO₂.

Como en este caso ni el volumen unitario del transformador ni el volumen total de dieléctrico, que es de 400 litros superan los valores establecidos por la norma, se incluirá un extintor de eficacia 89B. Este extintor se colocará en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de esta.

Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

- Armario de primeros auxilios: El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.
- Medidas de seguridad: Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:
 - No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- Los bornes de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

1.13.9. Sistema de teledisparo

Se instalará un sistema de teledisparo que actuará sobre el interruptor general-interruptor frontera, que producirá la apertura del interruptor de conexión como consecuencia de la apertura del interruptor de cabecera de línea en la subestación.

El tiempo total de actuación del disparo, medido entre el instante que se aplica la orden de disparo en la entrada del equipo de la subestación y el instante que se aplica la tensión a la bobina de disparo del interruptor de interconexión, no será superior a 200ms.

Dispondrá de eco de confirmación de llegada del teledisparo al PRE. El tiempo entre el instante en que se aplica la orden de disparo en la entrada del equipo de la subestación y el instante que se cierra el contacto de señalización de confirmación en ese mismo equipo, no será superior a 300ms.

El enlace de comunicaciones entre equipos de subestación y PRE será de disponibilidad permanente.

El equipo de teledisparos situado en la subestación estará alimentado a 48 Vcc. y generará las siguientes alarmas e indicaciones mediante contactos normalmente abiertos:

- Alarma de fallo de comunicaciones.
- Alarma de fallo equipo.
- Confirmación de llegada orden teledisparo a PRE.
- Indicación de estado abierto/cerrado del interruptor de interconexión.

Además, el sistema de teledisparo también efectuará la captación en la interconexión y transmisión a la subestación de las señales analógicas siguientes:

- Medida de potencia activa (MW).
- Medida de potencia reactiva (MVAR).
- Medida de tensión (kV).

1.13.10. Conexiones y desconexiones del PRE

Para cada PRE existirá un único interruptor de interconexión con la red de Endesa Distribución Eléctrica, independientemente del número de generadores de la central. Todas las protecciones indicadas en el apartado 3 provocarán la apertura del interruptor de interconexión. Los circuitos de disparo de las protecciones actuarán directamente sobre el interruptor de interconexión sin pasar a través de relé o elementos auxiliares.

1.13.11. Telemida en tiempo real

De acuerdo con las Especificaciones Particulares Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U., en el documento NRZ140 de Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución Generadores en Alta y Media Tensión, con objeto de garantizar la fiabilidad, seguridad y calidad del sistema eléctrico, el generador enviará medidas en tiempo real a los centros de control de Endesa, independientemente del envío de medidas que como productor está obligado a realizar al Operador del Sistema (Red Eléctrica de España).

La instalación generadora deberá disponer de un sistema de telecontrol que enviará a Endesa, además de las telemidas en tiempo real, el estado del interruptor automático de protección, estado de las protecciones, y cualquier señal o alarma crítica. Esta información tendrá como objeto prevenir las incidencias en la red al variar las condiciones de explotación de la generación. Endesa Distribución eléctrica entregará al generador la especificación técnica de detalle del sistema de telecontrol y telesupervisión para generadores.

En el caso de que el equipo de telemida comparta algún elemento con el sistema de medida para facturación, se deberá asegurar que, en ningún caso, su funcionamiento interfiera con el suministro de datos para la correcta facturación y liquidación de la energía.

Para la Telemida en Tiempo Real se instalará un Gateway que concentrará la información existente en el equipo de teledisparo y la remitirá al Centro de Control de Generación a partir de un módem GPRS.

1.13.12. Apoyo interconexión

El apoyo de interconexión cumplirá la función de entronque a la red de Endesa Distribución en el punto de conexión previamente descrito.

En el apoyo situaremos una celda telemandada: CAS-36 (previamente descrita), que pasará a propiedad de Endesa Distribución como el apoyo.

El apoyo a emplear será de perfil metálico de celosía y cumplirá la norma UNE 207017 y se tomará como referencia la norma informativa AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.

Serán de altura suficiente para guardar las distancias reglamentarias entre el conductor y el terreno, de acuerdo con el apartado 5.5 del Reglamento vigente.

Ahora pasaremos a definir la tensión más elevada y niveles de aislamiento del material a utilizar:

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)
U ≤ 20	24	50	125

- Apoyo tipo: C4500-14.
- Función: Fin de línea amarre.
- Cruceta:
 - Designación: RC2-15-S.
 - Tipo: Recta.
- Coordenadas en UTM-WGS84; (X:755105; Y: 4265976) Huso 29N.

1.13.13. Líneas de 15 kV

La planta se conecta directamente a una red privada aérea de media tensión desde el apoyo de interconexión hasta el punto de conexión anteriormente descrito mediante un vano flojo con cableado LA-110 de 31,6 m de longitud. Estas instalaciones de interconexión pasarán a propiedad de Endesa Distribución.

Desde el apoyo de interconexión hasta el CT+CMM hay una longitud de 87,5 m. Este tramo será subterráneo, en el anexo planos aparece con más detalle la zanja de MT. Los cables a utilizar son los normalizados por Endesa.

Los conductores serán circulares compactas de aluminio, de clase 2 según la norma UNE-EN 60228:2005, y estarán formados por diversos hilos de aluminio cableados.

Sobre el conductor habrá una capa termoestable extruida semiconductor, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un grosor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor.

El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE), de 5,5 mm de grosor medio, como mínimo.

Sobre el aislamiento habrá una parte semiconductor no metálica, asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, de 0,5 mm de grosor medio mínimo, que se pueda separar del aislamiento sin dejar sobre él trazas de mezcla semiconductor apreciables a simple vista, y sin la necesidad de herramientas especiales ni aportación de calor.

La parte metálica estará constituida por una cinta longitudinal de aluminio.

La colocación de la pantalla semiconductor interna, del aislamiento y de la pantalla semiconductor externa, en el proceso de fabricación de los cables, se realizará por triple extrusión simultánea.

La cubierta exterior estará constituida por una capa de un compuesto termoplástico a base de poliolefina de color rojo, y su grosor nominal será de 2,75 o 3 mm.

Denominación comercial: AL RHZ1-OL 12/20 kV 1x95

Sección: 95 mm²; Tensión: 12/20 kV

Cruzamientos con otros servicios

Los cables de media tensión deberán cumplir con los siguientes requisitos, cuando estén enterrados en el terreno. En caso de no poder respetar las distancias que se señalen en los apartados de cruzamientos, paralelismos y proximidades para cada uno de los casos descritos a continuación, se aplicará el Decreto 120/92 del 28 de abril, y la Resolución TRI/301/2006 del 3 de febrero.

Las condiciones que han de cumplirse en los cruzamientos de cables subterráneos de media tensión son las siguientes.

Cruzamientos con calles y carreteras:

Los cables se colocarán en tubos hormigonados en toda su longitud, con profundidad mínima de 1 m. Siempre que sea posible, el cruzamiento se hará perpendicular al eje del vial.

Cruzamientos con ferrocarriles:

Los cables se colocarán en tubos hormigonados, perpendiculares a la vía siempre que sea posible, y a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior del cruce. Los citados tubos pasarán las vías férreas a 1,5 m por cada extremo.

Cruzamientos con otros conductores de energía eléctrica:

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica de media tensión de una misma empresa será de 0,30 m. La distancia mínima entre cables de media tensión de empresas diferentes o entre uno de media tensión y uno de baja tensión será de 0,30 m. La distancia del punto de cruce a las uniones, cuando existan, será superior a 1 m. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Cruzamientos con cables de telecomunicación:

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica de media tensión y los de telecomunicación será de 0,30 m. La distancia del punto de cruce a las uniones, tanto del cable de energía como del de comunicación, será superior a 1 m. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Cruzamientos con canalizaciones de agua y de gas:

La separación mínima entre cables de energía eléctrica de media tensión y canalizaciones de agua o gas será de 0,30 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua o gas, o de las uniones de la canalización eléctrica, situando unas y otras a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se

dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Paralelismos con otros servicios

Se procurará evitar que los cables subterráneos de media tensión queden en el mismo plano vertical que otras conducciones.

Paralelismos con otros conductores de energía eléctrica

La separación mínima entre cables de media tensión de una misma empresa será de 0,30 m. Si los cables de media tensión instalados en paralelo son de empresas diferentes, o si un cable es de media tensión y otro es de baja tensión, la separación mínima será de 0,30 m. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles, con una adecuada resistencia mecánica.

Paralelismos con cables de telecomunicación

Se deberá mantener una distancia mínima de 0,30 m entre los cables de energía eléctrica de MT y los de telecomunicación. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Paralelismos con canalizaciones de agua y gas

Habrà de mantenerse una distancia mínima de 0,30 m entre los cables de energía eléctrica de media tensión y las canalizaciones de agua y gas, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar) donde la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre las uniones de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua o gas será de 1 m. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Se procurará, también, mantener una distancia de 0,30 m en proyección horizontal.

En el caso de conducciones de agua se procurará que éstas queden por debajo del cable eléctrico. Cuando se trate de canalizaciones de gas se tomarán, además, medidas para evitar la posible acumulación de gas: tapar las bocas de los tubos y conductos, y asegurar la ventilación de las cámaras de registro de la canalización eléctrica o llenarlas con arena.

Proximidad con otros servicios

Proximidad a conducciones de alcantarillado

Se procurará que los cables de media tensión sean colocados por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si esto no es posible, se pasarán por debajo, y los cables se dispondrán con una protección de adecuada resistencia mecánica.

Proximidad a depósitos de carburantes

Los cables de media tensión se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán, como mínimo, de 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos ultrapasarán el depósito en 2 m. por cada extremo y se taparán hasta conseguir que sean estancos.

Proximidad a conexiones de servicio

En caso de que alguno de los dos servicios que se entrecrucen o vayan paralelos sean una conexión de servicio a un edificio, se deberá de mantener una distancia entre uno y otro de 0,30 m. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, en BT como de MT, se deberán tapar hasta conseguir una estanqueidad perfecta. Así se evitará que, en el caso que es produzca una fuga de gas en la calle, el gas entre al edificio a través de estas entradas y se acumule en el interior con el consecuente riesgo de explosión.

Accesorios

Los terminales y empalmes serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, no debiendo aumentar la resistencia eléctrica de estos. Los terminales a instalar deberán ser así mismo adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Se realizarán siguiendo la Norma correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante. Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en sus cajas terminales.

Características generales de la línea:

- Tensión nominal: 15.000 V.
- Tensión nominal mínima: 13.950 V.
- Tensión nominal máxima: 16.050 V.
- Potencia de cortocircuito: 650 MVA.

Los criterios de diseño y características de los materiales se basan en el documento de ENDESA DISTRIBUCIÓN “Condiciones técnicas para redes subterráneas de media tensión”.

Puesta a tierra

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en cada uno de sus extremos.

Protecciones contra contactos directos

Para evitar los contactos directos se realizará una línea enterrada, por medio de una zanja con protección de arena, donde los conductores van dentro de protecciones tubulares y, además, éstos están protegidos por un aislante y con una cobertura.

2. Cálculos

2.	Cálculos	38
2.1.	Estudio energético	40
2.2.	Cálculos de BT.....	42
2.2.1.	Caída de tensión.....	43
2.2.2.	Criterio térmico	44
2.3.	Cálculos de MT	44
2.3.1.	Criterio térmico	44
2.3.2.	Caída de tensión.....	44
2.3.3.	Criterio de intensidad.....	45
2.4.	Centro de maniobra y medida y transformación	45
2.5.	Dimensionado de ventilación	46
2.6.	Redes de puesta a tierra	47

2.1. Estudio energético

En este apartado se estudiará el diseño de la instalación, comprobando como los principales parámetros energéticos del emplazamiento elegido influyen sobre el rendimiento, la rentabilidad y el medio ambiente.

El cálculo de la energía producida por el sistema fotovoltaico se ha efectuado mediante el programa de cálculo PVSYST.

Este software realiza simulaciones de funcionamiento de sistemas fotovoltaicos, simulando la radiación incidente y las diferentes componentes del sistema.

PÉRDIDAS ENERGÉTICAS

Pérdidas por dispersión de potencia (A): Dato facilitado por el fabricante de paneles, éste garantiza una potencia nominal para el panel fotovoltaico que oscila dentro de un rango de $P \pm 3 \%$.

Pérdidas por temperatura: Las pérdidas de temperatura se han calculado con los datos de temperatura media mensual obtenida de:

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20^\circ C)$$

$$L_{term} = g \cdot (T_c - 25)$$

Donde:

- T_c = Temperatura de trabajo mensual de las placas fotovoltaicas, en $^\circ C$.
- g = Coef. de temperatura de la potencia. Este valor viene dado por el fabricante de la placa.
- T_{amb} = Temperatura ambiente media mensual del emplazamiento donde se ubica la planta solar fotovoltaica, en $^\circ C$.
- $TONC$ = Temperatura de operación nominal del módulo. Temperatura presente en las células solares cuando se somete la placa a una irradiación de, con un espectro AM 1.5, una temperatura ambiente de $20^\circ C$ y una velocidad del viento de 1 m/s . Este dato será suministrado por el fabricante, siendo el valor de $TONC = 45^\circ C$.
- E = Irradiancia solar, en W/m^2 .

Pérdidas por suciedad de los módulos fotovoltaicos: Las pérdidas por degradación o suciedad de los módulos tienen su origen por la disminución de potencia recibida en el generador fotovoltaico debido a la acumulación de partículas de polvo encima de estos. En este caso las pérdidas estimadas serán de un $0,09 \%$.

Pérdidas en el inversor: Según los datos facilitados por el fabricante, el rendimiento del inversor es del $98,8\%$, por tanto, se considerarán unas pérdidas del $1,2 \%$

Pérdidas por sombras: Los módulos van sobre estructura en el terreno y se consideraran las pérdidas por sombras de $3,92 \%$.

Pérdidas por degradación fotónica, LID (Light Induced Degradation) Se consideran unas pérdidas de 1% .

Pérdidas por cableado: Se consideran unas pérdidas en el cableado de CA 0,05 % y CC 1,1 %

Concepto de Performance Ratio: El factor de rendimiento total o Performance Ratio (PR), es la eficiencia de la instalación solar en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta los diferentes tipos de pérdidas enumeradas anteriormente.

En la siguiente tabla se exponen todas las pérdidas consideradas y el valor de cada una de ellas, y por último el valor del Performance Ratio:

Tipo pérdida	Valor
Sombreado lejano	0,67%
Sombreado cercano	3,92%
Angulares y espectrales	2,55%
Suciedad	0,09%
Nivel irradiación módulos	0,59%
Temperatura	5,39%
Derivación de corriente por sombreado	0,00%
Quality+Mismatch	0,00%
LID	1,00%
Cableado CC	1,10%
Eficiencia Inversor	1,78%
Ajuste MPP	0,60%
Sobrecarga-Clipping	0,21%
Cableado CA	0,05%
Transformador BT	0,93%
Transformador AT	0,30%
Línea evacuación	0,01%
Performance Ratio	82,30%

PREVISIÓN ANUAL DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

El cálculo de la energía producida por el sistema fotovoltaico se ha realizado con el programa PVSYS.

Este software realiza simulaciones de funcionamiento de sistemas fotovoltaicos conectados a red, permitiendo importar una base de datos de radiación y condiciones climáticas externa, de manera que se utilizan los datos del PVGIS, ya comentados anteriormente.

DATOS DE PRODUCCIÓN NETA				
Mes	Energía generada (MWh)	Horas equivalentes (kWh/kWn)	Factor de planta (%)	Horas equivalentes (kWh/kWp)
Enero	156	148	19,92%	125
Febrero	150	143	21,23%	121
Marzo	161	153	20,55%	129
Abril	209	199	27,65%	168
Mayo	169	161	21,58%	136
Junio	226	215	29,89%	182
Julio	235	224	30,14%	189
Agosto	221	211	28,33%	178
Septiembre	176	168	23,32%	142
Octubre	170	162	21,81%	137
Noviembre	118	112	15,58%	95
Diciembre	131	125	16,80%	106
TOTAL	2.122	2021	23,07%	1707

Se estima una producción total anual de 2.122 MWh, con una producción específica anual de 1.707 kWh/kWp.

2.2. Cálculos de BT

En un proyecto como éste, el correcto dimensionado del cableado es un factor clave en el diseño de la instalación, por un lado, influye en el presupuesto y por el otro para maximizar la eficiencia de la instalación.

El REBT limita las pérdidas de los diferentes tramos de la instalación. En función de estos valores máximos y de las características específicas de la instalación, se determinará la sección óptima de cada uno de los tramos de cableado.

Los diferentes tramos de cableado en que dividiremos la instalación serán:

- CC-Cableado entre módulos. Cable de 2x4 mm² Cu
- CC-Cableado entre módulos CC y caja primaria. Cable de 2x4 mm² Cu
- CC-Cableado entre caja primaria y caja secundaria. Cable de 2x4 mm² Cu
- CC-Cableado entre caja secundaria e inversor. Cable de 2x35 mm² Cu
- CA-Cableado entre inversores y caja de protección CA. Los cables empleados son AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S).

La elección de la sección del cable se fundamentará en dos criterios: caída de tensión, el criterio térmico y el criterio de intensidad. En este proyecto se utilizan secciones de 70 y 95 mm², para el cableado de CA.

En el anexo II (cálculo cableado baja tensión) se muestran los cálculos detallados de cada tramo.

2.2.1. Caída de tensión

Corriente continua:

La caída de tensión ΔU que se produce en una línea con corriente continua sin tener en cuenta la inducción de la línea y siendo conocida la potencia, viene dada por la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{2 \times P \times L}{C \times S \times U}$$

$$I = \frac{P}{U}$$

Donde:

P= Potencia nominal (W)

U=Tensión nominal en el campo fotovoltaico (V)

I=Intensidad de cortocircuito de los paneles (A)

L=Longitud de la línea (m)

S=Sección del conductor (mm²)

C=conductividad del elemento que forma el conductor, en este caso será cobre y su conductividad depende de la temperatura: $-(0,0006 \cdot T^2) - (0,1086 \cdot T) + 58,4 \Omega/\text{mm}^2$

Sabiendo que la caída de tensión máxima no puede ser superior a 1,5% (las cdt pueden ser variables, pero la suma de todos los tramos de continua no puede superar este valor de 1,5%), tomando como conductividad del cobre $56 \Omega/\text{mm}^2$ a T^a ambiente, se obtienen las diferentes secciones de los cableados para cada tramo.

Dado que con esta expresión obtenemos la sección mínima del cable para evitar que las pérdidas superen los límites permitidos, siempre sobredimensionado la sección hasta la primera medida normalizada superior, adaptándose de esta manera a las recomendadas por los fabricantes.

Corriente alterna:

La caída de tensión ΔU que se produce en una línea con corriente alterna despreciando la inducción de la línea y siendo conocida la potencia, viene inducción de la línea y siendo conocida la potencia, viene dada por la siguiente expresión:

Para trifásico:

$$I = \frac{P}{\cos\varphi \cdot \sqrt{3} \cdot U} ; \Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot R}{1000}$$

Donde:

P=Potencia nominal (W)

U=Tensión nominal en red (230/400V)

I= Intensidad (A)

L=Longitud de la línea (m)

cos φ = Factor potencia 0,9

R= Resistencia del cable a 25 ° C (Ω /km)

Sabiendo que la caída de tensión máxima no puede ser superior a 1,5%, se obtienen las diferentes secciones del cableado para cada tramo.

2.2.2. Criterio térmico

La sección de los conductores cumplirá, además del criterio de caídas de tensión expuesto anteriormente, con el criterio térmico. Este criterio proviene del efecto Joule, pues la emisión de calor debe ser inferior a la soportada por el cable.

Tal y como se muestra a continuación, todos los tramos cumplen las condiciones del REBT, ya que la intensidad que circula por los cables, aumentada un 25% (según ITC 40 del REBT) no supera las máximas admisibles, una vez aplicados los coeficientes de reducción indicados en el reglamento.

Existen unos valores de corrección que dependen de la Tª ambiente, la agrupación de cables, resistividad térmica del terreno, profundidad de enterramiento, etc.

2.3. Cálculos de MT

Los cables de MT son AL VOLTALENE H AL RHZ1-OL 12/20 de sección de 95 mm².

2.3.1. Criterio térmico

La capacidad de transporte de los conductores según su intensidad máxima admisible es:

Para los conductores de sección 95 mm²:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 255 \cdot 0,9 = 5.962,58 \text{ kW} = 5,962 \text{ MW}$$

La potencia de tramo a transportar son 1.125 kW, por lo tanto, cumple el criterio térmico.

2.3.2. Caída de tensión

La caída de tensión que se produce en una línea trifásica viene determinada por la fórmula:

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

Donde:

Rk=Resistencia, en Ω/km .

Xk=Reactancia, en Ω/km .

P=Potencia en MW.

L=Longitud, en km.

U=Tensión, en kV.

φ =Angulo de desfase.

Nuestro proyecto contará con un tramo de media tensión desde el CT1+CMM hasta el punto de conexión (apertura de línea), para el cual tendremos la siguiente caída de tensión:

Desde el CT1 al apoyo de interconexión:

- 87,5 m \rightarrow e% = 0,01 %

Por lo tanto, se cumple el criterio de caída de tensión.

2.3.3. Criterio de intensidad

El criterio de intensidad se basa en que la intensidad admisible por el cable sea superior a la corriente que hay en el cable, que viene determinada por la siguiente ecuación:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

S=Potencia por cada tramo

U= Tensión se servicio (10 kV)

La intensidad admisible por el cable de sección 95 mm² es igual a 255 A teniendo en cuenta los factores de corrección. Entonces, se cumplirá el criterio de intensidad si la intensidad en cada tramo es menor a la intensidad admisible.

A continuación, se muestran las potencias por tramo (kW) y sus intensidades (A).

Desde el CT1+CMM al apoyo de interconexión:

- S =1.125 kW \rightarrow I = 41 A

Se cumple el criterio de intensidad.

2.4. Centro de maniobra y medida y transformación

Puente de alta tensión:

En este caso con un transformador de 1000 kVA, obtendríamos:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 15} = 38,49 \text{ A}$$

- S = Potencia del transformador en kVA.
- U = Tensión de servicio en kV.
- Ip = Intensidad primaria en A.

Para un cable de sección de 95 mm² de Aluminio la intensidad máxima admisible es de 255 A por lo que soportaría la intensidad de 38,49 A calculada anteriormente.

Puente de baja tensión:

Calculamos la intensidad que circula por cada conductor dirigido del inversor al transformador.

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 0,8} = 721,68 \text{ A}$$

- S = Potencia del transformador en kVA.
- U = Tensión de servicio en kV.
- Is = Intensidad secundaria en A.

2.5. Dimensionado de ventilación

La superficie mínima de entrada de aire viene dada por:

$$S_e = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h} \cdot (t_i - t_e)^3} = \frac{2 + 10,5}{0,24 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{1,5} \cdot (55 - 44)^3} = 1,05 \text{ m}^2$$

Para calcular la superficie mínima de salida de aire utilizamos la siguiente fórmula:

$$S_s = 1,10 \cdot E = 1,10 \cdot 1,05 = 1,16 \text{ m}^2$$

- WFe= Perdidas en vacío (en el hierro) (kW).
- WCu= Pérdidas de carga (en el cobre) (kW).
- K=Coeficiente que viene determinado por la forma de las rejillas de ventilación.
- h= Distancia vertical entre el centro geométrico del transformador y el centro geométrico de salida de aire (m).
- ti= Temperatura máxima admisible en el interior del centro (°C).
- te= Temperatura máxima prevista en el exterior del centro (°C).

La superficie necesaria de ventilación para el dimensionado de un transformador de 1.000 kVA es de 1,05 m² para la entrada de aire y de 1,16 m² para la salida.

La superficie de ventilación de aire en el centro de transformación consiste en:

- 1 reja inferior (en la puerta del transformador) y 1 superior (pared opuesta).
- 4 en la pared lateral (2 inferiores y 2 superiores), cada una con una superficie de:

$$S_{\text{inf}} = S_{\text{sup}} = 0,78 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{lateral inf}} = S_{\text{lateral sup}} = 2 \cdot 0,28 \text{ m}^2$$

Por tanto, se cumple la superficie mínima necesaria de ventilación en el CT:

$$\text{Entrada: } S_{\text{vent C.T.}} = 0,78 + 0,56 = 1,34 \text{ m}^2 \geq 1,05 \text{ m}^2 = S_{\text{calculo}}$$

$$\text{Salida: } S_{\text{vent C.T.}} = 0,78 + 0,56 = 1,34 \text{ m}^2 \geq 1,16 \text{ m}^2 = S_{\text{calculo}}$$

2.6. Redes de puesta a tierra

Resistencia de la puesta a tierra de las masas

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalará un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección enterrado, con una longitud (L) de 1.00m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor para la resistividad del terreno es 100 ohmios por metro de:

$$R = \frac{2 \times q}{L} = \frac{2 \times 100}{1000} = 0,20 \Omega$$

Se instalarán unas 95 picas de tubo de acero galvanizado de 14 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 4 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R_e = \frac{\rho}{n \times L} = \frac{100}{95 \times 2} = 0,52 \Omega$$

Donde:

Re = resistencia de un electrodo vertical ρ = Resistividad del terreno

L = Longitud del electrodo

n = número de picas verticales en paralelo

La resistencia total de puesta a tierra será: $R_t: R + R_e = 0,20 + 0,52 = 0,78 \Omega$

La resistencia a tierra ha de ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en locales o emplazamientos conductores o 50 V en otros casos.

Dado que la protección diferencial es de 300 mA (0,3 A):

$$U = R_t \cdot I = 0,78 \cdot 0,3 = 0,53 \text{ V} < 24 \text{ V}$$

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

Resistencia de la puesta a tierra del neutro

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. La resistencia de puesta a tierra es de: 3.00 Ohm

Protección contra contactos indirectos

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$I_{def} = \frac{U_{fn}}{(R_{masas} + R_{neutro})}$$

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Diseño de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del Método de Cálculo de tierras de UNESA, según el método de cálculo el resultado mediante este cálculo es la siguiente configuración del electrodo: 60-30/5/42.

Es decir:

- Dimensiones horizontales del electrodo (a'= 6,0 m; b'= 3,0 m).
- Picas (no alineadas).
- Sección del conductor desnudo: 50 mm².
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m.
- Número de picas: 4.
- Longitud de las picas Lp: 2 m.

3. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

PARTIDA	TOTAL (€)
Movimiento de tierras, obra civil y canalizaciones	88.052,00
Viales de acceso y viales interiores	3.482,36
Cerramiento perimetral y puertas	4.925,05
Suministro y montaje de estructuras	87.059,00
Suministro e instalación B.T. (Cableado CC/CA, Protección, PAT)	55.966,50
Suministro e instalación eléctrica MT 15 kV	20.645,56
SKID SKID de diferentes potencias conteniendo cuadro general de CC, inversores, cuadro general de CA, transformador y celdas de media tensión 24 kV.	101.568,83
Modulos fotovoltaicos Suministro e instalación de módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino marca Tallmax plus modelo TSM-345 o similar.	362.662,92
Instalación de sistema de vigilancia, control y monitorización	64.800,00
Instalación de instalación metereologica	6.000,00
Total	795.162,23

Este presupuesto asciende, a la cantidad de:

SETECIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL CIENTO SESENTA Y DOS CON VEINTITRÉS CÉNTIMOS.

4. Pliego de condiciones

4.	Pliego de condiciones	51
4.1.	Condiciones generales	55
4.1.1.	Objeto de este pliego	55
4.1.2.	Disposiciones generales	55
4.1.3.	Reglamentación	55
4.1.4.	Medidas de seguridad	55
4.1.5.	Libro de órdenes	55
4.2.	Línea subterránea de media tensión	56
4.2.1.	Trazado.....	56
4.2.2.	Ocupación de vía pública	56
4.2.3.	Zanjas de obra civil	57
4.2.4.	Cruzamientos, paralelismos y proximidades.....	58
4.3.	Calidad de los materiales.....	58
4.3.1.	Empalmes de cable	58
4.3.2.	Terminales de cable	58
4.3.3.	Estanqueidad de los extremos del cable.....	59
4.3.4.	Tendido en zanja	59
4.4.	Centro de transformación y medida.....	60
4.4.1.	Ubicación centro de transformación y medida	60
4.4.2.	Ocupación vía pública	60
4.4.3.	Cruzamientos con otros servicios	61
4.4.4.	Proximidades con otros servicios.....	62
4.5.	Facultativas.....	62
4.5.1.	Técnico Director de Obra	62
4.5.2.	Constructor o Instalador	63
4.5.3.	Verificación documentos del proyecto.	63
4.5.4.	Plan de seguridad y salud en el trabajo.	63
4.5.5.	Presencia del Constructor o Instalador en la obra.	64
4.5.6.	Trabajos no estipulados expresamente.	64
4.5.7.	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto.....	64
4.5.8.	Reclamaciones contra las ordenes de la Dirección Facultativa.....	65
4.5.9.	Faltas de personal.	65
4.5.10.	Caminos y accesos.....	65
4.5.11.	Replanteo.	65
4.5.12.	Comienzo de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos.	65
4.5.13.	Orden de los trabajos.....	66
4.5.14.	Facilidades para otros Contratistas.....	66
4.5.15.	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	66
4.5.16.	Prórroga por causas de fuerza mayor.	66
4.5.17.	Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra.....	66
4.5.18.	Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	66
4.5.19.	Obras ocultas.	67
4.5.20.	Trabajos defectuosos.	67
4.5.21.	Vicios ocultos.	67
4.5.22.	Los materiales y los aparatos. Su procedencia.....	67
4.5.23.	Materiales no utilizables.	68

4.5.24.	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	68
4.5.25.	Limpieza de las obras.	68
4.5.26.	Documentación final de la obra.	68
4.5.27.	Plazo de garantía.	68
4.5.28.	Conservación de las obras recibidas provisionalmente.	69
4.5.29.	Recepción definitiva.	69
4.5.30.	Prórroga del plazo garantía.	69
4.5.31.	Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.	69
4.6.	Económicas.....	69
4.6.1.	Composición de los precios unitarios.....	69
4.6.2.	Precio de contrata. Importe de Contrata.....	70
4.6.3.	Precios Contradictorios.....	71
4.6.4.	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	71
4.6.5.	Revisión de los precios contratados.....	71
4.6.6.	Acopio de materiales.....	71
4.6.7.	Responsabilidad de constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores.....	71
4.6.8.	Relaciones valoradas y certificaciones.....	72
4.6.9.	Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	73
4.6.10.	Abonos de trabajos presupuestados con partida alzada.....	73
4.6.11.	Pagos.....	73
4.6.12.	Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	73
4.6.13.	Demora de los pagos.....	74
4.6.14.	Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	74
4.6.15.	Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	74
4.6.16.	Seguro de las obras.....	74
4.6.17.	Conservación de la Obra.....	75
4.6.18.	Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.....	75
4.7.	Técnicas para la Ejecución y montaje de instalaciones Eléctricas y/o varias.....	76
4.7.1.	Condiciones generales.....	76
4.7.2.	Canalizaciones eléctricas.....	76
4.7.3.	Conductores.....	86
4.7.4.	Cajas de empalme.....	88
4.7.5.	Mecanismos y tomas de corriente.....	89
4.7.6.	Aparamenta de mando y protección.....	89
4.7.7.	Medidas adicionales a la instalación eléctrica.....	94
4.7.8.	Puestas a tierra.....	94
4.7.9.	Inspecciones y pruebas en fabrica.....	97
4.7.10.	Control.....	97
4.7.11.	Seguridad.....	98
4.7.12.	Limpieza.....	98
4.7.13.	Mantenimiento.....	98
4.7.14.	Criterios de medición.....	99
4.8.	Técnicas para la ejecución y montaje de la Instalación Fotovoltaica.....	99
4.8.1.	Objeto.....	99
4.8.2.	Definiciones.....	100
4.8.3.	Diseño.....	101
4.8.4.	Componentes y materiales.....	103

4.8.5.	Recepción y pruebas	107
4.8.6.	Control y protección, puesta a tierra	108
4.8.7.	Cálculo de la producción anual esperada.....	114
4.8.8.	Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento	115
4.8.9.	Disposiciones finales	117

4.1. Condiciones generales

4.1.1. Objeto de este pliego

El presente Pliego de Condiciones afectará a todas las obras que comprenden este proyecto. En él se señalan los criterios generales que serán de aplicación, se describen las obras comprendidas y se fijan las normas que han de seguirse en la ejecución de las diferentes unidades de obra, las pruebas previstas para las recepciones, las formas de medida y abono de las obras, y el plazo de garantía. Al mismo tiempo, se hace constar que las condiciones que se exigen en el presente pliego serán las mínimas aceptables.

4.1.2. Disposiciones generales

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes. En particular, habrá de cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones. El contratista habrá de estar clasificado, según orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y categoría correspondiente al Proyecto.

4.1.3. Reglamentación

Además de las condiciones técnicas particulares de cada tipo de instalación, serán de aplicación las siguientes Reglamentos, Normas y Disposiciones:

- Ley de Contratos del Estado y Reglamento General de Contratación.
- Pliego de Condiciones Generales para la contratación de Obras Públicas.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

4.1.4. Medidas de seguridad

El contratista tendrá que tomar las precauciones necesarias en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo su responsabilidad que tales accidentes se ocasionen, tal y como se recoge en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995, de 8 de noviembre de 1995 y publicada en el BOE 10-11-1995.

Así mismo, el personal estará obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y ropa de seguridad exigidos para eliminar o reducir riesgos profesionales de accidentes.

4.1.5. Libro de órdenes

Es necesario que en la obra se encuentre el proyecto de la Inspección Facultativa de las Obras, un ejemplar del Plan de Obra y un Libro de Órdenes, por duplicado, numeradas con el título impreso de la obra y con la fecha y firma de la inspección facultativa y del Técnico que asume la Dirección Ejecutiva de las Obras que representa al Contratista.

4.2. Línea subterránea de media tensión

4.2.1. Trazado

El trazado se realizará de la forma más rectilínea posible, paralelo en toda su longitud. Antes de comenzar los trabajos, si ha habido posibilidad de conocer otros servicios en las fincas construidas, se indicarán las situaciones para tomar las precauciones necesarias.

Se estudiará la señalización de las obras de acuerdo con las normas municipales, y se determinarán las protecciones de seguridad vial, que se precisen tanto en la zanja como en los pasos que sean necesarios a los accesos a los portales, viviendas, comercios y garajes. Así mismo la colocación de las planchas de hierro que se hayan de colocar sobre la zanja para el paso de vehículos.

4.2.2. Ocupación de vía pública

Antes del inicio de las obras, si es necesario, el contratista deberá estudiar y prevenir los espacios donde situar la caseta de obras, el almacén de materiales, herramientas y medios auxiliares, las vallas y los contenedores. Se buscarán espacios que minimicen la incidencia sobre el tránsito y sobre el tránsito de viandantes.

Quedarán bien delimitados los espacios destinados al tránsito de viandantes, al tránsito rodado y a la propia canalización mediante vallas consistentes, estables y alineadas. También, se dispondrá una señalización adecuada para al tránsito rodado y el tránsito de viandantes, la exigida por el Código de Circulación y Ordenanza de Circulación vigentes, que garanticen en todo momento la seguridad de los viandantes, del personal de la obra y de los automovilistas. Durante las horas nocturnas, la señalización y el cerramiento estarán suficientemente iluminados, con iluminación roja o ámbar. En todos los elementos usados en señalización, habrá rótulos informativos en los cuales figurará el logotipo, nombre y teléfono del promotor y del constructor, la naturaleza, permiso y datos de inicio y finalización de la obra prevista.

Para la seguridad y comodidad del tránsito de viandantes se creará un pasillo de anchura superior a 1 m. Cuando la anchura de la calzada no permita simultáneamente la apertura de la zanja, la disposición de los materiales y la existencia del citado pasillo, se habilitará un pasillo de las mismas características en la calzada, con derivaciones hacia la fachada en cada uno de los accesos a los inmuebles. En todo momento estos pasillos se mantendrán expeditos como mínimo en la mitad de su anchura. Si alguno de estos pasos ha de salvar una zanja abierta, ésta se cubrirá con una placa de suficiente rigidez que soporte el tránsito de viandantes y colocada de forma estable de manera que al pisarla no desestabilice al viandante.

Como la ocupación de la vía pública constituye una molestia notable para el municipio, el contratista habrá de dedicar una especial atención a la organización y planificación del trabajo para reducir al mínimo el tiempo de permanencia de contenedores, materiales y medios auxiliares de obra. Trabajará totalmente coordinado con los servicios municipales, y en todo momento dedicará una especial atención al orden y a la limpieza.

4.2.3. Zanjas de obra civil

Demolición de pavimentos

La demolición de pavimentos se efectuará en el ancho que señale el proyecto y en función de los cables a instalar. Se utilizarán los medios manuales o mecánicos necesarios.

Los organismos municipales recomiendan el uso de compresores y herramientas neumáticas insonorizadas para una mayor higiene ambiental.

Cuando se utilicen medios mecánicos para la demolición, el exceso de la demolición que se produzca no se tendrá en cuenta a la hora de efectuar la medición, consideramos como demolición real la prevista en el proyecto inicial.

Las calzadas de mortero asfáltico o de hormigón en masa se repondrán en un ancho superior a la zanja.

Previamente, se efectuará un corte rectilíneo con disco en la anchura a reponer.

Para poder trasladar a un vertedero los escombros y tierras sobrantes, el contratista deberá gestionar y obtener la correspondiente Guía Municipal.

Apertura de las zanjas

Primero de todo se harán catas de prueba cada 6 o 8 m. con el objetivo de comprobar los servicios existentes, y determinar la mejor ubicación para el tendido. Cuando se marque la traza se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura que hay que respetar y que se especifica en las características del conductor.

La apertura de zanjas podrá hacerse a mano o máquina, siempre que no resulte peligroso para los servicios existentes.

Las paredes de las zanjas serán verticales hasta la profundidad definida en el proyecto. Si la naturaleza del terreno o la profundidad de la zanja lo exigieran, habrá que entibar la zanja.

En el fondo de la zanja es necesario que el terreno esté firme para evitar corrimientos en profundidad que puedan someter a los cables a esfuerzos de estiramiento.

En los cruzamientos de calzada se comprobará la existencia de tubulares de reserva a utilizar y en caso que existan, se comprobará su estado y utilidad. En caso de no haber o no poderse utilizar los existentes, se tendría de construir nuevos tubulares.

En función de la naturaleza del terreno se dejarán puentes, la distancia máxima entre puentes será de 10 m, la forma de entibamiento natural para evitar desprendimientos de tierras o caída del pavimento (especialmente, en días de lluvia). Estos puentes se pueden aprovechar para facilitar la entrada de los transeúntes al pasadizo de viandantes de fachada o a los inmuebles.

Durante la apertura de la zanja se procurará dejar si es posible, un paso de 0,5 m entre la zanja y las tierras extraídas, y así facilitar la circulación del personal de obra y evitar la caída de éste en la zanja. Las tierras se mantendrán limpias de escombros. En algunos términos municipales es obligatoria la retirada diaria de tierras.

Cuando haya dificultad de espacio en aceras y/o calles, y las tierras de excavación para volver a utilizar para el relleno de la zanja impidan el tránsito de viandantes o el tránsito rodado, el contratista habrá de aportar un contenedor para almacenar las citadas tierras y facilitar así el paso por la zona de trabajo.

La zanja estará cerrada por los dos lados con cerramientos metálicos sin continuidad, y alineados.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejará el paso suficiente para vehículos y viandantes, así como accesos a edificios, comercios o garajes. Las excavaciones y obstáculos se habrán de señalar adecuadamente como prescriban las ordenanzas municipales.

Si durante las obras de apertura de zanjas, aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán las precauciones necesarias para no dañarlas, dejándolas al acabar los trabajos en las condiciones en las cuales se encontraban primitivamente.

4.2.4. Cruzamientos, paralelismos y proximidades

En cuanto a las distancias de cruzamientos, paralelismos y proximidades con otros servicios se cumplirá lo descrito en los apartados reflejados en la memoria del presente proyecto.

4.3. Calidad de los materiales

Los conductores serán unipolares, de aluminio, de forma circular compacta, campo radial, aislamiento seco termoestable y tensión nominal (U_0/U) 0'6/1 kV eficaces, siendo:

- U_0 : la tensión nominal a frecuencia industrial entre cada uno de los conductores y la pantalla metálica.
- U : la tensión nominal a frecuencia industrial entre conductores.

4.3.1. Empalmes de cable

Los empalmes que se utilicen podrán ser de tipo termoretráctil o contráctil.

Los operarios que realicen las uniones estarán cualificados para confeccionar los empalmes. Se irá con cuidado especialmente en los siguientes puntos:

- Dimensiones de la cubierta semiconductor interna y externa.
- Utilización de uniones adecuadas y encaste con herramientas necesarias.
- Limpieza general.
- Aplicación de calor uniforme en los termoretráctiles y ejecución correcta de los contráctiles.

4.3.2. Terminales de cable

Los operarios estarán cualificados para realizar la confección de los terminales. Los terminales serán adecuados para las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta que el radio mínimo de curvatura de las mismas no podrá ser inferior a 15 veces el diámetro de los cables que se canalicen.

Para los cables unipolares los esfuerzos de tracción no han de sobrepasar 3 daN/mm² de sección de conductor de aluminio.

Cuando el cable se tienda en tramos con curvas, se ha de tener presente que el esfuerzo de tracción, en función del radio de curvatura, R, expresado en m. Así, como la máxima tracción admisible en tramos con curvas es de $450 \times R$ (daN).

Así mismo, ha de vigilarse el paso del cable por las curvas (donde han de colocarse diversos rodillos) para que su movimiento sea bien suave e igualmente ha de vigilarse en las embocaduras de los tubos donde han de colocarse protecciones adecuadas.

4.3.3. Estanqueidad de los extremos del cable

Los extremos del cable han de estar protegidos en todo momento para evitar la penetración de humedad, a la hora de realizar las uniones y terminaciones se despreciará el último 0,5 m de cable.

Se asegurará la estanqueidad del cable con los elementos habitualmente destinados a este fin, tanto esté tendido en la zanja como si está almacenado bobina.

4.3.4. Tendido en zanja

Antes de comenzar el tendido del cable, se recorrerán las zanjas para comprobar los siguientes puntos:

- El cable ha de tener una entrada suave a la zanja.
- Los lados de la zanja, así como las pilas de tierra próximas a los lados habrán de estar libres de piedras, cantos rodados u objetos que puedan caer a la zanja.
- El suelo de la zanja que ha de recibir el cable ha de estar liso, estar libre de aristas vivas, cantos rodados, piedras, etc. Disponer de un lecho de arena de 5 a 10 cm.
- Al largo de la zanja ha de haber rodillos dispuestos cada 3 a 6 m (según el peso del cable) puestos de manera que puedan girar libremente, tengan una base suficiente para no volcar y no puedan dañar al cable. En estas condiciones, los esfuerzos de tracción son del orden del 15 % del peso del cable.
- A la salida de la bobina se colocará un rodillo de más anchura para abastar las diferentes posiciones del cable al ancho de la bobina. Deberá tenerse especial cuidado en la posición de los rodillos en todas las curvas. En ellas se dispondrán algunos rodillos verticalmente para evitar que el cable se ciña contra el lado de la zanja.
- Durante el tendido del cable solamente se autorizará a desenrollar el cable de fuera de la zanja de manera excepcional y siempre bajo vigilancia del director de obra o persona por é delegada.
- Una vez tendido el cable no se permite desplazarlo lateralmente mediante palancas u otros instrumentos. Esta operación habrá de realizarse siempre a mano.

- En canalizaciones con cables unipolares se colocará una abrazadera cada metro, que envuelva las tres fases y el neutro y los mantenga unidos.
- No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta hasta el día siguiente sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo al menos con una capa de 0,20 m de arena fina.
- Una vez instalado el cable han de taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases y roedores. Previamente, se protegerá la parte correspondiente de la cobertura del cable con jute, arpillera alquitranada, trapos, etc., y se tapanán las bocas con mortero pobre, lechada de espumas, etc., que sean fáciles de eliminar y no estén en contacto con la cubierta del cable.
- En ocasiones los tubos se rellenarán con una mezcla de tipo cemento débil, bentonita, etc. Con esto se mejorará la disipación de calor y se mantiene el cable inamovible respecto a las dilataciones debidas a los ciclos de carga. Otras veces es preferible dejar el tubo libre para su fácil acceso posterior.

4.4. Centro de transformación y medida

4.4.1. Ubicación centro de transformación y medida

La instalación del nuevo Centro de Transformación o Medida en proyecto se realizará en terrenos de propiedad particular, quedando de la forma más rectilínea posible, paralelo en toda su longitud a aceras y fachadas de edificios. Antes de empezar los trabajos, si ha habido posibilidad de conocer otros servicios en las fincas construidas, se indicarán las situaciones para tomar las precauciones necesarias.

Se estudiará la señalización de las obras de acuerdo con las normas municipales, y se determinarán las protecciones de seguridad vial, que se precisen en la obra como en los pasos que sean necesarios a los accesos a los portales, viviendas, comercios y garajes. Así mismo, la colocación de las planchas de hierro que se tengan que colocar sobre la zanja para el paso de vehículos.

4.4.2. Ocupación vía pública

Antes del inicio de las obras, si es necesario, el contratista deberá estudiar y prever los espacios donde situar la caseta de obra, el almacén de materiales, herramientas y medios auxiliares, las vallas y los contenedores. Se buscarán espacios que minimicen la incidencia sobre el tráfico y sobre el tránsito de viandantes.

Quedarán bien delimitados los espacios destinados al tránsito de viandantes, al tráfico rodado y a la propia obra mediante vallas consistentes, estables y alineadas. También, se dispondrá una señalización adecuada para el tráfico rodado y el tránsito de viandantes, la exigida por el Código de Circulación y Ordenanza de Circulación vigente, que garanticen en todo momento la seguridad de los viandantes, del personal de la obra y de los automovilistas. Durante las horas nocturnas, la señalización y el cerramiento estarán suficientemente iluminados, con iluminación roja o ámbar. En todos los elementos usados en señalización deberá haber rótulos informativos en los cuales figurará el logotipo, nombre y teléfono del promotor y del constructor, la naturaleza, permiso y datos de inicio y finalización de la obra prevista.

Para la seguridad y comodidad del tránsito de viandantes se creará un pasillo de ancho no inferior a 1 m al lado de la fachada y longitudinalmente a esta. Cuando la anchura de la calzada no permita simultáneamente la obertura de la zanja, la disposición de los materiales y la existencia del citado pasillo, se habilitará un pasillo de las mismas características en la calzada, con derivaciones hacia la fachada en cada uno de los accesos a los inmuebles. En todo momento estos pasillos se mantendrán expeditos como mínimo en la mitad de su anchura. Si alguno de estos pasos ha de salvar una zanja abierta, ésta se cubrirá con una placa de suficiente rigidez que soporte el tránsito de viandantes y colocada de forma estable de manera que al pisarla no desestabilice al viandante.

Como la ocupación de la vía pública constituye una molestia notable para el municipio, el contratista deberá dedicar una especial atención a la organización y planificación del trabajo para reducir al mínimo el tiempo de permanencia de contenedores, materiales y medios auxiliares de obra. Trabajará totalmente coordinado con los servicios municipales, y en todo momento dedicará una especial atención al orden y a la limpieza.

4.4.3. Cruzamientos con otros servicios

En el supuesto de afectar instalaciones ajenas a la instalación del nuevo Centro en proyecto, consistente en la excavación y colocación de un nuevo C.T, se deberá proceder de la siguiente:

Cruzamientos con otros servicios

En el caso de no poder respetar las distancias que se señalen en los apartados de Cruzamientos, Paralelismos y Proximidades para cada uno de los casos descritos a continuación, se aplicará el Decreto 120/92 de 28 de abril y la Resolución TRI/301/2006 de 3 de febrero.

Las condiciones a cumplir en los cruzamientos de las instalaciones proyectadas son las siguientes:
Cruzamientos con otros conductores de energía eléctrica

La distancia mínima entre cables de MT de una misma empresa o empresas diferentes será de 0,30 m. Así mismo, la distancia mínima entre cables de M.T. y BT también será de 0,30 m.

La distancia del punto de cruce en las uniones, cuando existan, será superior a 1 m. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Cruzamientos con cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica de MT y los de telecomunicación será de 0,30 m. La distancia del punto de cruce en las uniones, tanto del cable de energía como del de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Cruzamientos con canalizaciones de agua y de gas

La separación mínima entre cables de energía eléctrica de MT y canalizaciones de agua o gas será de 0,30 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de las uniones de

la canalización eléctrica, situando unas y otras a una distancia superior a 1 m del punto de cruce. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

4.4.4. Proximidades con otros servicios

Proximidad a conducciones de alcantarillado

En el supuesto de afectar servicios de alcantarillado en la instalación del nuevo C.T., no se admitirá incidir en su interior.

Proximidad a depósitos de carburante

En la excavación e instalación del nuevo C.T. en proyecto se procurará guardar una distancia de como mínimo, 1,20 m. del depósito.

4.5. Facultativas

4.5.1. Técnico Director de Obra

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación de este.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.

- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

4.5.2. Constructor o Instalador

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

4.5.3. Verificación documentos del proyecto.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes. El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

4.5.4. Plan de seguridad y salud en el trabajo.

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

4.5.5. Presencia del Constructor o Instalador en la obra.

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

4.5.6. Trabajos no estipulados expresamente.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones. Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

4.5.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

4.5.8. Reclamaciones contra las ordenes de la Dirección Facultativa.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

4.5.9. Faltas de personal.

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

4.5.10. Caminos y accesos.

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo, el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación con el título de esta, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

4.5.11. Replanteo.

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de este en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta. El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez conformado preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

4.5.12. Comienzo de la obra, ritmo de ejecución de los trabajos.

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

4.5.13. Orden de los trabajos.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

4.5.14. Facilidades para otros Contratistas.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

4.5.15. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

4.5.16. Prórroga por causas de fuerza mayor.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

4.5.17. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

4.5.18. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones de este que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

4.5.19. Obras ocultas.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

4.5.20. Trabajos defectuosos.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

4.5.21. Vicios ocultos.

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

4.5.22. Los materiales y los aparatos. Su procedencia.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

4.5.23. Materiales no utilizables.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particular vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

4.5.24. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo de este.

4.5.25. Limpieza de las obras.

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

4.5.26. Documentación final de la obra.

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

4.5.27. Plazo de garantía.

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

4.5.28. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

4.5.29. Recepción definitiva.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

4.5.30. Prórroga del plazo garantía.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

4.5.31. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

4.6. Económicas

4.6.1. Composición de los precios unitarios.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

4.6.2. Precio de contrata. Importe de Contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratase a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

4.6.3. Precios Contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

4.6.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

4.6.5. Revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

4.6.6. Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

4.6.7. Responsabilidad de constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o

Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

4.6.8. Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido. Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

4.6.9. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

4.6.10. Abonos de trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo que el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

4.6.11. Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

4.6.12. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

4.6.13. Demora de los pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

4.6.14. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

4.6.15. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

4.6.16. Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

4.6.17. Conservación de la Obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

4.6.18. Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado. En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

4.7. Técnicas para la Ejecución y montaje de instalaciones Eléctricas y/o varias

4.7.1. Condiciones generales

Todos los materiales que emplearemos en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación. Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

Las obras que comprende este Proyecto y que se efectuarán con las condiciones señaladas en este Pliego, son las siguientes: Movimiento de tierras y excavaciones (Si procede), suministro y montaje de conductores eléctricos, placas, inversores y accesorios en BT. Suministro y montaje de cables, conexiones. Pruebas y puesta en funcionamiento de la instalación.

4.7.2. Canalizaciones eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.

- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos. La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de cayendo en vertical los tubos están inclinados 15 °
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1. Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	2	Ligera
- Resistencia al impacto	2	Ligera
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de cayendo en vertical los tubos están inclinados 15 °
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2. Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	3	Media
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90 °C (+ 60 °C canal. prec ordinarias)
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo

- Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

3. Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad /aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de cayendo en vertical los tubos están inclinados 15 °
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior elevada y compuestos
- Resistencia a la tracción	2	Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

4. Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad /aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de cayendo en vertical los tubos están inclinados 15 °
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior elevada y compuestos
- Resistencia a la tracción	2	Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador

Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera
--------------------------------------	---	--------

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.
- Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como, por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como, por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban

contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- 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.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de estos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de estos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

Conductores aislados enterrados.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de - 5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

Conductores aislados en el interior de la construcción.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V. Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de estos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura. La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones. Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

Conductores aislados bajo canales protectoras.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤16 mm	> 16 mm
- Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	+15 °C	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad /aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2
- Resistencia a la penetración del agua	No declarada	
- Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

Conductores aislados bajo molduras.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.

- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se harán mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de estas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Accesibilidad a las instalaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

4.7.3. Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en memoria, planos y mediciones.

Materiales.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

De 450/750 V de tensión nominal.

- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.

De 0,6/1 kV de tensión nominal.

- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.

- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de un baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo. A continuación, se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

Dimensionado.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible: Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo con las prescripciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio: La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria: La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de estos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

Identificación de las instalaciones.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Las instalaciones deberán presentar unos valores de resistencia de aislamiento de al menos:

<u>Tensión nominal instalación</u>	<u>Tensión ensayo corriente continua (V)</u>	<u>Resist. Aislamiento (M1)</u>
MBTS o MBTP	250	z.0,25
≤ 500 V	500	z.0,50
> 500 V	1000	z.1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

4.7.4. Cajas de empalme

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto,

después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

4.7.5. Mecanismos y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y todas de ellas dispondrán, como norma general, puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada para evitar falsos contactos.

4.7.6. Aparata de mando y protección

Cuadros eléctricos.

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).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa

de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas, provistas de tapas desmontables. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido para los cables de mando y control.

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.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

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.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

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 sean 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 especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

Interruptores automáticos:

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecorrientes de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él. Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

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.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

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.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

Interruptores diferenciales.

1. La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- Después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- Si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección

complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2. La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación".

Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

Donde:

- R_a : es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a : es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial- residual asignada.
- U : es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

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.

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.

Prensaetopas y etiquetas.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaetopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaetopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

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. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

4.7.7. Medidas adicionales a la instalación eléctrica

En la medida de lo posible, los equipos eléctricos se ubicarán en áreas no peligrosas. Si esto no es posible, la instalación se llevará a cabo donde exista menor riesgo.

Los equipos eléctricos se instalarán de acuerdo con las condiciones de su documentación particular, se pondrá especial cuidado en asegurar que las partes recambiables, tales como lámparas, sean del tipo y características asignadas correctas. Las inspecciones de las instalaciones objeto de esta Instrucción se realizarán según lo establecido en la norma UNE-EN 60079- 17.

En el caso de circunstancias excepcionales, como, por ejemplo, ciertas tareas de reparación, que va a ser una operación solo durante un periodo limitado, estará bajo la supervisión de personal especialmente formado, y se tomarán las medidas de seguridad necesarias, como prevenir la aparición de atmósferas explosivas peligrosas y la desconexión de equipos.

4.7.8. Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al

mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos;
- Pletinas, conductores desnudos;
- Placas;
- Anillos o mallas metálicas;
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección	16 mm ² Cu 16 mm ²
Acero Galvanizado No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

<u>Sección conductores fase (mm²)</u>	<u>Sección conductores protección (mm²)</u>
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o conductores aislados o desnudos que posean una envoltura común con los conductores activos, o conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

4.7.9. Inspecciones y pruebas en fabrica

La aparata se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular, se harán las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 MΩ.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

4.7.10. Control

Se realizarán los análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que ordene el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que, por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

4.7.11. Seguridad

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de comprobar que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

4.7.12. Limpieza

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

4.7.13. Mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

4.7.14. Criterios de medición

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a los especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

4.8. Técnicas para la ejecución y montaje de la Instalación Fotovoltaica

4.8.1. Objeto

- Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este pliego. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.
- Se valorará la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.
- El ámbito de aplicación de este Pliego de condiciones técnicas (en el que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.
- En determinados supuestos por los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.
- Este PCT se encuentra asociado a las líneas de ayudas para la Promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito de Plan de Fomento de Energías Renovables. Determinados apartados hacen referencia a su inclusión en la memoria a presentar con la solicitud de la ayuda o en la memoria de diseño o proyecto a presentar previamente a la verificación técnica.

4.8.2. Definiciones

Radiación solar

- Radiación solar: es la energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.
- Irradiancia: la densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo. Se mide en kW/m².
- Irradiación: la energía incidente en una superficie por unidad de superficie ya lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kW/m².

Instalación

- Instalaciones fotovoltaicas: Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún paso intermedio.
- Instalaciones fotovoltaicas interconectadas: Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.
- Línea y punto de conexión y medida: La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con el cometido, denominado punto de conexión y medida.
- Interruptor automático de la interconexión: Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.
- Interruptor general: Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.
- Generador fotovoltaico: Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.
- Rama fotovoltaica: Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.
- Inversor: Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.
- Potencia nominal del generador: Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.
- Potencia de la instalación o potencia nominal: Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

Módulos

- Célula solar o fotovoltaica: dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.
- Célula de tecnología equivalente (CTE): es una célula solar encapsulada de forma independiente, la tecnología de fabricación y encapsulado de la cual es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forma la instalación.

- Módulo o panel fotovoltaico: es un conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como un único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.
- Condiciones Estándar de Medida (CEM): son unas determinadas condiciones de irradiancia y temperatura de célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas de la siguiente manera:
 - Irradiancia solar 1000 W/m².
 - Distribución espectral AM 1,5 G.
 - Temperatura de la célula 25 ° C.
- Potencia pico: potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.
- Temperatura de operación nominal de la célula (tonka): temperatura a la cual llegan las células solares cuando se somete el módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20°C y la velocidad del viento de 1m/s.

Integración arquitectónica

Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos: Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

Revestimiento: cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

Cierre: cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanqueidad y aislamiento térmico.

Elementos de sombreado: cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en los tejados o en la fachada del mismo.

La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida 3.4.1. se denominará superposición y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

4.8.3. Diseño

Diseño del generador fotovoltaico

El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones en su apartado. Todos los módulos que integran la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos diferentes, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia negativos en la instalación la citada causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que se hayan sometido. En cualquier caso, cualquier producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con aprobación expresa. En todos los casos deben cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

Orientación, inclinación y sombras

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica. En todos los casos se deben cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

	Orientación y Inclinación OI	Sombras O	Total OI + O
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la memoria de solicitud.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras e incluir su cálculo detallado en la memoria de solicitud de acuerdo con lo estipulado en los anexos II y III.

Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo con el anexo III y las pérdidas por sombreado entre filas de módulos deberán incluirse en las pérdidas por sombras del mismo anexo.

Diseño del sistema de monitorización

El sistema de monitorización, cuando se instale de acuerdo a la convocatoria, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente D.C. a la entrada del inversor.
- Voltaje de fases en la red, corriente total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos medida con una célula o módulo de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente a la sombra.

- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kW.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y siempre que sea posible en potencias mayores a 5 kW.
- Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme el documento del JRC - Ispra " Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Documento A" report EUR16338EN.

Integración arquitectónica

- En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico según lo estipulado en este punto, la memoria de solicitud y la memoria de diseño o proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.
- Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.
- Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido y los efectos sobre la estructura.
- En cualquier caso, el IDAE podrá requerir un informe de integración arquitectónica con las medidas correctoras a adoptar. La propiedad del edificio, por sí sola o por delegación, informará y certificará sobre el cumplimiento de las condiciones requeridas.
- Cuando sea necesario a criterio del IDAE, en la memoria de diseño o proyecto adjuntará el informe de integración arquitectónica donde se especifiquen las características urbanísticas y arquitectónicas del mismo, los condicionantes considerados para la incorporación de la instalación y las medidas correctoras incluidas en el proyecto de la instalación.

4.8.4. Componentes y materiales

Generalidades

- Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores) como materiales (conductores, cajas y armarios de conexión, exceptuando el cableado de continua que será de doble aislamiento).
- La instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.
- El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

- Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y humedad.
- Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.
- En la memoria de diseño o proyecto se resaltarán los cambios que se hayan podido producirse y el motivo de los mismos respecto a la memoria de la solicitud. Además, se incluirán las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.
- Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores y etiquetas estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales.

Sistemas generadores fotovoltaicos

- Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE -EN- 61215 para módulos de silicio cristalino o UNE - EN- 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, que se deberá acreditar mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.
- El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie donde se pueda ver la trazabilidad hasta la fecha de fabricación.
- Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto a estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la memoria de solicitud justificación de su utilización.
- Los módulos deberán llevar diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar, deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

- Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra.

- Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles e interruptores) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Seguidor

- Los seguidores deberán cumplir las especificaciones técnicas de este apartado. En caso contrario, se deberá incluir en la memoria de solicitud y de diseño o proyecto un apartado justificativo de los puntos objeto de incumplimiento y su aceptación deberá contar con aprobación expresa. En todos los casos se deberá dar cumplimiento a las normas aplicables.
- La estructura del seguidor ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE -AE- 88.
- El diseño y la construcción del seguidor y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- El diseño del seguidor se realizará teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- El seguidor se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de trepanados en la estructura se realizará antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- Los tornillos deben ser de acero inoxidable, cumpliendo la norma MV -106.

Inversores

- Será del tipo conexión a la red eléctrica con una potencia de entrada variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico pueda proporcionar a lo largo de cada día.
- Las características básicas de los inversores serán las siguientes:
 - Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
 - Autocommutado.
 - Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
 - No funcionará en isla o modo aislado.
- Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante) incorporando protecciones frente a:
 - Cortocircuitos en alterna.

- Tensión de red fuera de rango.
 - Frecuencia de red fuera de rango.
 - Sobretensiones mediante varistores o similares.
 - Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclo, ausencia y retorno de la red, etc.
- Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.
 - Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:
 - Encendido y apagado general del inversor.
 - Conexión y desconexión del inversor a la interfaz AC.
 - Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar de un 10% superiores a las CEM. Además, soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25 y 100 % de potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 y 88% respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si estuviera) para inversores de potencia inferior a 5 kW y del 90 al 92% para inversores mayores de 5 kW.

El autoconsumo de los equipos (pérdidas en vacío) en " stand- by "o modo nocturno" deberá ser inferior a un 2% de la potencia de salida nominal.

El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 y 100% de la potencia nominal. El inversor deberá inyectar en la red, para potencias mayores del 10% de su potencia nominal.
 - Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP22 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP32 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles y IP65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.
 - Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 y 40 ° C de temperatura y 0 y 85 % de humedad relativa.

Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamiento. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte DC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior a 1,5 % y los de la parte AC

para que la caída de tensión sea inferior del 0,5%; teniendo en cuenta en ambos casos como referencia las correspondientes a cajas de conexión.

Se incluirá toda la longitud de cable DC y AC. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas. Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuados para su uso en la intemperie, al aire o enterrado de acuerdo con la norma UNE-21123.

Conexión a red

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el RD 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el RD 1663/2000 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el RD 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

En conexiones a la red trifásica, las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 Um respectivamente) para cada fase.

Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el RD 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la memoria de solicitud y de diseño o proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Armónicos y contabilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el RD 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

4.8.5. Recepción y pruebas

- El instalador entregará al usuario un documento o albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales

entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

- Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará a los certificados de calidad, simulando varios modos de funcionamiento.
- Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:
 - Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
 - Pruebas de arranque y paradas en diferentes instantes de funcionamiento.
 - Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
 - Determinación de la potencia instalada de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo 1.
- Concluidas las pruebas y la puesta en marcha, se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación, sin el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:
 - Entrega de toda la documentación, requerida en este PCT.
 - Retirada de obra de todo material sobrante.
 - Limpieza de las zonas ocupadas con transporte de todos los desechos a vertedero.
- Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberán formar al personal de operación.
- Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, excepto para módulos fotovoltaicos que la garantía será de 8 años, contado a partir de la fecha de la firma de acta de recepción provisional.
- Sin embargo, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que en su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

4.8.6. Control y protección, puesta a tierra

Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65 ° C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en un lugar visible.

Aparatos de protección.

- Protección contra sobrintensidades

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

- Aplicación

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobrintensidades (sobrecargas y cortocircuitos).

- Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones. El límite de intensidad de corriente admitida en un conductor debe quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado. Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

- Protección contra cortocircuitos

Se deben poner dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que ésta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos. La capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de la instalación. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

- Situación y composición

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de estos, así como en los puntos en que la intensidad admitida disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.

- Normativa aplicable:

Pequeños interruptores automáticos (PIAS): Los interruptores automáticos para la protección contra sobrecorrientes se ajustarán a la norma UNE -EN- 60898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25.000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V por interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V por interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.
- Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.
- Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.
- El poder de corte asignado será 1.500, 3.000, 4.500, 6.000, 10.000 y por encima 15.000, 20.000 y 25.000 A.
- La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.
- Cada interruptor deberá llevar visiblemente y de forma indeleble, las siguientes indicaciones:
 - La corriente asignada con el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B, C o D), por ejemplo, B16.
 - Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin la indicación del símbolo de las unidades.
 - Clase de limitación de energía, si es aplicable.
 - Los bornes destinados exclusivamente al neutro deben estar marcados con la letra "N".

Interruptores automáticos de baja tensión: Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN-60947-2:1996. La tensión asignada de los contactos principales no debe sobrepasar 1.000V en corriente alterna o 1.500V en corriente continua. Se aplica cualquiera que sea las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y la función prevista de los interruptores automáticos. Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble y en un lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada (I_n).
- Capacidad por seccionamiento, si le corresponde.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y 1 si se utilizan símbolos.

- También llevarán marcado, aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de utilizarse, y el símbolo que indicio las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.
- Fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN-60269-1 :1998. Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión cerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos de corriente alterna y frecuencia industrial, en la que la tensión asignada no sobrepase 1.000V, o los circuitos de corriente continua la tensión asignada de los cuales no sobrepase 1.500V. Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 7, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000 y 1250. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidas.
- Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual.

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN-60947-2:1996. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos los contactos principales de los cuales están destinados a ser conectados a circuitos la tensión asignada de los cuales no sobrepasa 1.000V en corriente alterna o 1.500V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas. Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0,006 A, 0,01 A, 0,03 A, 0,1 A, 0,3 A, 0,5 A, 1A, 3A, 10A y 30A.
- Características principales de los dispositivos de protección.

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes: Deben poder soportar la influencia de los agentes exteriores a los que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación. Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse, permitiendo su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno. Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo a su funcionamiento a las curvas medida- tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura o cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, la capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de la instalación, excepto que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático. Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.
- Protección contra sobretensiones de origen atmosférico.

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2.: Cuando una instalación se alimenta por, o incluya, una línea aérea con conductores desnudos o aislados se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación. El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio. Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se instalen. En redes TT, los descargados se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

- Protección contra contactos directos e indirecto.

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24 y en la norma UNE-20460-4-41. La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que puedan derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a usar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección mediante barreras o envolventes.
- Protección mediante obstáculos.
- Protección para puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.
- Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de alimentación en caso de error, mediante el uso de interruptores diferenciales.
- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados y 50 V en los demás casos.
- Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierras.
- Como dispositivo de corte por intensidad de defecto se utilizarán los interruptores diferenciales. Debe cumplirse la siguiente condición: $R = V_c / I_s$: donde, R: Resistencia de puesta a tierra (Ohm) Vc: Tensión de contacto máxima (24V en locales húmedos y 50V los demás) Is: Sensibilidad del interruptor diferencial (valor mínimo de la corriente de defecto, en A, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger).

Redequipotencial

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o al resto de elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por escolares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no férricos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC BT 19 por los conductores de protección.

Instalación de puesta a tierra

Estará compuesta por toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC BT 18.

- Naturaleza y secciones mínimas.

Los materiales que aseguran la puesta a tierra serán tales que el valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC BT 24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas de cada instalación. Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga pueden circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas. En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección de al menos 25mm² si disponen de protección mecánica y de 4mm² si no disponen de la misma. Las secciones de los conductores de protección, y los conductores de tierra están definidas en la instrucción ITC BT 18.

- Tendido de los conductores

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo. El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

- Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desee poner en el suelo como con el de electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de conexión adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe la utilización de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc. Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualesquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que

la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas. Se deberá prever un borne principal de tierra en la instalación, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuera necesario, también los de puesta a tierra funcional.

- Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra.

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer de un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierras.

4.8.7. Cálculo de la producción anual esperada

- En la memoria de solicitud, se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.
- Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:
 - G_{dm} (0): valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal en kWh/(m² día), obtenida a partir de alguna de las siguientes fuentes:
 - Instituto Nacional de Meteorología.
 - Organismo autonómico oficial.
 - G_{dm} (α, β): valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plan de generador en kWh/(m²•día), obtenido a partir de la anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10% anual. El parámetro α representa el azimut y β la inclinación del generador.
 - PR: Rendimiento energético de la instalación o "performance ratio", definido como la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:
 - La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
 - La eficiencia del cableado.
 - Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
 - Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
 - La eficiencia energética del inversor en operación.
 - Otros.
 - La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR}{G_{CEN}}$$

Las unidades resultantes son kWh/día donde: P_{mp}: potencia pico del generador

GCEM = 1 kW/m²

Los datos se presentarán en una tabla con los valores medios mensuales y el promedio anual.

4.8.8. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

Generalidades

- Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.
- El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las tareas de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de esta:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.
- Plan de mantenimiento preventivo: Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de los límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.
- Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante la vida útil. Incluye:
 - La visita a la instalación en los plazos indicados y cada vez que el usuario lo requiera por avería grado en la instalación.
 - En el análisis y presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de ésta.
 - Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidos ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.
- El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.
- El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de menos de 5 kWp y semestral por resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
 - Comprobación del estado de los módulos: Comprobar la situación respecto al proyecto original y verificar el estado de las conexiones.
 - Comprobación del estado del inversor: Funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas.
 - Comprobación del estado mecánicos de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reajuste de bornes), pletinas, transformadores, ventiladores / extractores, uniones, reajustes, limpieza.
- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se vea el estado de las instalaciones y las incidencias ocurridas.
 - Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación, autorización de la empresa).

Garantías.

- **Ámbito general de la garantía.**

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

- **Plazos.**

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de tres años, por todos los materiales utilizados y el procedimiento utilizado en su montaje.

Si hubiera que interrumpir la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de estas interrupciones.

- **Condiciones económicas.**

La garantía comprende la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra utilizada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y

eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se incluirán la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que el citado suministrador cumpla con las obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en el último plazo citado, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que haya incurrido el suministrador.

Anulación de la garantía

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto 9.3.3.4.

Lugar y tiempo de la prestación

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará al fabricante.

El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

Las averías de las instalaciones se repararán en el lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en las citadas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

4.8.9. Disposiciones finales

Condiciones de contratación

- Elección de componentes: Todos los materiales utilizados en el montaje de la instalación corresponden a los de mayor fiabilidad de los que se encuentran en el mercado, cumpliendo, a la vez, todas y cada una de las condiciones de trabajo a que éstos se someten.
- Prescripciones generales de la instalación: Se aplicarán todas las previstas en el RBT.

Ejecución del proyecto

La empresa constructora encargada de la ejecución del presente proyecto deberá tener en cuenta todas las normas que sobre el montaje existan. Todas las obras deberán ser realizadas por personal cualificado.

- Plazo de ejecución

Será fijado en el plazo de ejecución de las bases de contratación.

- Comprobación del circuito.

Una vez terminado el montaje se efectuarán los siguientes controles:

- Pruebas de arranque y parada en diferentes instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medios de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

- Prueba final de entrega.

Antes de dar por finalizada la ejecución del proyecto se someterá a la instalación a una prueba en iguales condiciones a las que normalmente será utilizada.

Condiciones facultativas

- Dirección: La Dirección del montaje estará realizada por la persona firmante de este proyecto. La instalación de los elementos se adecuará a los planos y documentos del presente proyecto. Si hubiera necesidad de variar algún punto de este proyecto, será el Director de montaje el único autorizado para ello.
- Interpretación: La interpretación del proyecto en toda su amplitud correrá a cargo del técnico, al que la empresa constructora deberá obedecer en todo momento. Si hubiera alguna diferencia en la interpretación de las condiciones del citado proyecto, la empresa constructora deberá aceptar y obedecer la opinión del técnico.
- Responsabilidad de la empresa constructora. Esta será la única responsable de las indemnizaciones que tuviesen lugar por el sobrepeso que pudiera costarle la instalación de los elementos del proyecto y para los errores maniobras que pudiera cometer durante la realización de este.
- Exclusividad del proyecto. La empresa constructora no podrá en ningún caso traspasar este contrato ni dar trabajo a ninguna otra persona, sin previa autorización de la dirección técnica.

Garantías

- Plazo de garantía. El suministrador garantizará la instalación durante un periodo mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento usado en su montaje. La garantía de los módulos fotovoltaicos será de 10 años. Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales y si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación. Si hubiera que interrumpir la explotación del suministro debido a

razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de las citadas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra utilizada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía. Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortizaciones de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante. Asimismo, se deberán incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación. Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que el citado suministrador cumpla sus obligaciones. Si el suministrador no cumpliera con sus obligaciones en el citado último plazo, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y la reclamación por daños y perjuicios en que haya incurrido el suministrador. La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

- Recepción definitiva Al cumplirse el plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva, mediante las pruebas consiguientes. Si los resultados fueran satisfactorios, se levantará acta en la que se hará constar el resultado de las demás pruebas unificadas durante el periodo de garantía.

Tramitación

- Tramitación oficial. Serán por cuenta del contratista los trámites necesarios entre los organismos interesados para la legalización de la instalación. Todos los gastos estarán también a su cargo
- Validez del presupuesto. El presupuesto del proyecto será válido por un período máximo de 90 días, transcurridos los cuales se aplicará sobre la totalidad de este, el incremento o la disminución en porcentaje igual al que el estado publique en concepto de incremento de precios, no pudiendo sobrepasar en ningún caso el índice de fluctuación oficial. Al precio indicado en el presupuesto se le repercutirá el IVA correspondiente.
- Cambio de constructor. El adjudicatario no podrá ceder ni traspasar a ninguna otra persona física o jurídica la contratación, sin la plena ni expresa autorización de la administración.
- Autorizaciones y documentación complementaria. Adjunto a este proyecto la empresa instaladora deberá presentar los siguientes documentos:
 - Información a Compañía Suministradora de Energía.
 - Declaración de conformidad de los inversores fotovoltaicos para la conexión a la red.
 - Certificado de los inversores en sistemas FV conectados a la red eléctrica.

- Al finalizar la ejecución, se entregará a la Delegación del Ministerio de Industria el Certificado de Final de Obra, firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de la instalación firmados por un Instalador Autorizado.

5. Estudio de Seguridad y Salud

5.	Estudio de seguridad y salud	121
5.1.	Objeto.....	123
5.2.	Justificación del estudio de seguridad y salud.....	123
5.3.	Descripción general y unidades constructivas que componen la obra.	123
5.4.	Identificación y evaluación de riesgos.....	126
5.5.	Informar a todo el personal de las medidas generales de seguridad.....	133
5.6.	Riesgos y medidas de seguridad del proceso constructivo	134
5.7.	Riesgos y medidas de seguridad de los medios materiales.....	138
5.8.	Protección contra incendios.....	139
5.9.	Legislación vigente aplicable a la obra	140
5.10.	Condiciones técnicas de los servicios de higiene y bienestar.....	142
5.11.	Riesgos.....	143
5.12.	Desglose de procedimientos para el estudio de seguridad.....	150
5.13.	Organización de la prevención	153
5.14.	Medidas preventivas	154
5.15.	Instalaciones eléctricas provisionales.....	162
5.15.1.	Riesgos previsibles	163
5.15.2.	Medidas preventivas	163
5.16.	Formación.....	164
5.17.	Campo de la salud	164
5.18.	Obligaciones de las partes implicadas	167
5.19.	Obligaciones jurídico-laborales de las empresas contratistas.....	169
5.20.	Normas para la certificación de elementos de seguridad.	170
5.21.	Reuniones semanales de coordinación de seguridad.	170

5.1. Objeto

El objeto del presente estudio es establecer las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como daños derivados de los trabajos de reparación, entretenimiento, y mantenimiento, además de las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Proyecto: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO HORNACHOS 01.

Técnico redactor:

Luis Santiago Sánchez, Ingeniero Industrial.

Tiempos previstos obra:

Plazo de ejecución previsto:

- Inicio de las obras: Julio 2020.
- Fin de las obras: Diciembre 2020.

Trabajadores empleados:

Previsión del número de operarios: 50.

5.2. Justificación del estudio de seguridad y salud.

Este estudio se ha elaborado en cumplimiento del Artículo 4 del Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre, que establece la obligatoriedad por parte del promotor, para realizar un Estudio de Seguridad y Salud. En este se presentan los criterios de planificación, control y desarrollo de los medios y medidas de Seguridad e Higiene que deben de tenerse presentes en la ejecución de los Proyectos en Construcción.

5.3. Descripción general y unidades constructivas que componen la obra.

Descripción general y alcance de la obra

Se pretende realizar una instalación solar fotovoltaica con estructura fija, conectado a red con una potencia pico de 1.243,7 kWp sobre terreno.

La instalación estará formada por un generador fotovoltaico, constituido por 3.605 paneles fotovoltaicos de 345 Wp y tecnología policristalina. La estructura metálica, se encontrará fijada al suelo mediante un sistema de hincado o de atornillado, según la composición del terreno para utilizar un sistema u otro.

Además, se dispondrán de todas las protecciones necesarias en corriente continua y alterna, convertidores Ingeteam INGECON SUN 3Play 100TL, transformadores y todos los elementos necesarios para hacer posible el suministro de energía eléctrica a la red, en las condiciones técnicas y de seguridad que se indica en la legislación vigente.

El proyecto comprenderá:

- Ingeniería, dirección de obra, y obtención de los requisitos técnicos legales y administrativos para su correcto funcionamiento.

- Acondicionamiento previo del terreno y su replanteo.
- Suministro de material.
- Montaje de estructuras y paneles.
- Instalación eléctrica.
- Puesta en servicio de las instalaciones mencionadas.

Condiciones específicas de seguridad en la obra

Se consideran las siguientes medidas de protección para cubrir el riesgo de las personas y vehículos que transiten por las inmediaciones de la obra o que tengan necesidad de atravesarla para acceder a la misma.

Se habilitará el camino existente para el paso de vehículos a la obra planificada.

- Se acondicionará el terreno, en especial aquellas zonas donde se vayan a ubicar las edificaciones.
- Se realizará un vallado perimetral que delimite las zonas de afectación del parque fotovoltaico en la parcela.
- Se dispondrá una zona de apeo de material, con acceso para camiones.
- Se empleará una grúa para las tareas de emplazamiento de los edificios prefabricados.
- Para la elaboración de las zanjas por donde discurran los circuitos eléctricos de BT y MT, se señalarán debidamente y se protegerán cuando éstas estén abiertas.
- Plan de trabajo previsto: adecuación del terreno, vallado y seguridad, instalación edificaciones, apeo de material, zanjas y cableado, montaje de estructuras, paneles e inversores, montaje eléctrico y electrónico, puesta en marcha.
- En previsión de que las obras puedan ser visitadas por personas relacionadas con la propiedad, el Coordinador de Seguridad y Salud, deberá dar instrucciones precisas al personal implicado, acerca de la forma en que aquéllas deben ser realizadas, teniendo en cuenta que:
 - No se debe permitir el paso al interior de la obra a ninguna persona ajena a la misma si no va acompañado del personal responsable designado para este menester.
 - Es obligatorio el uso de EPIS para toda aquella persona que visite las obras.
 - Una vez terminada la jornada laboral debe quedar impedido el acceso al interior del recinto de la obra.

Deberá quedar colocada en lugar visible, como mínimo, la señalización de:

- Obligatoriedad del uso de EPIS en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a personas y vehículos no autorizados.
- Placa de señalización de riesgos.

- Cartel de Obra.
- Por último y a fin de evitar posibles accidentes en el exterior, se controlará que los acopios se realicen siempre en el interior del recinto, en los lugares indicados previamente en los Planos del presente Plan de Seguridad y Salud, evitando la colocación de materiales, maquinaria y otros elementos en las inmediaciones del recinto de la obra y en caso de ser inevitable, deberán quedar perfectamente asegurados y protegidos.
- Asimismo, se impedirá el paso de peatones y vehículos en la parte de la fachada donde se realicen trabajos para evitar el daño sobre las personas provocado por la caída accidental de objetos o herramientas.

Relación de maquinaria a emplear

Se prevé el empleo de la siguiente maquinaria:

- Vehículos.
- Herramientas manuales diversas.
- Plataforma elevadora/grúa.
- Trácteles, poleas etc.
- Camiones diverso tonelaje.
- Escaleras manuales.
- Automóviles.
- Sierras circulares.
- Varios

Instalaciones provisionales para la obra

Según se dispone en el artículo 15 de la parte A del Anexo IV del Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre y en el Real Decreto 486/1997 del 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, los principios de diseño aplicados en las instalaciones provisionales proyectadas han sido los que se expresan a continuación:

- Aplicar los requisitos regulados por la legislación vigente.
- Quedar centralizadas metódicamente.
- Se da a todos los trabajadores un trato de igualdad, calidad y confort, independientemente de su raza y costumbres o de su pertenencia a cualquiera de las empresas: principal o subcontratadas, o trabajadores autónomos.
- Resuelven de forma ordenada, las circulaciones en su interior.
- Se puedan realizar de forma digna, reuniones de comités, sindicales o interferencias entre los usuarios.

- Organizar de forma segura el acceso, estancia en su interior y salida de la obra.

Número de trabajadores y duración prevista máxima

A partir del estudio del plan de ejecución de obra previsto, se extrae la primera conclusión de que el número de trabajadores que estarán en obra será de cincuenta y esto tendrá lugar en el periodo de tiempo que dure la ejecución de la obra.

Este número será la base para el cálculo del consumo de los equipos de protección individual, así como para el cálculo de las "instalaciones provisionales para los trabajadores" según lo dispuesto en el artículo 3 del Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, y los artículos 7 y 141 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Si el plan de seguridad y salud efectúa alguna modificación de la cantidad de trabajadores que se ha calculado que intervengan en esta obra, deberá adecuar las previsiones de instalaciones provisionales y protecciones colectivas e individuales a la realidad.

5.4. Identificación y evaluación de riesgos

La identificación de riesgos y evaluación de la eficacia de las protecciones aplicadas, se realiza sobre el plan de ejecución de la obra, como consecuencia del análisis del proceso constructivo habitual. Pueden ser modificados por el Contratista y, en ese caso, recogerá los cambios en su plan de seguridad y salud en el trabajo.

Los riesgos aquí analizados, se eliminan o disminuyen en sus consecuencias y evalúan, mediante soluciones constructivas, de organización, protecciones colectivas, equipos de protección individual; procedimientos de trabajo seguro y señalización oportunos, para lograr la valoración en la categoría de: "riesgo trivial", "riesgo tolerable", "riesgo moderado", "riesgo importante" o "riesgo intolerable", ponderados mediante la aplicación de los criterios de las estadísticas de siniestralidad laboral publicados por la Dirección General de Estadística del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Del éxito de estas prevenciones propuestas dependerá del nivel de seguridad que se alcance durante la ejecución de la obra.

Fases en la ejecución de los trabajos

- Trabajos previstos en la Obra / Montaje:
 - Montaje Estructura.
- Secuencia de los Trabajos:
 - Fase Montaje material Eléctrico
- Trabajos incluidos en el Anexo 2 del Real Decreto 1627/97 del 24 de octubre, Seguridad en Obra de Construcción. Trabajos con riesgos especiales.
 - Trabajos con riesgo de caída de altura
 - Trabajos en líneas eléctricas de Baja Tensión.

- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos pesados.

Identificación de riesgos laborales que pueden ser evitados y, en consecuencia, se evitan

Se consideran riesgos elevados los siguientes:

- Los derivados de las interferencias de los trabajos a ejecutar, que se han eliminado mediante el estudio preventivo del plan de ejecución de obra.
- Los originados por las máquinas carentes de protecciones en sus partes móviles, que se han eliminado mediante la exigencia de que todas las máquinas estén completas, con todas sus protecciones.
- Los originados por las máquinas eléctricas carentes de protecciones contra los contactos eléctricos, que se han eliminado mediante la exigencia de que todas ellas estén dotadas con doble aislamiento o en su caso, de toma de tierra de sus carcasas metálicas, en combinación con los interruptores diferenciales de los cuadros de suministro y red de toma de tierra general eléctrica.
- Los derivados del factor de forma y de ubicación del puesto de trabajo, que se han resuelto mediante la aplicación de procedimientos de trabajo seguro, en combinación con las protecciones colectivas, equipos de protección individual y señalización
- Los derivados de las máquinas sin mantenimiento preventivo, que se eliminan mediante el control de sus libros de mantenimiento y revisión de que no falte en ellas, ninguna de sus protecciones específicas y la exigencia en su caso, de poseer el marcado CE.
- Los derivados de los medios auxiliares deteriorados o peligrosos; mediante la exigencia de utilizar medios auxiliares con marcado CE o en su caso, medios auxiliares en buen estado de mantenimiento, montados con todas las protecciones diseñadas por su fabricante.
- Los derivados por el mal comportamiento de los materiales preventivos a emplear en la obra, que se exigen en su caso, con marcado CE o con el certificado de ciertas normas UNE.

Identificación de riesgos laborales que no se han podido eliminar

Se consideran riesgos existentes en la obra, pero resueltos mediante la prevención contenida en este trabajo, y en coherencia con la estadística considerada en el “Anuario de Estadística de Accidentes Trabajo de la Secretaría General Técnica de la Subdirección General de Estadísticas Sociales y Laborales del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales”, el listado se muestra a continuación.

RIESGOS	Probabilidad				Consecuencia			Magnitud del riesgo
	Alta	Media	Baja	N/P	Alta	Media	Baja	
Caídas de personal a distinto nivel		x			x			Moderado
Caídas de personal al mismo nivel		x					x	Tolerable
Caídas de objetos			x			x		Tolerable
Desprendimientos o derrumbes			x				x	Tolerable
Choques y golpes		x					x	Tolerable
Maquinaria automotriz y vehiculos (dentro obra)			x				x	Tolerable
Atropellamientos		x				x		Moderado
Cortes		x				x		Moderado
Proyecciones		x				x		Moderado
Contactos térmicos			x				x	Tolerable
Contactos químicos			x				x	Tolerable
Contactos eléctricos		x			x			Moderado
Arcos eléctricos		x				x		Moderado
Sobreesfuerzos		x				x		Moderado
Explosiones			x				x	Tolerable
Incendios			x	x			x	Tolerable
Confinamiento			x			x		Tolerable
Tráfico (fuera de la obra)		x				x		Moderado
Agresión animales			x				x	Tolerable
Sobrecarga térmica		x				x		Moderado
Ruidos			x			x		Tolerable
Vibraciones			x			x		Tolerable
Radiaciones no ionizantes				x		x		-
Ventilación		x					x	Tolerable
Iluminación		x					x	Tolerable
Agentes químicos		x				x		-
Agentes biológicos				x		x		-
Carga física		x					x	Tolerable
Carga mental		x					x	Tolerable
Condiciones ambientales del puesto		x					x	Moderado

Trabajos incluidos en el anexo II del R.D. 1627/97

El R.D. citado, define a los Trabajos con Riesgos Especiales, “aquellos cuya realización exponga a los trabajadores a Riesgos de Especial Gravedad para su Seguridad y Salud”. Los trabajos a realizar en esta Obra / Montaje presentan características análogas a las descriptos en la Normativa citada.

1. Trabajos con riesgos de hundimiento o caída de altura
2. Trabajos eléctricos en Baja Tensión.
3. Trabajos que requieran montar o desmontar elementos pesados.

Con el objeto de eliminar y / o minimizar las situaciones de riesgo para la persona, se aborda dentro de este Estudio, las medidas preventivas que en su momento deberán recoger las empresas contratistas en sus Planes de Seguridad para su aprobación por el Coordinador de Seguridad y Salud en Obra.

Por ser trabajos definidos en el anexo II del R.D. 1627 deberá prestárseles en todo caso una atención y vigilancia permanente.

El Contratista Principal deberá elaborar un plan de seguridad, evaluando los riesgos y disponer los medios técnicos, humanos y económicos, que permitan eliminar el riesgo o minimizarlo hasta un nivel aceptable y tolerable. Incorporará los procedimientos recogidos en este estudio.

Trabajos con riesgos de caída de altura

Trabajos en altura:

Caída al vacío desde estructuras, escaleras, andamios, plataformas elevadoras, zanjas. Medios técnicos:

- Protecciones colectivas adecuadas y en óptimas condiciones de seguridad.
- Vigilancia del uso correcto de las prendas de protección personal. Medios humanos
- Coordinador de Seguridad y Salud. Medidas Organizativas
- Inspecciones periódicas de los trabajos.
- Procedimiento específico y reglamentos.
- Técnicas vigentes.
- Información y formación.
- Protecciones personales y colectivas.
- Coordinación de actividades de seguridad.
- Vigilancia de la seguridad y selección de personal adecuado.

Riesgo caídas de personas a distinto nivel:

Situación del riesgo, Caída por huecos.

Medidas de prevención y protección:

- Se colocarán barandillas de seguridad con la altura reglamentaria suficiente y resistencia adecuada.
- Las zonas de no trabajo se protegerán con cinta plástica de color y carteles indicativos de NO PASAR.
- Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
- Utilizar los medios previstos para el paso o acceso a otras instalaciones.
- En caso de acercarse a una zona no protegida deberán emplearse las protecciones colectivas pertinentes.

Situación del riesgo, Caída desde escaleras.

Medidas de prevención y protección:

- Elección de la escalera adecuada al trabajo.
- Verificación del buen estado de conservación y resistencia de sus componentes.
- Nunca serán de fabricación provisional de obra.
- No estarán pintadas.
- Sólo podrá estar subido un operario.

- Mientras se encuentra un operario subido en la misma, otro aguantará la escalera por la base, este operario puede ser sustituido si se amarra la escalera firmemente.
- Se bajará hasta el último escalón.
- La escalera sobrepasará un metro aproximadamente sobre el plano a donde se quiera acceder.
- Si tiene más de 12 m. se atará por los 2 extremos.
- El ascenso se hará de frente con las manos libres de objetos y sujetándose a los peldaños.
- Si se trabaja por encima de los 2 m. Se utilizará cinturón de Seguridad, que se deberá anclar a un punto fijo diferente de la escalera.
- Colocación correcta (separada $\frac{1}{4}$ de la longitud, piso firme y nivelado).

Situación del riesgo, Caída desde escaleras fijas.

Medidas de prevención y protección:

- Comunicar y/o corregir deficiencias detectadas.
- Tener la iluminación adecuada.
- Mantener el orden y limpieza en la zona.
- Utilizar adecuadamente los equipos de protección individual.

Situación del riesgo, Caída por desniveles, zanjas, taludes, etc...

Medidas de prevención y protección:

- Se deben señalar la existencia de estos.
- Se utilizará calzado adecuado.
- Tener la iluminación adecuada.

Situación del riesgo, Caída desde estructuras, plataformas elevadoras, grúas...

Medidas de prevención y protección:

- Estancia en apoyo utilizando el cinturón de seguridad.
- Evitar posturas inestables.
- Comprobar el estado de la estructura, plataforma elevadora antes de iniciar cualquier operación en el mismo. Dicha plataforma deberá contar un vallado perimetral homologado y con un rodapié que evite la caída de herramientas. Según la legislación vigente.
- Utilizar escaleras en buen estado.
- Utilizar elementos de sujeción personal.

Trabajos eléctricos en Baja Tensión generales

Trabajos eléctricos:

- Movimiento de mangueras de cable.
- Conexiones de cuadros.
- Armarios eléctricos
- Medios técnicos:
 - o Protecciones colectivas adecuadas y en óptimas condiciones de seguridad.
 - o Cumplir el R.D. 614/2001 “riesgo eléctrico”.
 - o Uso de los equipos reglamentarios y protecciones eléctricas.
- Medios humanos:
 - o Recurso Preventivo.
 - o Coordinador de Seguridad y Salud.

Medidas Organizativas

- Inspecciones periódicas de los trabajos.
- Procedimiento específico y reglamentos. Técnicas vigentes.
- Información y formación.
- Protecciones personales y colectivas.
- Coordinación de actividades de seguridad.
- Vigilancia de la seguridad y selección de personal adecuado.

TRABAJOS ELECTRICOS con riesgo contacto eléctrico

Situación del riesgo, Contactos directos, indirectos y descargas eléctricas.

- Medidas de prevención y protección, en instalaciones y equipos:
- Formación e información a los trabajadores.
- Elementos en tensión alejados de las zonas accesibles o bajo envolventes cerrados y señalizados.
- Revisar periódicamente el estado de las instalaciones y equipos.
- Disponer de protecciones magnetotérmicas y diferenciales en todas las líneas de derivación en BT.
- Disponer de los equipos de protección individual precisos, tales como, botas de seguridad, casco aislante, guantes aislantes, protección facial u ocular, ropa de trabajo de protección.

- Deberán estar fabricados, montadas y mantenidas de acuerdo con los reglamentos y normas aplicables.
- Los equipos portátiles de alumbrado serán de tensiones de seguridad o estarán alimentados a través de transformadores de separación de circuitos.
- Todos los equipos eléctricos portátiles serán de doble aislamiento o aislamiento reforzado o estarán previstos de toma de tierra y protegidos por interruptores diferenciales de alta sensibilidad.
- Los cables de alimentación a equipos provisionales deberán mantenerse en buen estado y se evitará que constituyan un riesgo por razón de su disposición.
- Se evitará entrar en instalaciones eléctricas o accionar en los equipos eléctricos si no se está cualificado y expresamente autorizado para ello.
- En el interior de instalaciones eléctricas o en proximidad a ellas no se utilizarán escaleras o elementos metálicos largos.

Medidas de prevención y protección, en instalaciones eléctricas con tensión:

- Formar e informar a los trabajadores.
- Verificar la ausencia de tensión previa a los trabajos.
- Disponer de los equipos de protección individual necesarios y adecuados, tales como, botas de seguridad, guantes aislantes y de protección mecánica, casco aislante, gafas y/o pantallas faciales, ropa adecuada de trabajo y de manga larga.

Medidas de prevención y protección, en instalaciones eléctricas en ausencia de tensión:

- Formar e informar a los trabajadores.
- Mantener las distancias de seguridad reglamentarias.
- Señalizar, vallar o apantallar la zona para impedir el contacto con elementos de tensión.
- En caso de apertura de zanjas, solicitar información a las empresas eléctricas sobre conducciones eléctricas enterradas.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Utilizar los equipos de protección individual, tales como, guantes aislantes y de protección mecánica, casco aislante, gafas y/o pantallas faciales, ropa de trabajo adecuada y de manga larga.
- No abrir ni cerrar circuitos con carga eléctrica.
- No mantener dos puntos con distinto potencial accesibles entre sí, sin proteger.

Trabajos de pruebas y puesta en marcha

Datos técnicos: Medios técnicos:

- Aplicar reglamentos técnicos (RBT, RAT)

- Procedimiento descargo de instalaciones.

Medios humanos:

- Coordinador de Seguridad y Salud.
- Medidas Organizativas
- Inspecciones permanentes zonas de trabajo.
- Protecciones personales y colectivas.
- Señalización específica.

5.5. Informar a todo el personal de las medidas generales de seguridad

Personal de obra

La calificación técnica del personal será la adecuada para la actividad que se va a realizar.

Previamente al inicio de los trabajos, el personal de Obra será informado de los Riesgos a los que va a estar expuesto, indicándoles las Medidas Preventivas, la existencia del Plan de Seguridad, del Plan de Emergencia y la ubicación de las instalaciones Higiénico-Sanitarias.

El número de personas en cada actividad será el adecuado a la magnitud de los mismos. Se extremará la vigilancia sobre las subcontrataciones.

Coordinación de los trabajos

En caso de que se den trabajos superpuestos o al mismo nivel en poco espacio y cuya realización simultánea suponga un riesgo evidente para quien los desarrolla, en este caso se procederá de la siguiente forma por la falta de previsión:

1. Inmediata suspensión de los trabajos.
2. Establecer por la Dirección de Obra y la Coordinación de Seguridad la prioridad de los trabajos.

Señalización de los trabajos

En todos los trabajos que revistan peligro y que puedan afectar a personal de otros, se señalará adecuadamente la zona, retirando ésta una vez finalizados los trabajos que originaron el riesgo.

Orden y limpieza

Se mantendrán despejados los accesos y los pasillos. Se eliminarán los materiales desechables disponiendo de recipientes o zonas definidos para su depósito. Los materiales se almacenarán y apilarán correctamente.

Está prohibido realizar la limpieza de prendas de personal con aire comprimido cuando las lleven puestas, con el fin de evitar la incrustación de partículas en el cuerpo.

Equipos de protección individual

Los materiales y prendas de seguridad serán de marcas y modelos homologados según legislación. Será obligatorio el uso de casco, gafas y botas de seguridad en todo el recinto de la obra.

Además, cada trabajador dispondrá y usará los E.P.I's (equipos de protección individual), necesarios para desarrollar su actividad.

5.6. Riesgos y medidas de seguridad del proceso constructivo

General

El análisis de los riesgos existentes en cada fase de los trabajos se ha realizado en base al proyecto y a la tecnología constructiva expuesta en el mismo. De cualquier forma, puede ser variada por el contratista, siempre y cuando se refleje en el Plan de Seguridad y Salud, adaptado a sus medios.

A continuación, se describen los siguientes trabajos a realizar indicando:

- Descripción de los trabajos.
- Riesgos más frecuentes.
- Normas básicas de seguridad.
- Protecciones personales.
- Protecciones colectivas.

Los trabajos para realizar se han dividido en:

- Trabajos de Instalaciones:
 - Trabajos de instalaciones eléctricas
 - Instalación eléctrica provisional en obra.
 - Instalación eléctrica de baja tensión en edificios.
 - Otros trabajos específicos.

Trabajos de instalación de seguidor de los paneles

Descripción de los trabajos:

- Los trabajos de montaje implican trabajos al aire libre, considerando el montaje del seguidor para paneles solares, paneles fotovoltaicos, bandejas y tubos de canalización, tirada de cables etc. Estos trabajos serán realizados manejando herramientas manuales, y mediante el uso de maquinaria especializada (hincadora/percutora).

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel / Caídas de materiales.
- Cortes por objetos o aristas cortantes.
- Contacto eléctrico y arco eléctrico.

- Golpes y cortes por herramientas.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Golpes y cortes derivados del uso de la maquinaria. Normas básicas de seguridad:
- Se mantendrá una adecuada ordenación de los materiales, delimitando y señalizando las zonas destinadas a apilamientos y almacenamientos, y respetando las zonas de paso.
- El pavimento debe conservarse limpio de aceites, grasas u otros materiales resbaladizos.
- El nivel de iluminación debe ser el adecuado. Protecciones personales:
- Guantes de protección mecánica y aislantes, calzado de seguridad aislante, casco de seguridad para trabajos eléctricos, cinturón portaherramientas, gafas de seguridad y ropa de trabajo adecuada.
- Cuando se manejen productos químicos utilizar guantes, buzo antiácido, gafas, calzado de seguridad.
- Protecciones colectivas:
 - Protecciones por alejamiento e interposición de obstáculos.
 - Señalización conveniente de las zonas de trabajo y uso de herramientas con aislamiento.
 - Limpieza y orden en el área de trabajo

Trabajos de instalación eléctrica

Descripción de los trabajos:

- Los trabajos de montaje eléctrico implican trabajos en instalaciones de baja tensión y media tensión, al aire libre y en zonas interiores, montaje de estructura de soporte para paneles fotovoltaicos, bandejas y tubos de canalización, tirada de cables, inversores, etc. Estos trabajos serán realizados manejando herramientas manuales.

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas al mismo y a distinto nivel / Caídas de materiales.
- Cortes por objetos o aristas cortantes.
- Contacto eléctrico y arco eléctrico.
- Golpes y cortes por herramientas.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.

Normas básicas de seguridad:

- Se mantendrá una adecuada ordenación de los materiales, delimitando y señalizando las zonas destinadas a apilamientos y almacenamientos, y respetando las zonas de paso.
- El pavimento debe conservarse limpio de aceites, grasas u otros materiales resbaladizos.

- El nivel de iluminación debe ser el adecuado.
- Todo trabajo en las instalaciones con tensión se realizará el corte de tensión oportuno, (salvo en pruebas y puesta en marcha que se estará a lo dispuesto en los procedimientos específicos para este tipo de operaciones y / o procesos).
- Está terminantemente prohibido trabajar en las líneas con tensión.
- Está prohibido aproximarse a los conductores a distancias inferiores a las de seguridad si no se ha verificado la ausencia de tensión.
- Para trabajar en instalaciones eléctricas se cumplirá rigurosamente lo establecido en el “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”.

Como medida recordatoria se citan las cinco reglas de oro.

1ª Regla: Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión

2ª Regla: Enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.

3ª Regla: Reconocimiento de la ausencia de tensión.

4ª Regla: Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.

5ª Regla: Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando la zona de trabajo.

Protecciones personales:

- Guantes de protección mecánica y aislantes, calzado de seguridad aislante, casco de seguridad para trabajos eléctricos, cinturón portaherramientas, gafas de seguridad y ropa de trabajo adecuada.
- Cuando se manejen productos químicos utilizar guantes, buzo antiácido, gafas, calzado de seguridad.

Protecciones colectivas:

- Protecciones por alejamiento e interposición de obstáculos.
- Dispositivos de seguridad, resguardos y colocación de obstáculos para realizar trabajos en las inmediaciones de líneas de baja tensión.
- Protección de las líneas subterráneas de baja tensión. (La zanja por donde discurre una línea subterránea de baja tensión debe tener una profundidad de entre 0,4 y 0,6 m).
- Protección de las líneas subterráneas de Media Tensión. (La zanja por donde discurre una línea de MT subterránea debe tener una profundidad de entre 0,8 y 1,2 m)
- Protecciones por aislamiento: Esta protección está basada en la capacidad aislante de ciertos materiales. Estos aislantes estarán constituidos por materiales sólidos y deberán resistir los esfuerzos eléctricos, mecánicos y térmicos, así como los efectos de la humedad y el envejecimiento que puedan producirse en el lugar de su instalación.

- Taburetes y alfombrillas aislantes.
- Pantallas de seguridad.

Instalación eléctrica baja tensión en edificios

La instalación eléctrica a la que se refiere este apartado es la instalación de baja tensión de los edificios (Centros de Transformación, Centro de Control).

Riesgos más frecuentes:

- Descarga eléctrica de origen directo o indirecto.
- Caídas al mismo nivel, quemaduras y golpes.

Normas básicas de seguridad:

- Los recintos con instalaciones de tensión 400/230 V, y todos los nuevos edificios estarán unidos a una red equipotencial de toma de tierras, que en unión de relés diferenciales limiten la tensión de contacto indirecto a valores exigidos por el Reglamento Electrotécnico de B.T.
- Las partes activas quedarán fuera del alcance del contacto directo accidental, por medio de separación física suficiente o protegidos con envolventes convenientes de acuerdo con la reglamentación citada y con la técnica más moderna en la actualidad.
- Se comprobará el estado general de las herramientas manuales para evitar golpes y cortes.
- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión.
- Las pruebas que se tengan que realizar con tensión se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica.

Protecciones personales:

- Casco homologado de seguridad, guantes aislantes y comprobador de tensión.
- Herramientas manuales, con aislamiento.

Protecciones colectivas:

- Las escaleras, usadas en la instalación, estarán en perfectas condiciones teniendo barandillas resistentes.
- La zona de trabajo estará siempre limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes para así delimitar su apertura cuando sea de tijera; si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.
- Señalización conveniente de las zonas de trabajo y uso de herramientas con aislamiento.

Instalación eléctrica Media Tensión en Edificios

En referencia a la instalación eléctrica reflejada en el presente apartado, se refiere a la relacionada con los edificios de los Centros de Transformación (CT) y el Centro de Maniobra y Medida (CMM).

Riesgos más frecuentes:

- Descarga eléctrica de origen directo o indirecto.
- Caídas al mismo nivel, quemaduras y golpes.

Normas básicas de seguridad:

- Los edificios o locales destinados a alojar en su interior instalaciones de alta tensión deberán disponerse de tal forma que queden cerrados para impedir el acceso de las personas ajenas al servicio.
- Cuando en la instalación de alta tensión se trabaje con las puertas de acceso abiertas se tomarán medidas preventivas que impidan el acceso inadvertido a las personas ajenas al servicio. Cuando los accesos existentes en el pavimento, destinados a escaleras, pozos o similares estén abiertos, deberán disponerse protecciones perimetrales señalizadas para evitar accidentes.
- Las partes activas quedarán fuera del alcance del contacto directo accidental, por medio de separación física suficiente o protegidos con envolventes convenientes de acuerdo con la reglamentación citada y con la técnica más moderna en la actualidad.
- Se comprobará el estado general de las herramientas manuales para evitar golpes y cortes.
- Las conexiones se realizarán siempre sin tensión.
- Las pruebas que se tengan que realizar con tensión se harán después de comprobar el acabado de la instalación eléctrica.

Protecciones personales:

- Casco homologado de seguridad, guantes aislantes y comprobador de tensión.
- Herramientas manuales, con aislamiento.

Protecciones colectivas:

- En caso de la existencia de escaleras, usadas en la instalación, estarán en perfectas condiciones teniendo barandillas resistentes.
- La zona de trabajo estará siempre limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes para así delimitar su apertura cuando sea de tijera; si son de mano, serán de madera con elementos antideslizantes en su base.
- Señalización conveniente de las zonas de trabajo y uso de herramientas con aislamiento.

5.7. Riesgos y medidas de seguridad de los medios materiales

General

Las máquinas y equipos utilizados deberán ajustarse a lo dispuesto en su Normativa Específica, y en general deberán estar de acuerdo con el Real Decreto 1215/1997 sobre “Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo”.

Cumplirán además las disposiciones mínimas de seguridad y salud que aparecen el Real Decreto 1627/1997 en su anexo IV parte C en el punto 8. Instalaciones, máquinas y equipos:

Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas, las instalaciones máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

1. Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
2. Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
3. Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
4. Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.

Las instalaciones y los apartados a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

Las máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales, deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento, utilizarse exclusivamente para los trabajos para los que hayan sido diseñados y ser manejadas por trabajadores que hayan recibido una formación e información adecuada.

A continuación, se desglosan los riesgos más frecuentes, normas básicas de seguridad, protecciones personales y colectivas. De los diferentes medios materiales que se utilizan en la obra que seguidamente se enumeran:

- Camión grúa.
- Plataforma elevadora.
- Compresor.
- Equipo de soldadura eléctrica.
- Herramientas manuales (alicates, destornilladores, llaves...).
- Taladro.
- Herramientas.

5.8. Protección contra incendios.

Prevención

A fin de prevenir y evitar la formación de un incendio se tomarán las siguientes medidas:

- Orden y limpieza general, evitando los escombros heterogéneos en toda la obra.

- Se separarán el material combustible del incombustible juntándolo por separado
- Almacenar el mínimo de gasolina, gasóleo y demás materiales de gran inflamación.
- Se cumplirán las normas vigentes respecto al almacenamiento de combustibles.
- Se definirán claramente y por separado las zonas de almacenaje.
- La ubicación de los almacenes de materiales combustibles, se separarán entre ellos y a su vez estarán alejados de los talleres de soldadura eléctrica y oxiacetilénica.
- Se dispondrán todos los elementos eléctricos de la obra en condiciones para evitar posibles cortocircuitos.
- Quedará totalmente prohibido encender fogatas en el interior de la obra.
- Habrá señalización en la entrada de las zonas de acopios, almacenes, adhiriendo las siguientes señales normalizadas:
 - Prohibido fumar.
 - Indicación de la posición del extintor de incendios.
 - Peligro de incendio.
 - Peligro de explosión.

Extinción

- Habrá extintores de incendios en los vehículos.
- El tipo de extintor dependerá del tipo de fuego que se pretenda apagar (tipos A, B, C, E), dependiendo del trabajo a realizar en cada fase de la obra.
- Se tendrá siempre a mano y reflejado en un cartel visible en las oficinas de la obra, el número de teléfono del servicio de bomberos.
- Se dispondrá a una distancia inferior de 15 metros de cada edificio un extintor de tipo 89b de polvo en seco o CO2.

5.9. Legislación vigente aplicable a la obra

La ejecución de la obra objeto del presente Plan de Seguridad y Salud estará regulada por la normativa de obligada aplicación que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

NORMAS DE APLICACIÓN:

- R.D. 1109/2007 por el que se desarrolla la Ley 32/2006 por la que se regula la subcontratación en el sector de la construcción.
- R.D. 604/2006 por el que se modifica el R.D. 39/1997 y el 1627/1997.

- R.D 396/2006, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud para trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- R.D 171/2004 por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D 2177/2004, por el que se modifica el R.D 1215/1997, por el que se establecen condiciones 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 reforma de marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- R.D. 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 374/2001, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D 1124/2000, por el que se modifica el R.D 665/1997, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos en el trabajo.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la Manipulación manual de cargas.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la Utilización de los Equipos de trabajo.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción.
- R.D. 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D 773/1997, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D 665/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D.485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D 487/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Estatuto de los trabajadores

- Decreto 67/1997, de 21 de mayo, por el que se crea el Consejo Balear de Salud Laboral.
- Apertura previa o reanudación de actividades en centros de trabajo. (6-10-86) (B.O.E. 8-10-86) y (O.M. 6-5-88) (B.O.E. 16-2-88).
- R.D. 486/1997, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

5.10. Condiciones técnicas de los servicios de higiene y bienestar

Botiquín

Se dispondrá de un botiquín en los tajos de trabajo. El botiquín se revisará mensualmente reponiendo de inmediato el material consumido.

El contenido, características y uso quedan definidos por el pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y salud y en las literaturas de las mediciones y presupuesto.

Tablón de anuncios de seguridad

Se dispondrá de un tablón de anuncios de seguridad donde figurarán los siguientes elementos:

- **Centros médicos y Hospitales**, donde trasladar a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento:

Accidentes leves:

- Centro de salud Hornachos:

Dirección: Calle Ramón y Cajal s/n, 06228, Hornachos, Badajoz.

Teléfono: 924 53 40 20

Accidentes graves:

- Hospital Universitario de Badajoz:

Dirección: Av. De Elvas, s/n, 06080, Badajoz.

Teléfono: 924 21 81 00

- **Bomberos**

- Parque de bomberos Hornachos:

Dirección: Pol. Ind. Ctra. de Llera, 9, 06228, Hornachos, Badajoz.

Teléfono: 924 53 33 11

- **Policía**

- Policía Local:

Dirección: Ayuntamiento de Hornachos.

Teléfono: 676 986 450

- Guardia civil:
Dirección: Av. De Extremadura, 0, 06228, Hornachos, Badajoz.
Teléfono: 924 533 002
- **Ayuntamiento**
 - Ayuntamiento de Hornachos:
Dirección: Plaza España, 1, 06228, Hornachos, Badajoz.
Teléfono: 924 53 30 01.
- **Emergencias de la comunidad autónoma: 112**
- **Endesa Distribución:**
Teléfono: 900 850 840

5.11. Riesgos

Riesgos generales

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- 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.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamientos entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.

- Lesiones por manipulación de productos químicos.
- Lesiones o enfermedades por factores atmosféricos que comprometan la seguridad o salud
- Inhalación de productos tóxicos.

Riesgos específicos

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados previamente, más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

- Excavaciones:

A parte de los generales, pueden ser inherentes a las excavaciones los siguientes riesgos:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Atropellos y/o golpes por máquinas o vehículos.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

- Voladuras:

- Proyecciones de piedras.
- Explosiones incontroladas por corrientes erráticas o manipulación incorrecta.
- Barrenos fallidos.
- Elevado nivel de ruido.
- Riesgos a terceras personas.

- Movimiento de tierras:

En los trabajos derivados del movimiento de tierras por excavaciones o rellenos se prevé los siguientes riesgos:

- Carga de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Atropello y colisiones.
- Proyección de partículas.

- Polvo ambiental.
- Trabajos con ferralla:
Los riesgos más comunes relativos a la manipulación y montaje de ferralla son:
 - Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
 - Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.
 - Torceduras de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras
 - Roturas eventuales de barras durante el doblado.
- Trabajos de encofrado y desencofrado:
En esta actividad, podemos destacar los siguientes:
 - Desprendimiento de tableros.
 - Pinchazos con objetos punzantes.
 - Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.).
 - Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
 - Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.
- Trabajos con hormigón:
La exposición y manipulación del hormigón implica los siguientes riesgos:
 - Salpicaduras de hormigón a los ojos.
 - Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
 - Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
 - Dermatitis en la piel.
 - Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
 - Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
 - Electrocutión por ambientes húmedos.
- Manipulación de materiales:
Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra:

En esta actividad, además de los riesgos enumerados en el apartado de riesgos generales, son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de esta, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

- Prefabricado y monte de estructuras:

De los específicos de este aparato, cabe destacar:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Atrapamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos, herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

- Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales:

Como riesgos específicos de estas maniobras, podemos citar los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (como estructuras o líneas eléctricas).

- Montaje de instalaciones. Suelos y Acabados

Los riesgos inherentes de estas actividades podemos considerarlos incluidos dentro de los generales, al no ejecutarse a grandes alturas ni presentar aspectos relativamente peligrosos.

- Maquinaria y medios auxiliares:

Las máquinas y equipos utilizados deberán ajustarse a lo dispuesto en su Normativa Específica, y en general deberán estar de acuerdo con el Real Decreto 1215/1997 sobre “Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo”.

Cumplirán, además, las disposiciones mínimas de seguridad y salud que aparecen el Real Decreto 1627/1997 en su anexo IV parte C en el punto 8. Instalaciones, máquinas y equipos:

- Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:
 1. Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
 2. Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
 3. Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
 4. Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.
- Las instalaciones y los apartados a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

Las máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales, deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento, utilizarse exclusivamente para los trabajos para los que hayan sido diseñados y ser manejadas por trabajadores que hayan recibido una formación e información adecuada.

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

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte.
- Máquina eléctrica de roscar.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.

- Camión grúa.
- Cabrestante de izado.
- Cabrestante de tendido subterráneo.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Trácteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Juego alzabobinas, rodillos, etc.
- Máquina de excavación con martillo hidráulico.
- Máquina retroexcavadora mixta.
- Hormigoneras autopropulsadas.
- Camión volquete.
- Máquina niveladora.
- Miniretroexcavadora
- Compactadora.
- Compresor.
- Martillo rompedor y picador, etc.

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios sobre borriquetas.
- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.
- Equipos de medida

- Comprobador de secuencia de fases
- Medidor de aislamiento
- Medidor de tierras
- Pinzas amperimétricas
- Termómetros

Diferenciamos estos riesgos, clasificándolos en los siguientes grupos:

Máquinas fijas y herramientas eléctricas:

Los riesgos más significativos son:

- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contacto, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel, por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

Medios de elevación:

Consideramos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por deficiente maniobra.
- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.

Andamios, plataformas y escaleras:

Son previsibles los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Carda del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Caída de materiales o herramientas desde el andamio.

- Los derivados de padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc).

Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica:

Los riesgos previsibles del uso de estos equipos son los siguientes:

- Incendios
- Quemaduras
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños
- Contacto con la energía eléctrica.

5.12. Desglose de procedimientos para el estudio de seguridad

Inspecciones y coordinación de trabajos de seguridad:

General

Todas las revisiones oportunas en materia de seguridad serán llevadas a cabo a través de la empresa Contratista principal.

La Propiedad realizará periódicamente y por muestreo tantas revisiones como consideren oportunas en materia de Seguridad, para ser expuestas posteriormente al Coordinador de Seguridad y Salud o al personal responsable de la seguridad en obra.

El coordinador de Seguridad y Salud presentará ante la Dirección Facultativa y la Propiedad aquellas irregularidades que no hayan sido corregidas tras su informe.

Los aspectos que considerar para la obtención de un buen nivel en materia de Seguridad son los siguientes:

- Limpieza y orden en el área de trabajo.
- Condiciones en las que nos encontramos la herramienta necesaria.
- Seguridad de vehículos y máquinas. Revisiones e Inspecciones.
- Accesibilidad del entorno de trabajo, caminos, escaleras y andamios.
- Seguridad Contra incendios (red de agua, extintores, señalización y alarmas).
- Situación y estado de las instalaciones eléctricas.
- Aparatos de elevación, elementos de tracción, suspensión y cables.

- Almacenaje de materiales.
- Dispositivos de alarma o megafonía en uso.
- Protecciones Individuales y Colectivas en general.

Inspección en los elementos de elevación

El objeto de este apartado es fijar las herramientas empleadas en la elevación de materiales. Éstas han de ser sometidos a inspección, para asegurar un entorno de trabajo estable y reducir las probabilidades de accidente.

Elementos a tener en cuenta:

- Cables
- Elementos hidráulicos
- Palets.
- Bulones y rodamientos.

Periodicidad

El calendario de inspecciones será fijado en las reuniones de Coordinación de Seguridad y Salud por parte del Coordinador de Seguridad y Salud y los responsables técnicos y de Seguridad de cada empresa.

Comité de inspección

El comité de inspección estará formado por:

- Personal cualificado de la empresa propietaria de los equipos.
- Técnico de Seguridad de la Empresa Contratista.
- Coordinador de Seguridad y Salud de la obra.

Después de cada inspección se realizará un informe en el que se anotarán las incidencias y las conclusiones de esta. Será responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud la elaboración del informe.

Distribución de copias:

- Comité de inspección.
- Director de obra de la Empresa Contratista Principal.
- Jefe de Obra de la empresa afectada.

Características que evaluar en los materiales

Cables de acero:

- Serán inspeccionados antes del inicio de los trabajos y adecuadas a la carga de trabajo

- Se almacenarán en lugares secos y libres de atmósferas corrosivas.
- Serán colgados debidamente, no siendo almacenados directamente sobre el suelo.
- No se someterán a altas temperaturas.
- Sustitución de Cables:
 - Siempre y cuando presente un cordón roto
 - Si un cable presenta un 10% de los alambres rotos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
 - Si el diámetro del cable se ve reducido en un 10% en un punto cualquiera en cable de cordones o el 3% en cables cerrados.
 - Reducción de la sección efectiva, por rotura de alambres visibles, en dos pasos de cableado superior al 20% de la sección total.

Objeto de la Investigación

Averiguar las causas que motivaron el accidente, determinando los factores que intervinieron: Factor técnico y/o factor humano.

Para la realización de este análisis y registro de los resultados se conciben los partes de accidentes, de solicitud de asistencia médica, incidente, notificación de anomalía que se describen en este apartado. Para ellos la tramitación e informaciones se seguirán con independencia de los que las empresas contratistas deban cumplimentar frente a la administración pública.

Partes de Accidente y de Solicitud de Asistencia Médica

Para unificar la información de los accidentes y tenerlos debidamente registrados existen dos impresos: uno asistencial o parte de solicitud de asistencia médica, para ser atendido el accidentado en el servicio médico e informar a su empresa, y otro parte de accidente propiamente dicho, en el que se recogerán todos los datos, Investigaciones y conclusiones del accidente.

El parte de solicitud de asistencia médica sólo recogerá los datos personales del accidentado, testigos y mando, así como una sucinta reseña del motivo que justifica la constancia. El parte de accidente contendrá todos los datos que requieran un estudio e investigación adecuados y entre los que destacamos:

- Información del accidentado.
- Lugar del trabajo.
- Forma en que ocurrió el accidente.
- Información médica.
- Actividad que desarrollaba el accidentado.
- Circunstancias anteriores al accidente y circunstancias en el momento del accidente.

- Causas del accidente.
- Tipo de accidente.
- Observaciones.

Partes de Incidente y de Notificación de Anomalía

El Parte de Incidente se cumplimentará en aquellos casos en que la conjunción de factores de riesgo ha desembocado en una situación de peligro que no ha producido lesiones en los trabajadores. El parte es similar al de accidente. El parte de notificación de anomalías permitirá recoger, por parte de cualquier componente de la obra, información de situaciones de riesgos, referidas a instalaciones, maniobras y conductas. El parte de notificación contendrá, entre otros, los siguientes datos:

- Lugar de trabajo.
- Descripción de la anomalía.

Actuaciones en caso de accidente. Accidentes leves

Personal del Contratista:

- Se presentarán las atenciones médicas necesarias.
- Se cumplimentará el “Parte de accidente” por el accidentado o los testigos del accidente, y para el personal técnico de seguridad del contratista principal. Lo firmará el mando directo.
- Se entregará a los servicios médicos una copia y otra se le entregará al jefe de seguridad del contratista.
- Se entregará una copia al coordinador de seguridad y salud de la obra.

Actuaciones en caso de accidente. Accidentes graves

Personal del Contratista:

- Se llamará urgentemente al personal médico asignado a la obra o al teléfono de emergencia dispuesto en el procedimiento de evacuación.
- Se avisará al jefe de Obra de la empresa contratista principal, al jefe de obra de la propiedad y al coordinador de seguridad y salud de la obra.
- Se reunirán con carácter extraordinario y de urgencia la comisión general de seguridad de la obra, para adoptar las medidas correctivas y/o preventivas necesarias.
- Se informará a la administración laboral (si procediese).

5.13. Organización de la prevención

- Vigilante de prevención: El nombramiento recaerá en el encargado de obra.
- Comisión de coordinación de seguridad o comité de seguridad y salud: Se constituirá según el artículo 38 comité de seguridad y salud de la Ley 31/95 de 8 de noviembre, ley de prevención de riesgos laborales.

- Técnico de seguridad: La obra contará, en régimen compartido, con un técnico de seguridad de la empresa. Este técnico visitará la obra periódicamente a fin de asesorar al jefe de obra sobre las medidas de seguridad a adoptar en función de los riesgos que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos.
- Libro de incidencias: Será facilitado y diligenciado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que apruebe el presente plan de seguridad y salud o en la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las administraciones públicas.

En función de lo expresado anteriormente, se cumplimentarán los impresos siguientes:

- Nombramiento del vigilante de prevención.
- Constitución de la comisión de coordinación de seguridad y salud.
- Constitución del comité de seguridad y salud.
- Documento de información y formación al trabajador.
- Documento de información al subcontratista.
- Documento tipo justificativo de la recepción de prendas de protección personal. (Se cumplimentará a la entrega de las citadas prendas).
- Documento tipo de autorización de uso (A fin de autorizar, expresamente, a los usuarios de maquinaria y equipos).
- Modelos para el seguimiento y control de estadísticas de accidentes, enfermedad e investigación de accidentes.
- Ejemplar de las normas obligatorias de seguridad de la obra.

5.14. Medidas preventivas

Para disminuir en lo posible los riesgos previstos en el apartado anterior, ha de actuarse sobre los factores que, por separado o en conjunto, determinan las causas que producen los accidentes, es decir, hay que actuar sobre el factor humano y el factor técnico.

La actuación sobre el factor humano, basada fundamentalmente en la formación, mentalización e información de todo el personal que participe en los trabajos del presente estudio, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales, será analizada con mayor detenimiento en otros puntos de estudio.

Por lo que respecta a la actuación sobre el factor técnico, se actuará básicamente en los siguientes aspectos.

- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.
- Controles y revisiones técnicas de seguridad.

En base a los riesgos previsibles enunciados en el punto anterior, analizamos a continuación las medidas previstas en cada uno de estos campos.

- Protecciones colectivas:

Siempre que sea posible, se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos son:

Riesgos generales:

Nos referimos aquí a las medidas de seguridad a adoptar para la protección de riesgos que consideramos comunes a todas las actividades:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se instalarán barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros, se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos, que se explicarán posteriormente.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- Proteger a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

Riesgos específicos

Las protecciones colectivas previstas para la prevención de estos riesgos, son los siguientes:

- Excavaciones:
 - Se entibarán o taludarán todas las excavaciones verticales de profundidad superior a 1,5 metros.
 - Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1 metro de su borde.
 - No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 metros del borde de la excavación.
 - Las excavaciones de profundidad superior a 2 metros, y en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas resistentes de 90 cm de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 metros del borde de la excavación.
 - Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasan en 1 metro el borde de éstas.
 - Las máquinas excavadoras y camiones solo serán manejadas por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.

- Voladuras:

Las voladuras serán realizadas por una empresa especializada que elaborará el correspondiente plan de voladuras. En su ejecución, además de cumplir la legislación vigente sobre explosivos (R.D. 2114/787 B.O.E. 07.09.78), se tomarán, como mínimo, las siguientes medidas de seguridad:

- Acordonar la zona de "carga" y "pega" a la que, bajo ningún concepto, deben acceder personas ajenas a las mismas.
 - Anunciar, con un toque de sirena 15 minutos antes, la proximidad de la voladura, con dos toques la inmediatez de la detonación y con tres el final de la voladura, permitiéndose la reanudación de la actividad en la zona.
 - En el perímetro de la zona acordonada se colocarán señales de "Prohibido el paso - Voladuras".
 - Antes de la "pega", una persona recorrerá la zona comprobando que no queda nadie, y se pondrán vigilantes en lugares estratégicos de acceso a la zona para impedir la entrada de personas o vehículos.
 - El responsable de la voladura y los artilleros comprobarán, cuando se hayan disipado los gases, que la "pega" ha sido completa y comprobará que no quedan terrenos inestables, saneando estos, si fuera necesario antes de iniciar los trabajos.
- Movimiento de tierras:
 - No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la carga.

- Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.
- Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 km/h.
- En caso necesario y a criterio del técnico de seguridad se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.
- Trabajos en altura:

El trabajo en altura se presenta dentro de muchas de las actividades que se realizan en la ejecución de este proyecto. Dada la 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 básicas y fundamentales 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:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones.
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que estas se encuentren totalmente apoyadas.
- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona solo cuando la carga esté prácticamente arriada.

Para evitar la caída de personas:

- Se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro, bordes de plataformas o forjados, por los que pudieran producirse caídas de personas.
- Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si estos son accesibles o están a menos de 1,5 metros del suelo.
- Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para la introducción de equipos, por ejemplo, se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.
- Los andamios que se utilicen (modulares o tubulares) cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo, destacando, entre otras:
 - Superficie de apoyo horizontal y resistente.

- Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
- A partir de 2 metros de altura se protegerá todo su perímetro con rodapiés y quitamiedos colocados a 45 y 90 centímetros del piso, el cual tendrá, como mínimo, una anchura de 60 centímetros.
- No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.
- En altura (más de 2 metros) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en los que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés, provistos de absorción de energía.
- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
 - No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños. Dispondrán de zapatas antideslizantes.
 - Las superficies de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
 - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a esta.
 - Colocarla con la inclinación adecuada.
 - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.
- En trabajos con ferralla:
 - Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1,50 metros.
 - No se permitirá trepar por las armaduras.
 - Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.
 - No se emplearán elementos o medios auxiliares (como escaleras o ganchos) hechos con trozos de ferralla soldada.
 - Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres sobrantes del armado.

- En trabajos de encofrado y desencofrado:
 - El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
 - No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros o puntales.
 - Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
 - El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
 - Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.
- En trabajos de hormigón:

Vertidos mediante canaleta:

 - Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
 - No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

Vertido mediante cubo con grúa:

 - Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
 - No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
 - La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
 - El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.
- Para la manipulación de materiales:

Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:

 - Manejo manual de materiales.
 - Acopio de materiales, según sus características.
 - Manejo/acopio de materiales tóxicos/peligrosos.

- Para el transporte de materiales y equipos dentro de la obra:
 - Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidas para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.
 - Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
 - La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
 - Se señalarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 metros.
 - En las maniobras con riesgo de vuelco, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.
 - Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
 - No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de vehículos.
 - No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
 - Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.
- Para la prefabricación, izado y montaje de estructuras, cerramientos y equipos
 - Se señalarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
 - No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.
 - El guiado de cargas y equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
 - Se taparán o protegerán con barandillas resistentes o, según los casos, se señalarán adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.
 - Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida (que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
 - Los puestos de trabajo de soldadura estarán suficientemente separados o se aislarán con pantallas divisorias.
 - La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.

- Los equipos y estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura.
- En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés, provistos de absorción de energía.

De cualquier forma, dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un estudio de seguridad específico al efecto.

- Para maniobras de izado y ubicación en obra de materiales y equipos

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
 - No situarse en la zona de influencia de la carga.
 - Realizar el guiado de las cargas mediante cuerdas.
 - Entrar en la zona de riesgo en el momento de acoplamiento.
- En instalaciones de distribución de energía
 - Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.
 - Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
 - Cuando existan líneas de tendidos eléctricos aéreos que pueda afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizará una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

- 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 contralarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactínico.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.).
- Cinturón de seguridad.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopletero, etc).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

Revisiones técnicas de seguridad

Su finalidad es comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad. Para ello, el contratista velará por la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en dicho plan.

Sin perjuicio de lo anterior, podrán realizarse visitas de inspección por técnicos asesores especialistas en seguridad, cuyo asesoramiento puede ser de gran valor.

5.15. Instalaciones eléctricas provisionales

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

5.15.1. Riesgos previsibles

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

5.15.2. Medidas preventivas

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán los siguientes:

- Cuadros de distribución
 - Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:
 - Interruptor general.
 - Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
 - Diferencial de 300 mA.
 - Toma de tierra de resistencia máxima 20 Ω .
 - Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
 - Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
 - Únicamente podrá manipularles el electricista.
 - Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán, como mínimo, de 1.000 V nominales.
- Prolongadores, clavijas, conexiones y cables
 - Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
 - Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
 - Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
 - Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.
- Herramientas y útiles eléctricos portátiles
 - Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.

- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
 - Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).
- Máquinas y equipos eléctricos
- Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 Ω de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.
- Normas de carácter general
- Bajo ningún concepto se dejarán elementos en tensión, como puntas de cables o terminales sin aislar.
 - Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
 - Cuando se realicen operaciones en cables, cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.
- Estudio de revisiones y mantenimiento
- Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.

5.16. Formación

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de Seguridad que deberán emplear.

Esta exposición será impartida por persona competente, que se encuentre permanentemente en la obra (Jefe de Obra, Encargado, o bien otra persona designada al efecto).

Se impartirá formación en materia de seguridad e higiene en el trabajo a todo el personal de la obra. Esta formación será realizada por los servicios técnicos de seguridad e higiene de la empresa de los servicios de prevención ajenos de las empresas subcontratadas.

5.17. Campo de la salud

Dada las características de esta obra, no se prevé la contratación de servicios médicos específicos a pie de obra. En cualquier caso, las diferentes empresas contratistas, de acuerdo a lo dispuesto en la legislación vigente, deberán, a través de sus mutuas de accidente de trabajo y enfermedad profesional, realizar la vigilancia de la salud antes del inicio de los trabajos (Reconocimientos previos y específicos al puesto de trabajo) y durante el trabajo, curas y primeros auxilios a través de sus propios centros o bien de centros hospitalarios concertados.

En todo caso, es responsabilidad del empresario, el que todos y cada uno de sus trabajadores disponga del reconocimiento médico específico.

- Vigilancia de la salud

Los reconocimientos médicos se corresponderán con los tipos que a continuación se detallan y de acuerdo con lo dispuesto en la ley de prevención de riesgos laborales:

- Reconocimiento de ingreso:

El director de obra o el coordinador de seguridad y salud no admitirá a ningún trabajador sin que éste haya pasado el reconocimiento médico específico, previo al ingreso en la obra. A la vista de los resultados obtenidos, y de acuerdo con sus condiciones psicofísicas, los trabajadores serán clasificados en los 5 grupos siguientes:

- Aptos para toda clase de trabajos.
- Aptos con ciertas limitaciones.
- Aptos para puestos especiales de trabajo.
- No aptos temporalmente.
- No aptos.

- Reconocimientos periódicos

Las empresas contratistas enviarán a sus trabajadores una vez al año, como mínimo, al servicio médico de la obra para ser sometidos a un reconocimiento periódico anual.

- Primeros auxilios

Según indica el RD 1.627/1997 del 24 de octubre, en el Anexo IV – A, punto 14, será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, que estará ubicado en lugar accesible, próximo a los trabajos y conocido por todos los trabajadores, siendo el jefe de brigada (encargado o capataz) el responsable de revisar y reponer el material.

En caso de producirse un accidente durante la realización de los trabajos, se procederá según la gravedad que presente el accidentado.

Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada con el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante.

En el caso de ser un accidente con carácter grave, se acudirán al centro asistencial de la mutua que pertenece la contrata o subcontrata, (para lo cual deberán proporcionar la dirección del centro más

cercano de la mutua a la que pertenezca), donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano.

Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

- Condiciones higiénico-sanitarias

El personal responsable de seguridad y salud laboral: Inspeccionará de forma sistemática y continua las condiciones de los distintos servicios y dependencias, siendo responsabilidad de las empresas contratistas el cumplir las indicaciones formuladas a este respecto.

- Servicio de prevención de las empresas contratistas

Los servicios de prevención en obra de la empresa contratista principal contará con el personal técnico y adecuado y mantendrán las relaciones que luego se señalan para desempeñar los siguientes cometidos:

- Velar, en todo momento, por una rigurosa observación del estudio y del plan de seguridad y salud de la obra, y de las disposiciones de la comisión general.
- Analizar los accidentes ocurridos y los incidentes, así como las circunstancias que lo desencadenaron proponiendo las medidas preventivas necesarias.
- Realizar las oportunas notificaciones de accidentes, e informes de los accidentes clasificados como baja.
- Inspeccionar el estado de los medios de protección personal y colectiva en caso de otros materiales de seguridad, informando del mismo al coordinador de seguridad y salud de la obra.
- Vigilar el uso adecuado de los equipos de protección individual y los equipos de seguridad colectiva.
- Estudiar métodos y puestos de trabajo, colaborando en la elaboración de normas adecuadas para el desarrollo y desempeño de los mismos.
- Participar con el resto del personal técnico en las revisiones periódicas previstas en el estudio de seguridad, así como las específicas que puedan recogerse en el plan de seguridad.
- Colaborar con el coordinador y el resto de técnicos de seguridad en el contexto general de la prevención.
- Realizar la gestión administrativa acorde a su responsabilidad.

- Medidas de actuación en caso de emergencia y ante riesgo grave e inminente

El principal objetivo ante cualquier emergencia es su localización y, a ser posible, su eliminación, reduciendo al mínimo sus efectos sobre las personas y las instalaciones.

Por ello, antes del comienzo de los trabajos, todo el personal de obra deberá recibir información e instrucciones precisas de actuación en caso de emergencia y de primeros auxilios.

En particular, a los trabajadores se les informará, entre otros puntos de:

- Medidas de evacuación de los trabajadores (salidas de emergencia existentes).
- Normas de actuación sobre lo que “se debe” y “no se debe” hacer en caso de emergencia.
- Medios materiales de extinción contra incendios y actuación en primeros auxilios.

Por otra parte, cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un riesgo grave e inminente, el jefe de obra (encargado o capataz), deberá:

- Informar inmediatamente a todos los trabajadores afectados sobre la existencia de dicho riesgo, así como de las medidas preventivas a adoptar.
- Adoptar las medidas y dar las órdenes necesarias para que en caso de riesgo grave, inminente e inevitable los trabajadores puedan interrumpir su actividad, no pudiéndose exigir a los trabajadores que reanuden su actividad tanto en cuanto persista el peligro.
- Habilitar lo necesario para que el trabajador que no pudiese ponerse en contacto con su superior ante una situación de tal magnitud interrumpa su actividad, poniéndolo en conocimiento de su superior inmediato en el mínimo tiempo posible.
- Poner en conocimiento en el menor tiempo posible de la dirección facultativa y del titular del centro de trabajo, la aparición de tales circunstancias.

5.18. Obligaciones de las partes implicadas

Se recogen en este apartado las obligaciones que tienen cada una de las partes que intervienen en el proceso constructivo de la obra.

- De la propiedad

La propiedad, viene obligada a nombrar un coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de las obras, quien asumirá las funciones previstas en los artículos 9 y 10 del R.D. 1627/197, de 24 de octubre.

Asimismo, contribuirá a la adecuada información del coordinador, incorporando las disposiciones técnicas por él propuestas en las opciones arquitectónicas, técnicas y de organización.

- De los contratistas y subcontratistas

Están obligados a aplicar los principios de prevención, expresados en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y lo indicado en el artículo 10 del R.D. 1627/97.

Son responsables de la aplicación de las medidas preventivas fijadas en el presente plan de seguridad y salud, incluyendo a los trabajadores autónomos que hayan contratado, respondiendo solidariamente a las consecuencias que se deriven de su cumplimiento, sin que las responsabilidades de los demás agentes le eximan de las mismas.

- De los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos, están obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva expresados en el artículo 15 de la ley de prevención de riesgos laborales y lo indicado en el artículo 10 del R.D. 1627/97.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, según el anexo IV del R.D. 1627/97.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos, establecidas en el artículo 29 de la ley de prevención de riesgos laborales.
- Ajustarse, según lo establecido en el artículo 24 de la ley de prevención de riesgos laborales, a los deberes de coordinación, participando en cualquier medida establecida al respecto.
- Utilizar los equipos de trabajo, según dispone el R.D. 1215/97, disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo por parte de los trabajadores.
- Escoger y utilizar equipos de protección individual, según R.D. 773/97, disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de protección individual por parte de los trabajadores.
- Atender y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud, y de la dirección facultativa, durante la ejecución de la obra.
- Cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud de la obra.
- La maquinaria, aparatos y herramientas que se utilicen en la obra, responderán a las prescripciones de seguridad y salud propias de los equipamientos de trabajo, que el empresario pondrá a disposición de los trabajadores.
- Los trabajadores autónomos y empresarios que desarrollen una actividad en la obra, utilizarán equipos de protección individual, apropiados al riesgo que previenen y al entorno de trabajo.

Los trabajadores, tienen los siguientes derechos y obligaciones:

- Obedecer instrucciones del empresario en lo concerniente a seguridad y salud.
- Deber de indicar los peligros potenciales.
- Responsabilidad de los actos personales.
- Derecho de ser informado en forma adecuada y comprensible y expresar propuestas en relación a lo concerniente a seguridad y salud.
- Derecho de consulta y participación, según el artículo 18 de la ley de prevención de riesgos laborales.
- Derecho a dirigirse a la autoridad competente.
- Derecho a interrumpir el trabajo en caso de serio peligro.

- De la dirección facultativa

La dirección facultativa, considera el plan de seguridad, como parte integrante de la ejecución de la obra, correspondiéndole el control y supervisión de éste, según los artículos 9 y 10 del R.D. 1627/97, por nombramiento del promotor, autorizando previamente cualquier modificación de éste y dejando constancia escrita en el libro de incidencias.

Periódicamente, comprobará las certificaciones complementarias del presupuesto de seguridad, juntamente con las certificaciones de obra, de acuerdo con las cláusulas del contrato, siendo responsable de su liquidación hasta el saldo final, poniendo en conocimiento de la propiedad y de los organismos competentes, el incumplimiento por parte de la empresa constructora de las medidas de seguridad contenidas en el presente plan.

5.19. Obligaciones jurídico-laborales de las empresas contratistas

Toda empresa subcontratista estará obligada a presentar a la contratista principal, tanto su documentación jurídico-laboral como la de las sus propias empresas subcontratistas que proporcionen.

- Copia de alta Seguridad Social.
- Copia de las liquidaciones a la Seguridad Social.
- Copia del documento de calificación empresarial o alta en la cuota del impuesto de actividades económicas.
- Copia de los contratos de trabajo.
- Libro de visita de la Autoridad Laboral.
- Libro de Inspecciones de Industria sobre máquinas.
- Póliza de Seguro de accidentes.
- Póliza de seguro de responsabilidad civil.
- Licencias administrativas previas a los inicios de los trabajos.
- Certificados descubiertos a la seguridad social.
- Plan de Seguridad y Salud.
- Acreditaciones Técnicas del personal en obra.
- Certificados de formación en materia de Prevención de Riesgos Laborales.
- Comprobante de entrega de Equipos de Protección Individual y Colectiva.
- Informes de Inspecciones e Incidentes.

Como requisito para la subcontratación, está la aceptación de responsabilidad por parte de la empresa contratista principal para el mantenimiento al día de esta documentación.

5.20. Normas para la certificación de elementos de seguridad.

Una vez al mes, se extenderá la valoración de las partidas que, en materia de seguridad, se hubiesen realizado en la obra, presente plan de seguridad.

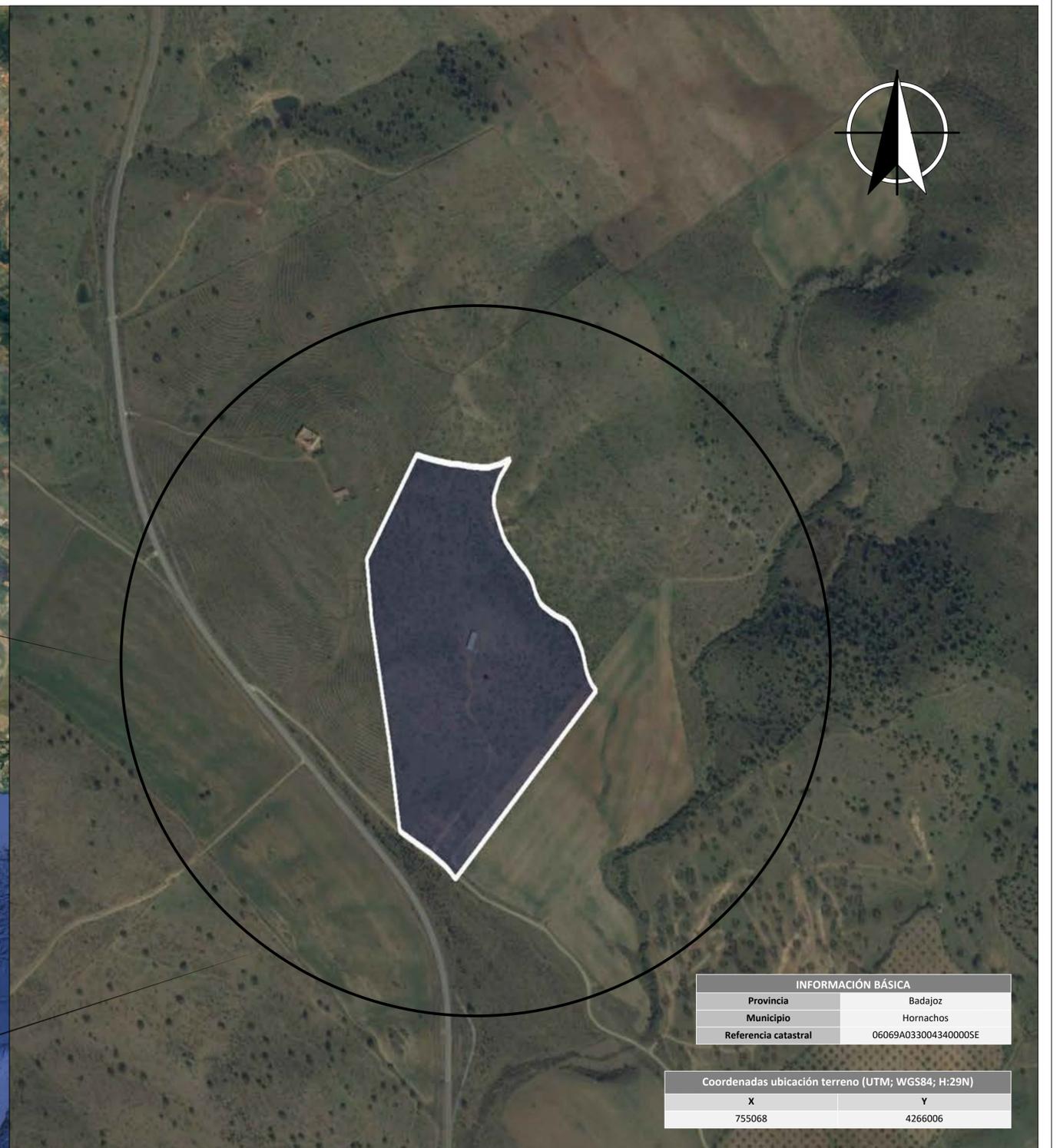
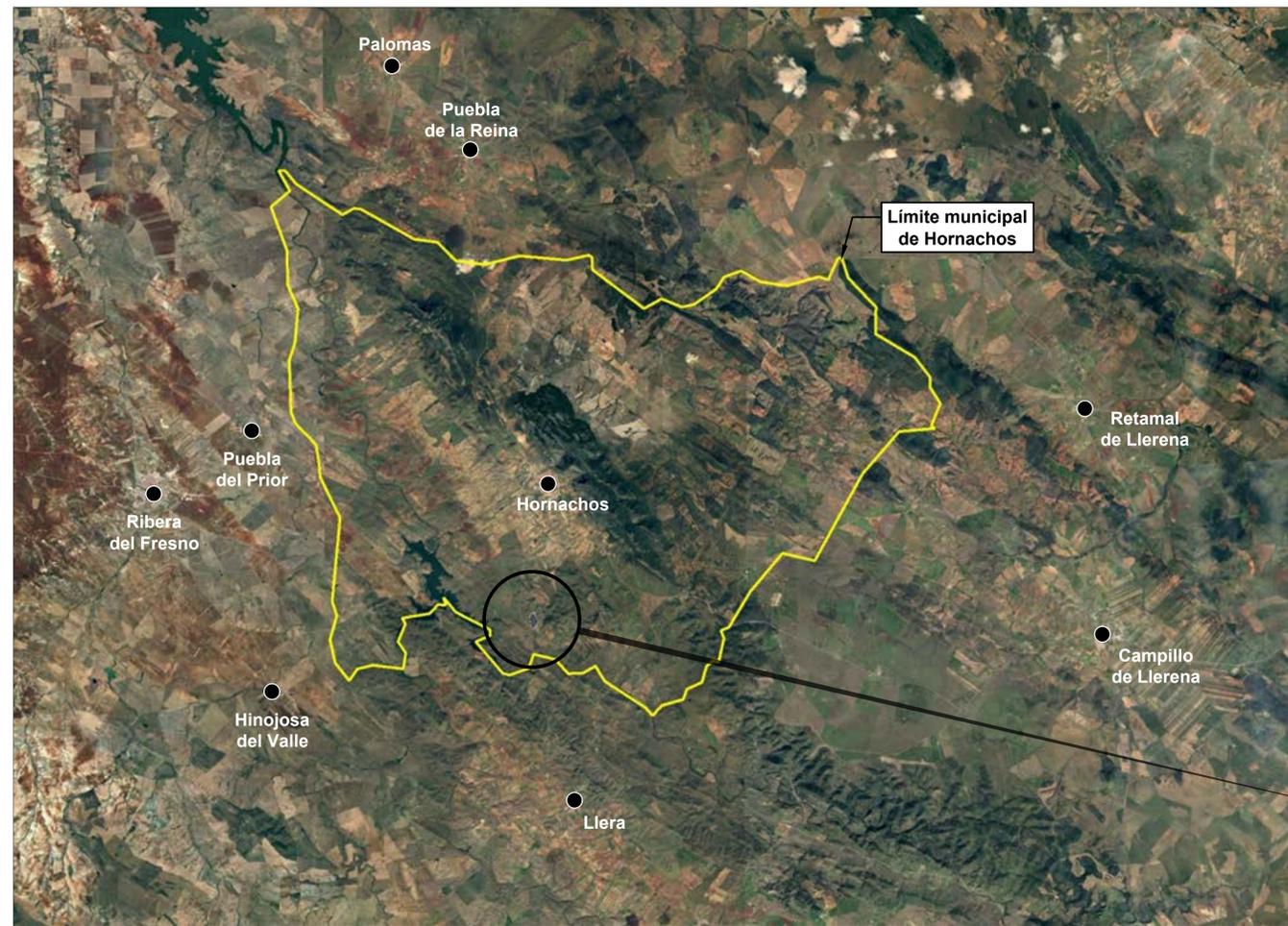
La valoración será visada y aprobada por la dirección facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la propiedad. El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

5.21. Reuniones semanales de coordinación de seguridad.

Coordinación de los aspectos relativos a la seguridad y salud de la obra. Se reunirán semanalmente, se establecerán las pautas de seguridad y actuaciones de la semana de la obra, de su gestión se levantará un informe. Si por motivos de seguridad esta reunión se tenga que realizar con más cercanía en el tiempo, se tomarán las medidas para ello.

6. Anexos

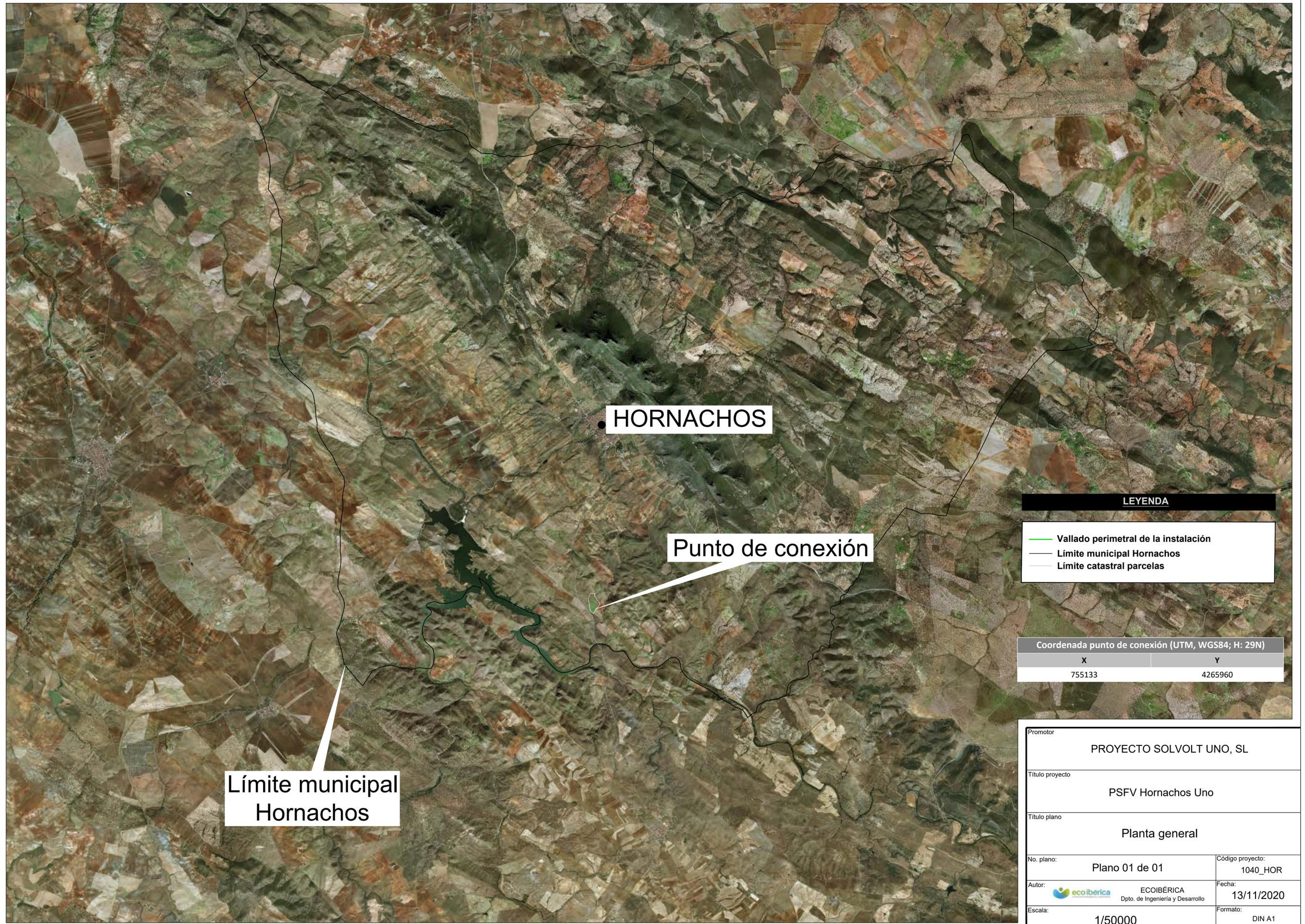
Anexo I: Planos



INFORMACIÓN BÁSICA	
Provincia	Badajoz
Municipio	Hornachos
Referencia catastral	06069A0330043400005E

Coordenadas ubicación terreno (UTM; WGS84; H:29N)	
X	Y
755068	4266006

Promotor	PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto	PSFV Hornachos Uno	
Título plano	Plano de ubicación	
No. plano:	Plano 01 de 01	Código proyecto: 1040_HOR
Autor:	 ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha: 13/11/2020
Escala:	S/E	Formato: DIN A1



● HORNACHOS

Punto de conexión

Límite municipal Hornachos

LEYENDA

- Vallado perimetral de la instalación
- Límite municipal Hornachos
- Límite catastral parcelas

Coordenada punto de conexión (UTM, WGS84; H: 29N)	
X	Y
755133	4265960

Promotor	PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto	PSFV Hornachos Uno	
Título plano	Planta general	
No. plano:	Plano 01 de 01	Código proyecto: 1040_HOR
Autor:	 ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha: 13/11/2020
Escala:	1/50000	Formato: DIN A1

Servidumbre línea 15 kV

21,4 m

Servidumbre Vereda de Zalameda y Colada o Sesmo del Chaparral

15 m

Apoyo de interconexión

Vano flojo LA-110

Punto de conexión

Coordenadas UTM (Datum ETRS89) de la línea de evacuación		
Vertice	x (m E)	y (m N)
A	755061	4266036
B	755087	4266036
C	755106	4265977
D	755133	4265960

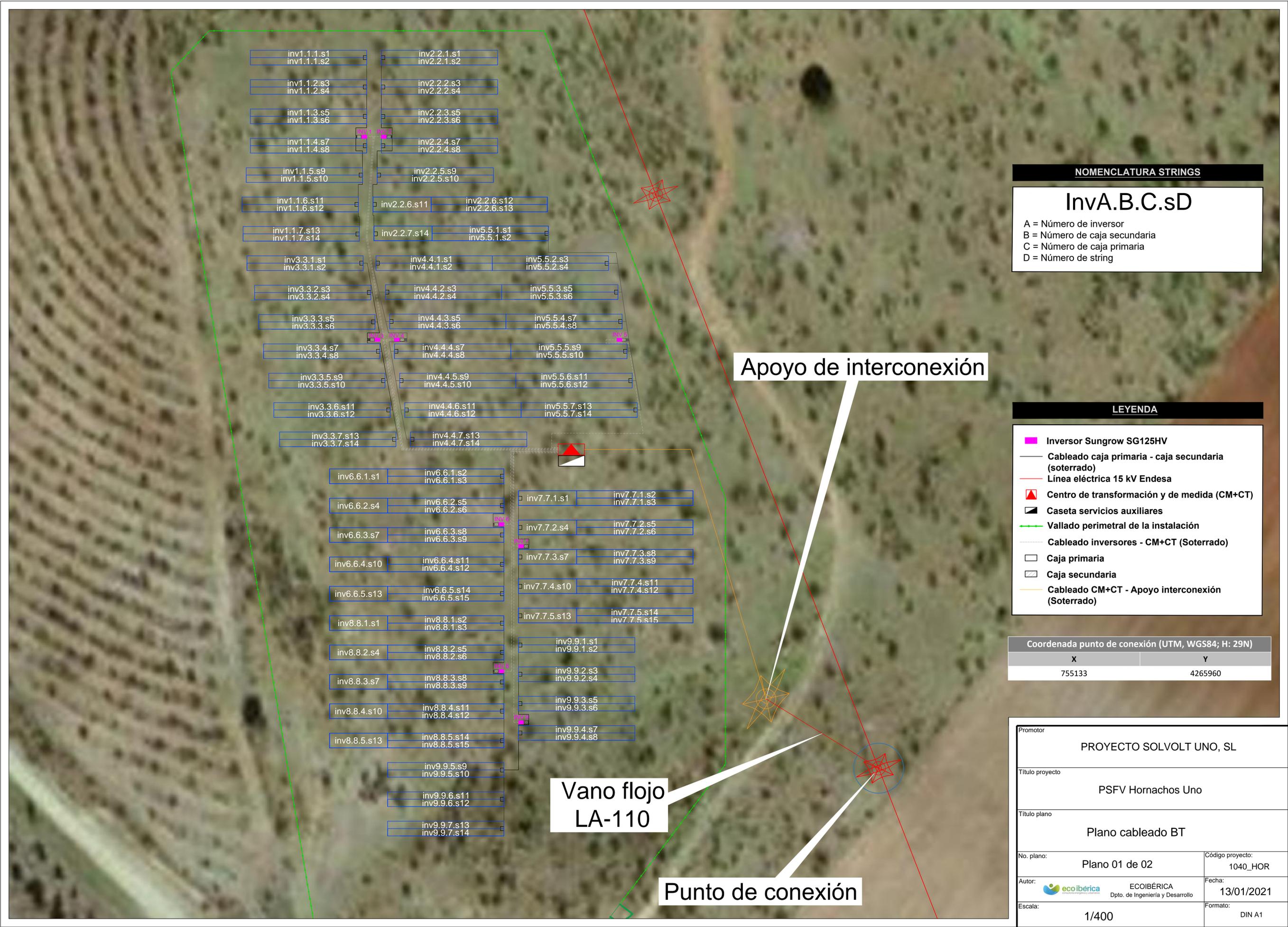
Coordenadas UTM (Datum ETRS89) de la poligonal de la instalación		
Vertice	x (m E)	y (m N)
1	755050	4265900
2	755030	4265900
3	754997	4265923
4	754963	4266127
5	754972	4266135
6	755052	4266135
7	755096	4266025
8	755096	4265961

Coordenada punto de conexión (UTM, WGS84; H: 29N)	
X	Y
755133	4265960
Coordenada punto de conexión (UTM, ETRS89; H: 29N)	
X	Y
755133	4265960

LEYENDA

- Servidumbre línea 15 kV Endesa
- Vereda de Zalameda
- Servidumbre de la Vereda de Zalameda y Colada o Sesmo del Chaparral (15 m)
- Línea eléctrica 15 kV Endesa
- ▲ Centro de transformación y de medida (CM+CT)
- ▣ Caseta servicios auxiliares
- Vallado perimetral de la instalación
- Cableado inversores - CM+CT (Subterráneo)
- Límite catastral parcelas
- Vallado de la parcela
- Cableado CM+CT - Apoyo interconexión (Subterráneo)
- Puerta de acceso a vehículos
- Área de obras temporales

Promotor	PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto	PSFV Hornachos Uno	
Título plano	Plano Implantación	
No. plano:	Plano 01 de 01	Código proyecto: 1040_HOR
Autor:	 ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha: 12/03/2020
Escala:	1/800	Formato: DIN A1



NOMENCLATURA STRINGS

InvA.B.C.sD

- A = Número de inversor
- B = Número de caja secundaria
- C = Número de caja primaria
- D = Número de string

LEYENDA

- Inversor Sungrow SG125HV
- Cableado caja primaria - caja secundaria (soterrado)
- Línea eléctrica 15 kV Endesa
- ▲ Centro de transformación y de medida (CM+CT)
- ▣ Caseta servicios auxiliares
- Vallado perimetral de la instalación
- Cableado inversores - CM+CT (Soterrado)
- Caja primaria
- Caja secundaria
- Cableado CM+CT - Apoyo interconexión (Soterrado)

Coordenada punto de conexión (UTM, WGS84; H: 29N)

X	Y
755133	4265960

Promotor	PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto	PSFV Hornachos Uno	
Título plano	Plano cableado BT	
No. plano:	Plano 01 de 02	Código proyecto: 1040_HOR
Autor:	ecoiberica ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha: 13/01/2021
Escala:	1/400	Formato: DIN A1

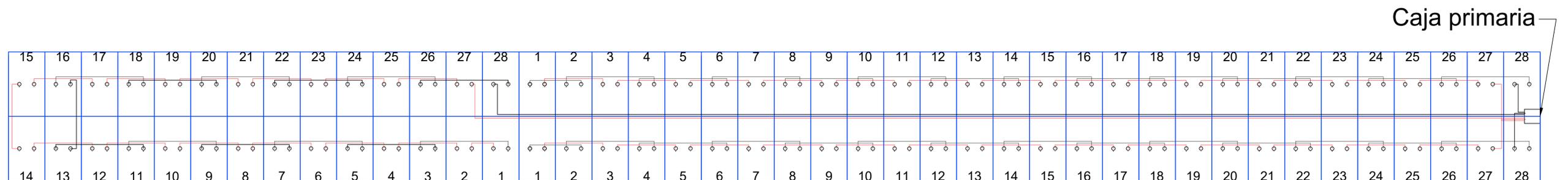
Apoyo de interconexión

Vano flojo
LA-110

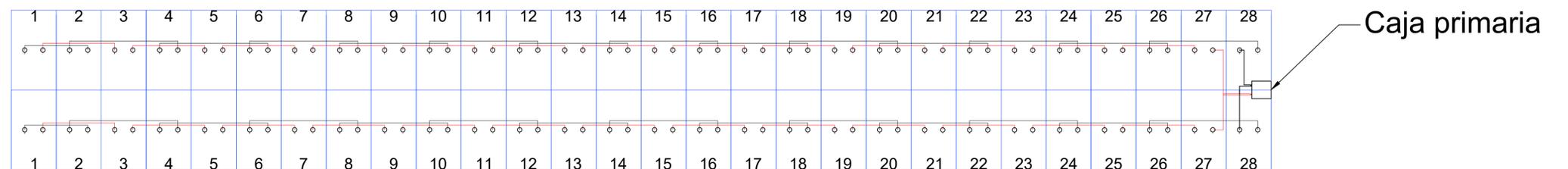
Punto de conexión

CONEXIONADO MÓDULOS

Estructura de 3 strings



Estructura de 2 strings



En la parte superior o inferior de los módulos se indica el número con el que se identifica la posición del módulo en cada string.

NOMENCLATURA STRINGS

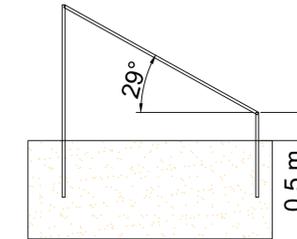
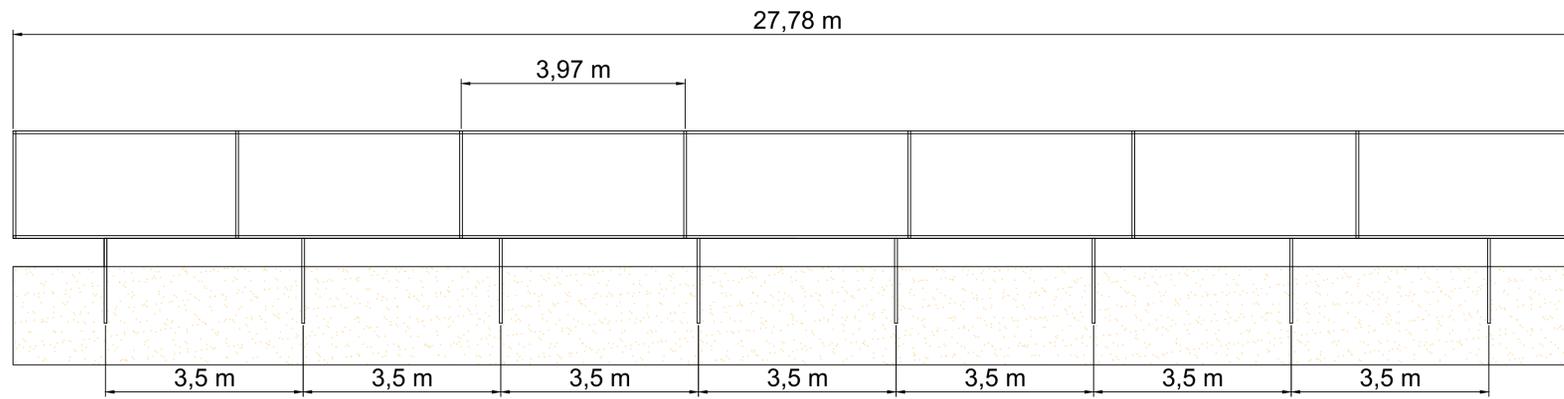
InvA.B.C.sD

A = Número de inversor
 B = Número de caja secundaria
 C = Número de caja primaria
 D = Número de string

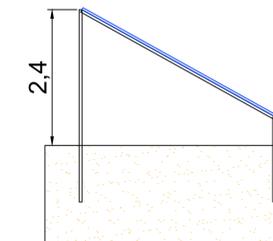
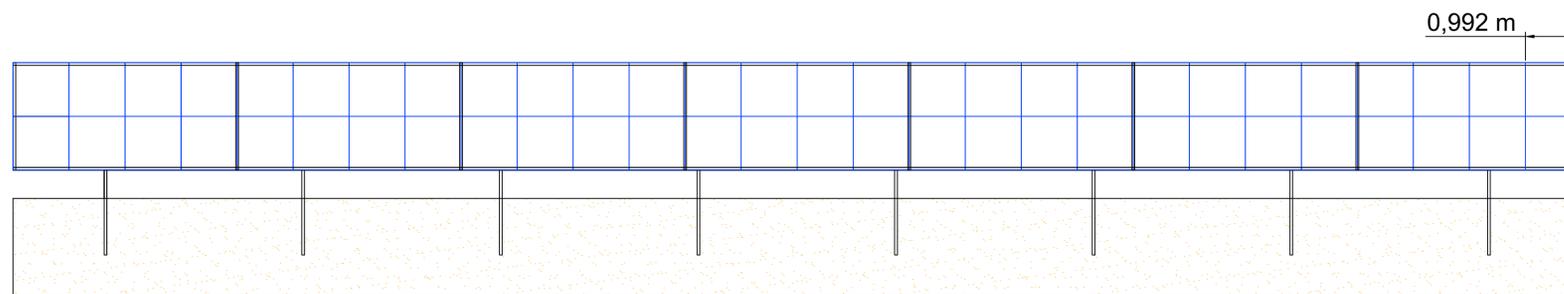
Ejemplo:
 Inversor 4, caja secundaria 4, caja primaria 3, string 5, módulo 7.
 Inv4.4.3.s5.m7

Promotor	PROYECTO SOLVOLT UNO, SL		
Título proyecto	PSFV Hornachos Uno		
Título plano	Cableado BT, conexionado módulos		
No. plano:	Plano 02 de 02	Código proyecto:	1040_HOR
Autor:	 ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha:	13/11/2020
Escala:	SE	Formato:	DIN A1

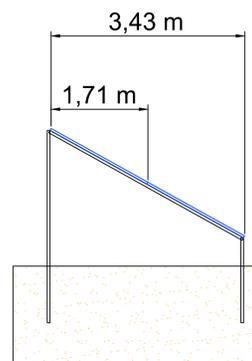
DETALLE ESTRUCTURA



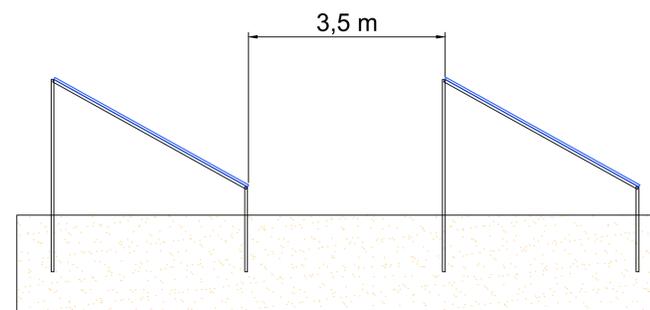
DETALLE ESTRUCTURA CON PANELES



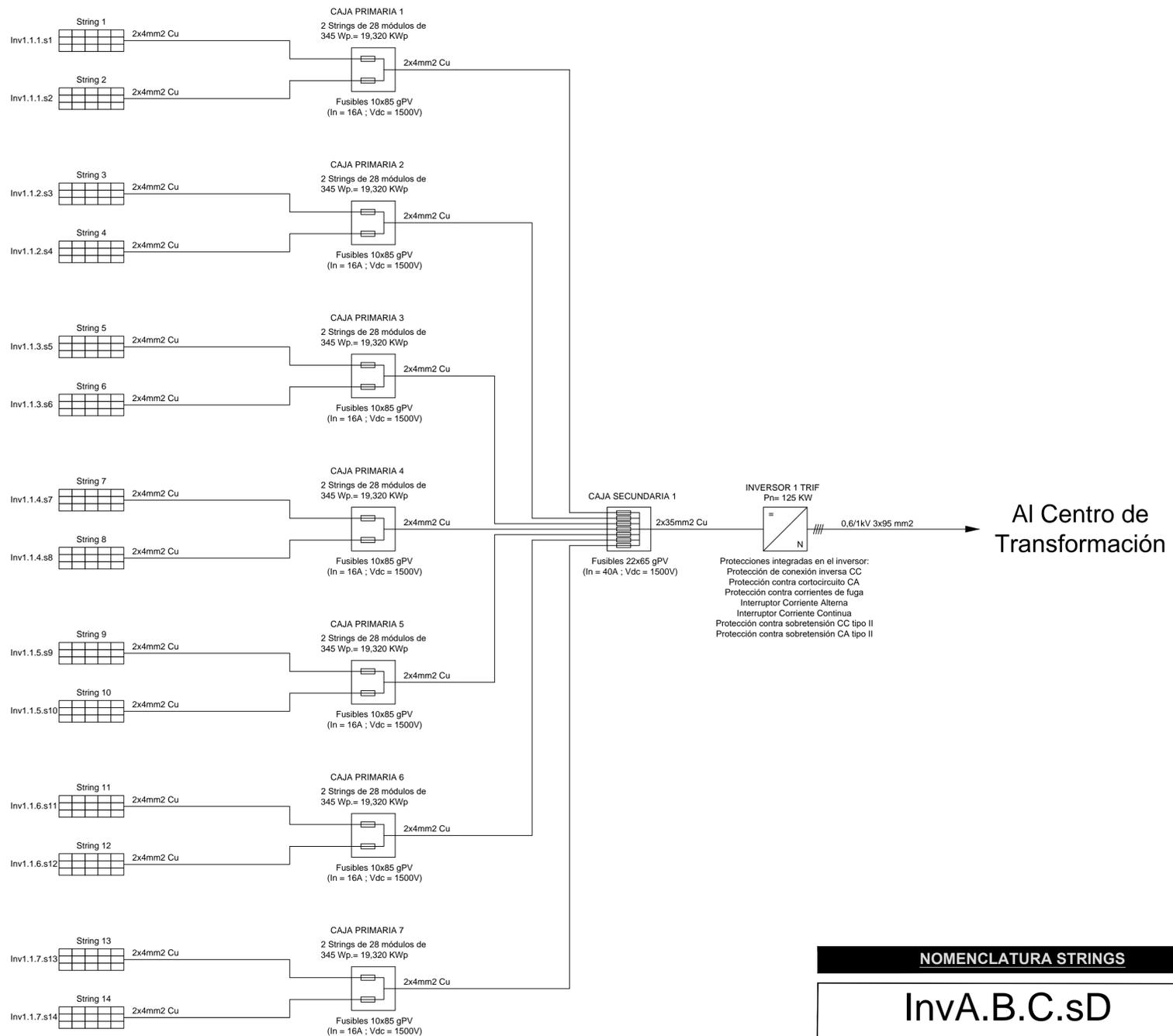
ALZADO ESTRUCTURA



COLOCACIÓN Y SEPARACIÓN



Promotor	PROYECTO SOLVOLT UNO, SL		
Título proyecto	PSFV Hornachos Uno		
Título plano	Vistas estructura fija		
No. plano:	Plano 01 de 01	Código proyecto:	1040_HOR
Autor:	ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha:	13/11/2020
Escala:	S/E	Formato:	DIN A1

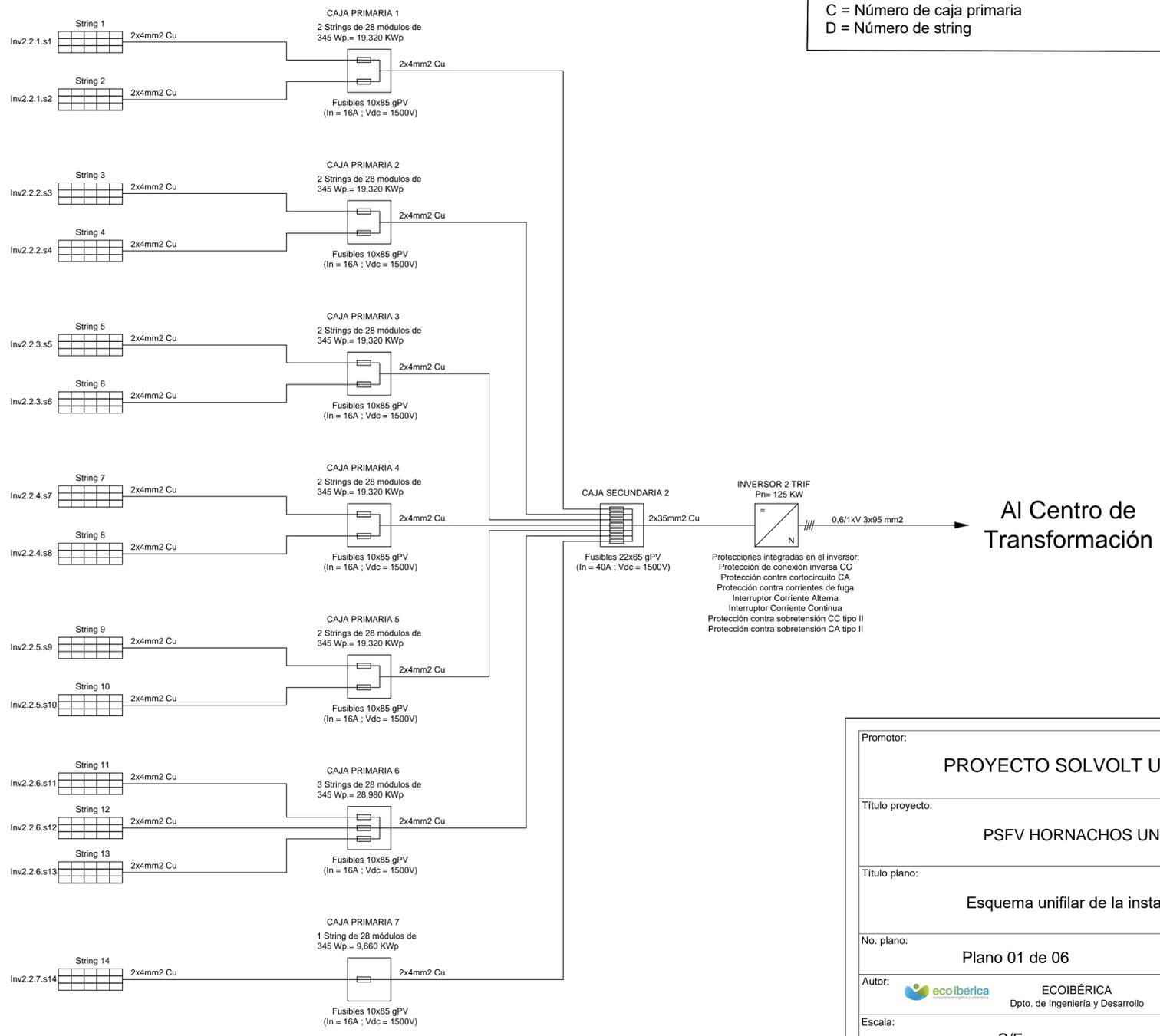


Al Centro de Transformación

NOMENCLATURA STRINGS

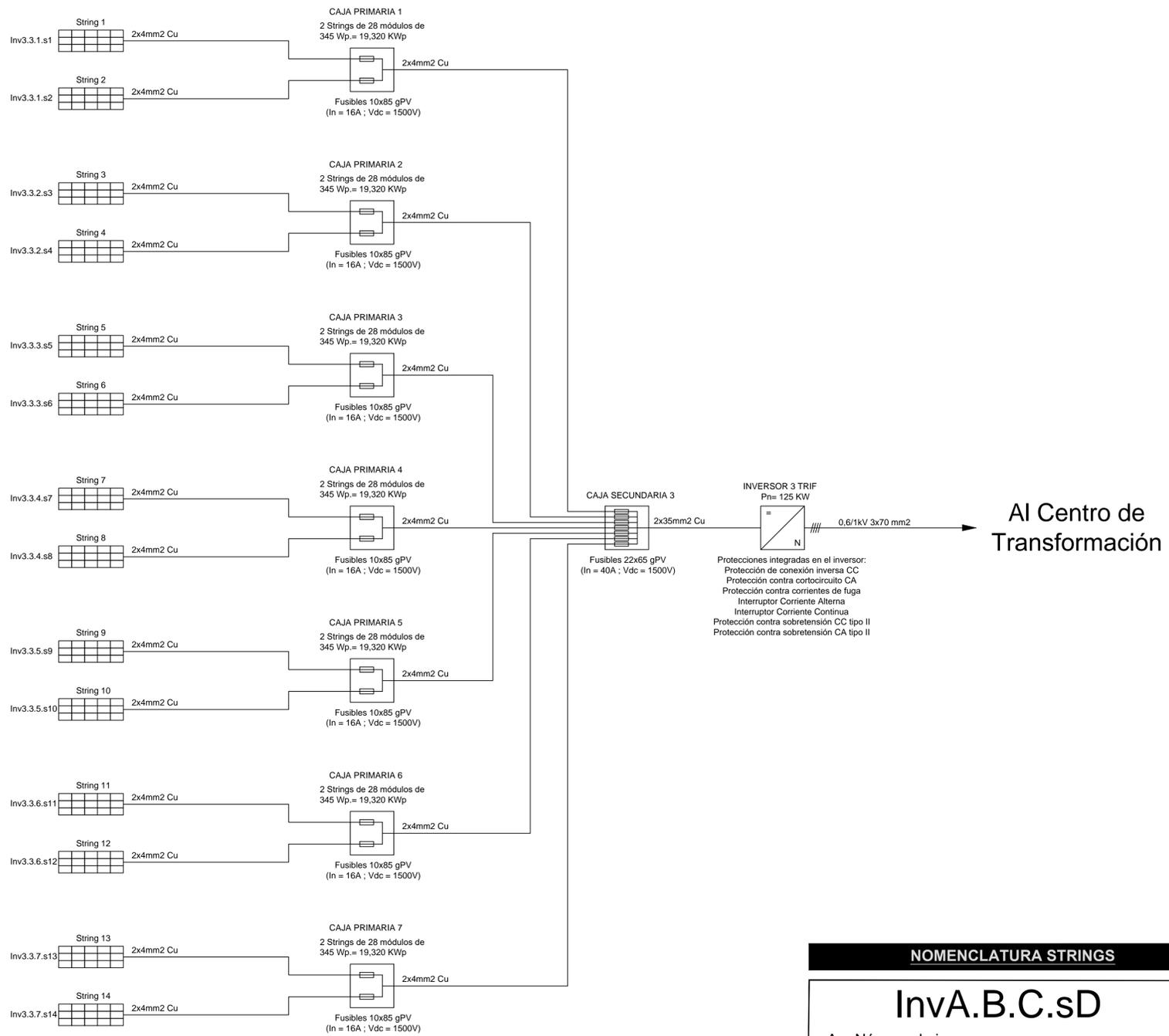
InvA.B.C.sD

- A = Número de inversor
- B = Número de caja secundaria
- C = Número de caja primaria
- D = Número de string



Al Centro de Transformación

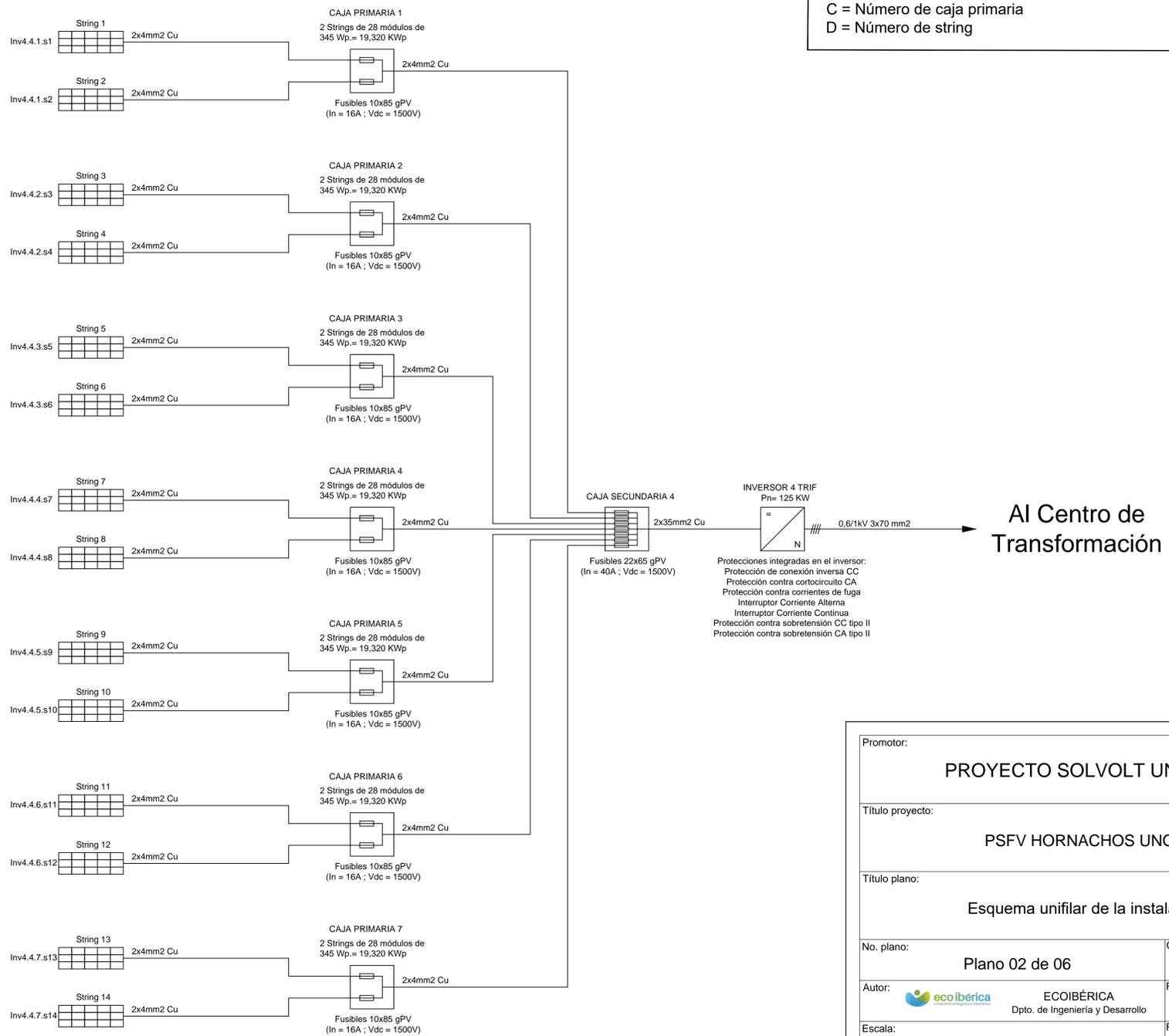
Promotor:		PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto:		PSFV HORNACHOS UNO	
Título plano:		Esquema unifilar de la instalación	
No. plano:	Plano 01 de 06	Código proyecto:	1040_HOR
Autor:	 ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha:	13/11/2020
Escala:	S/E	Formato:	DIN A1



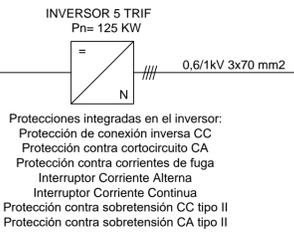
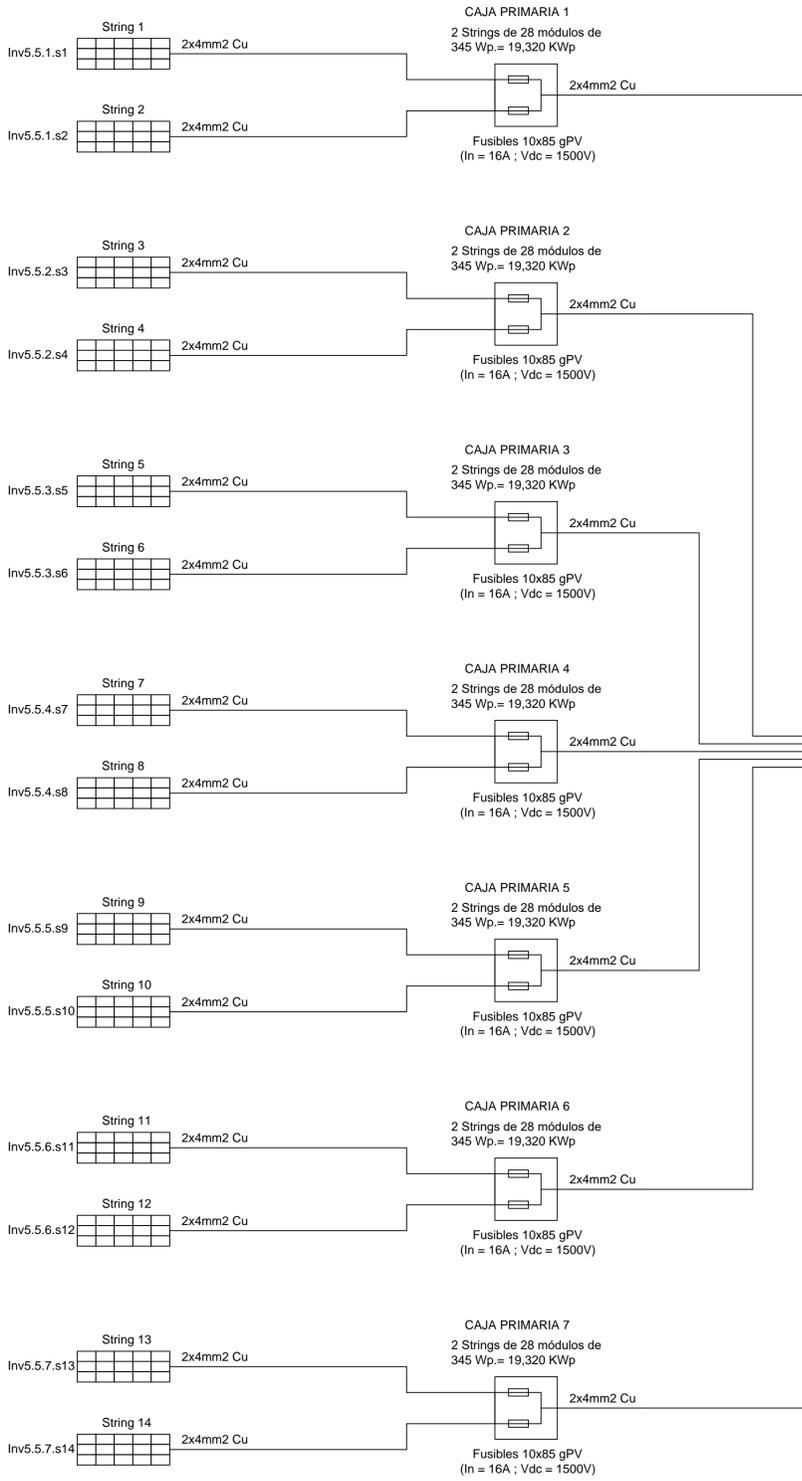
NOMENCLATURA STRINGS

InvA.B.C.sD

A = Número de inversor
 B = Número de caja secundaria
 C = Número de caja primaria
 D = Número de string



Promotor:		PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto:		PSFV HORNACHOS UNO	
Título plano:		Esquema unifilar de la instalación	
No. plano:	Plano 02 de 06	Código proyecto:	1040_HOR
Autor:	ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha:	13/11/2020
Escala:	S/E	Formato:	DIN A1

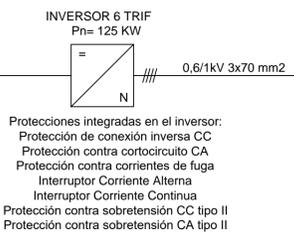
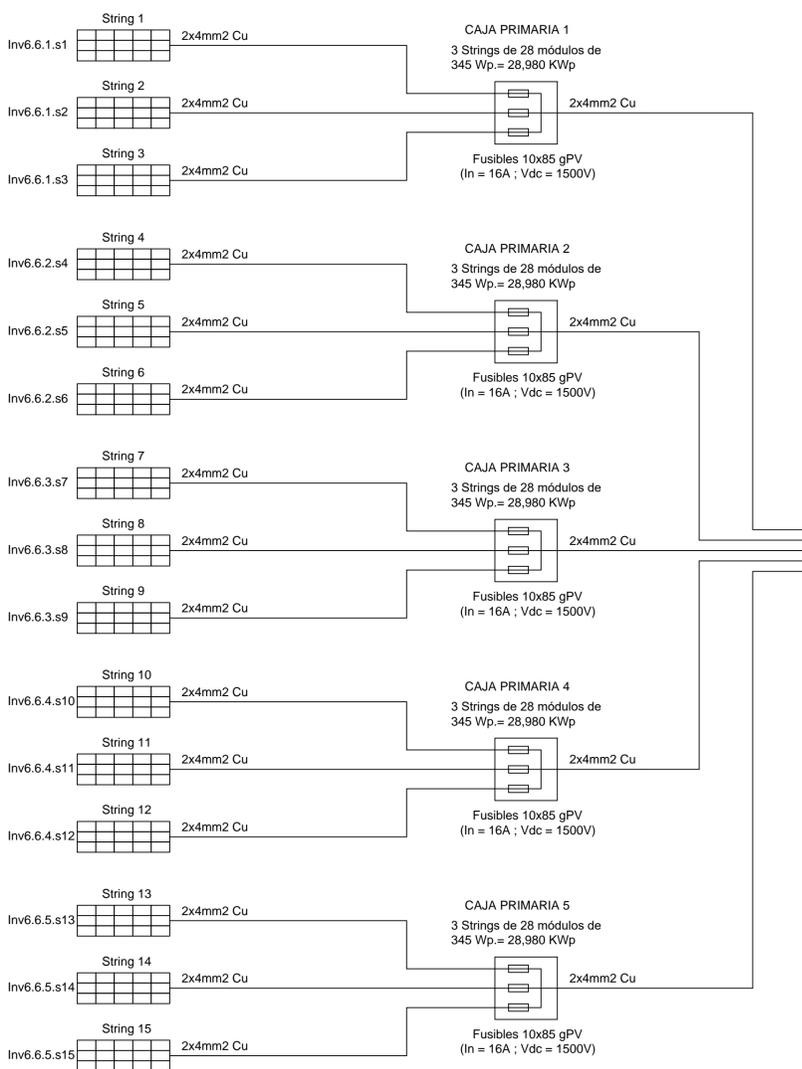


Al Centro de Transformación

NOMENCLATURA STRINGS

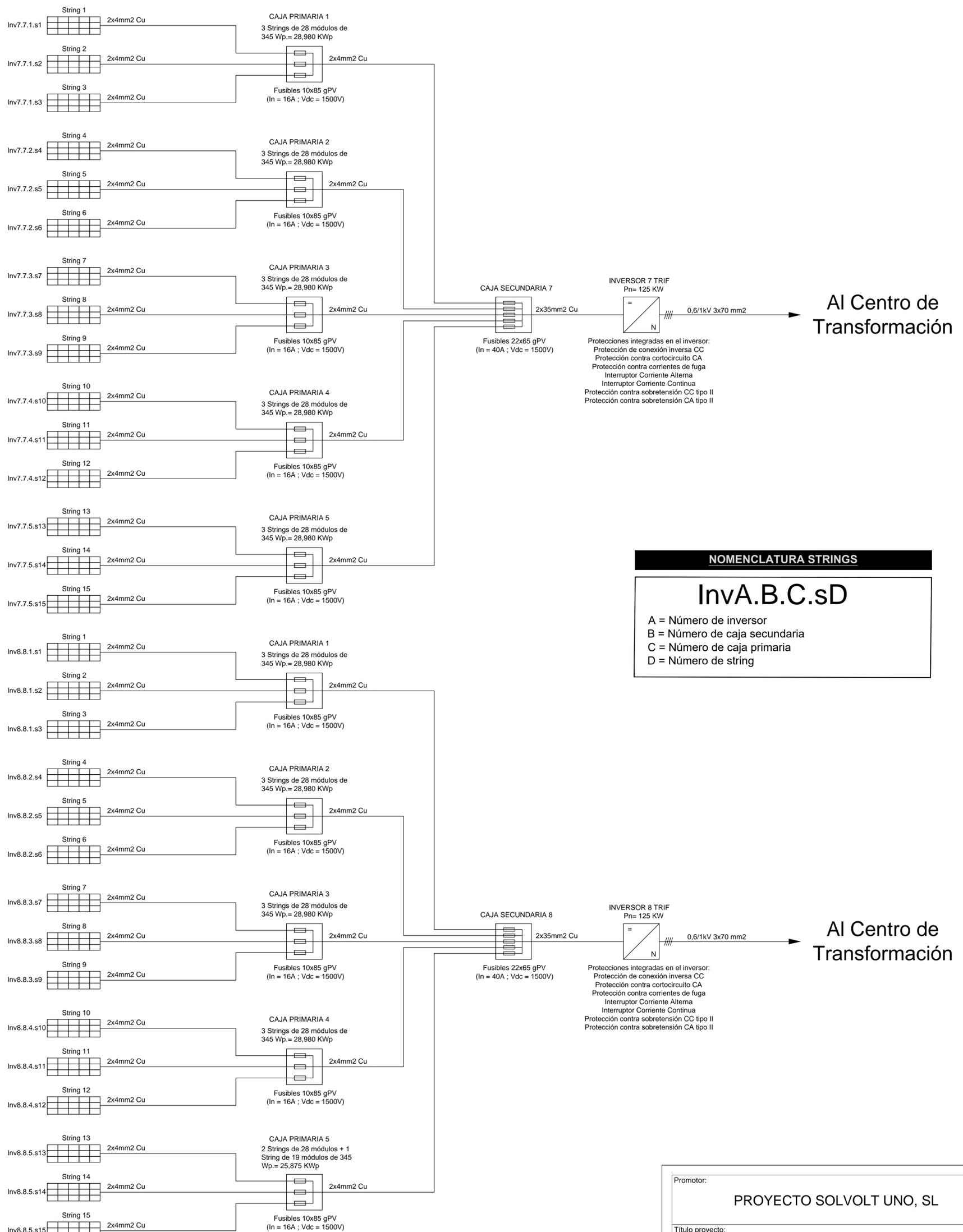
InvA.B.C.sD

- A = Número de inversor
- B = Número de caja secundaria
- C = Número de caja primaria
- D = Número de string



Al Centro de Transformación

Promotor:		PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto:		PSFV HORNACHOS UNO	
Título plano:		Esquema unifilar de la instalación	
No. plano:	Plano 03 de 06	Código proyecto:	1040_HOR
Autor:	 ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha:	13/11/2020
Escala:	S/E	Formato:	DIN A1

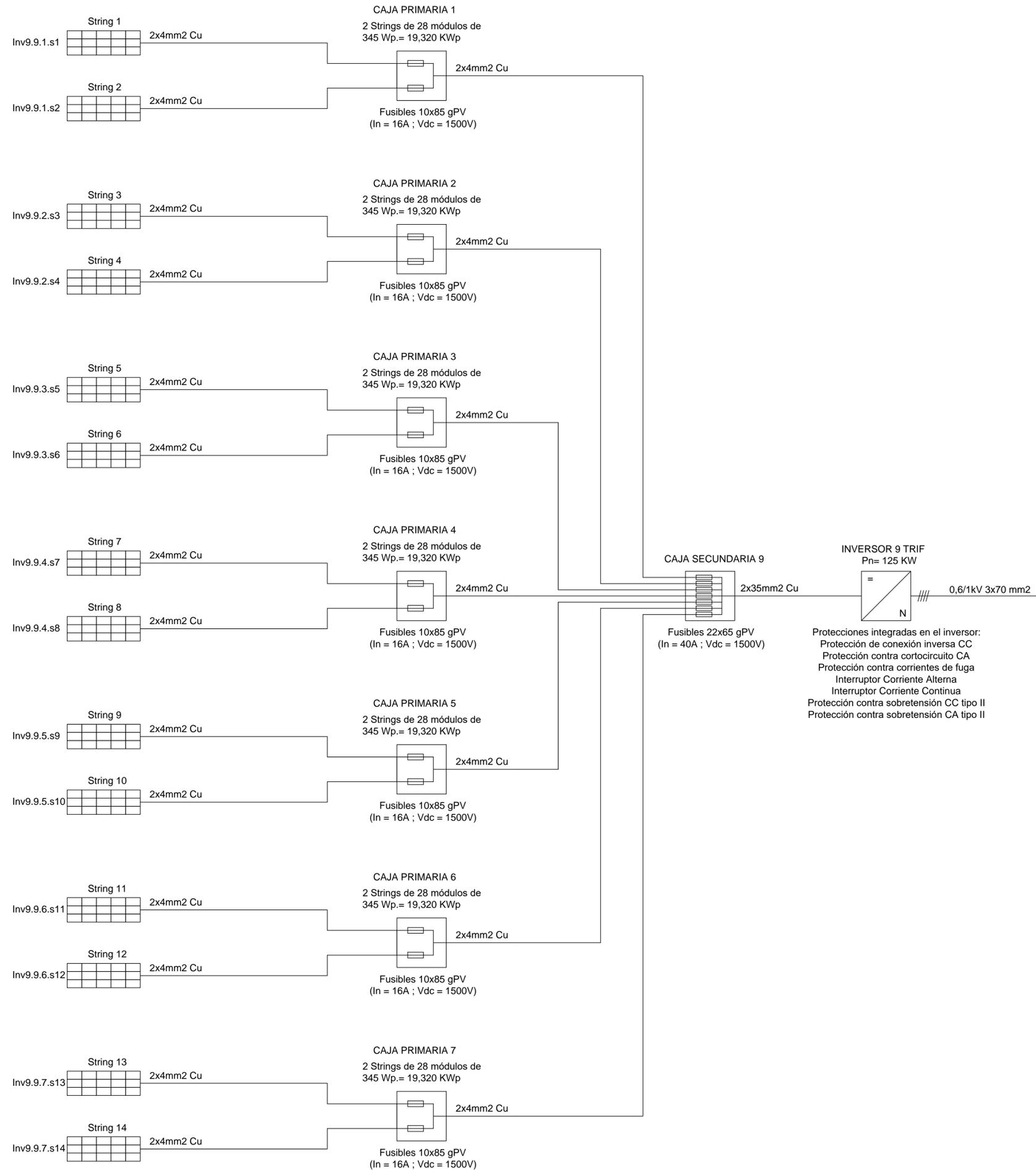


NOMENCLATURA STRINGS

InvA.B.C.sD

A = Número de inversor
 B = Número de caja secundaria
 C = Número de caja primaria
 D = Número de string

Promotor:		PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto:		PSFV HORNACHOS UNO	
Título plano:		Esquema unifilar de la instalación	
No. plano:	Plano 04 de 06	Código proyecto:	1040_HOR
Autor:	ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha:	13/11/2020
Escala:	S/E	Formato:	DIN A1

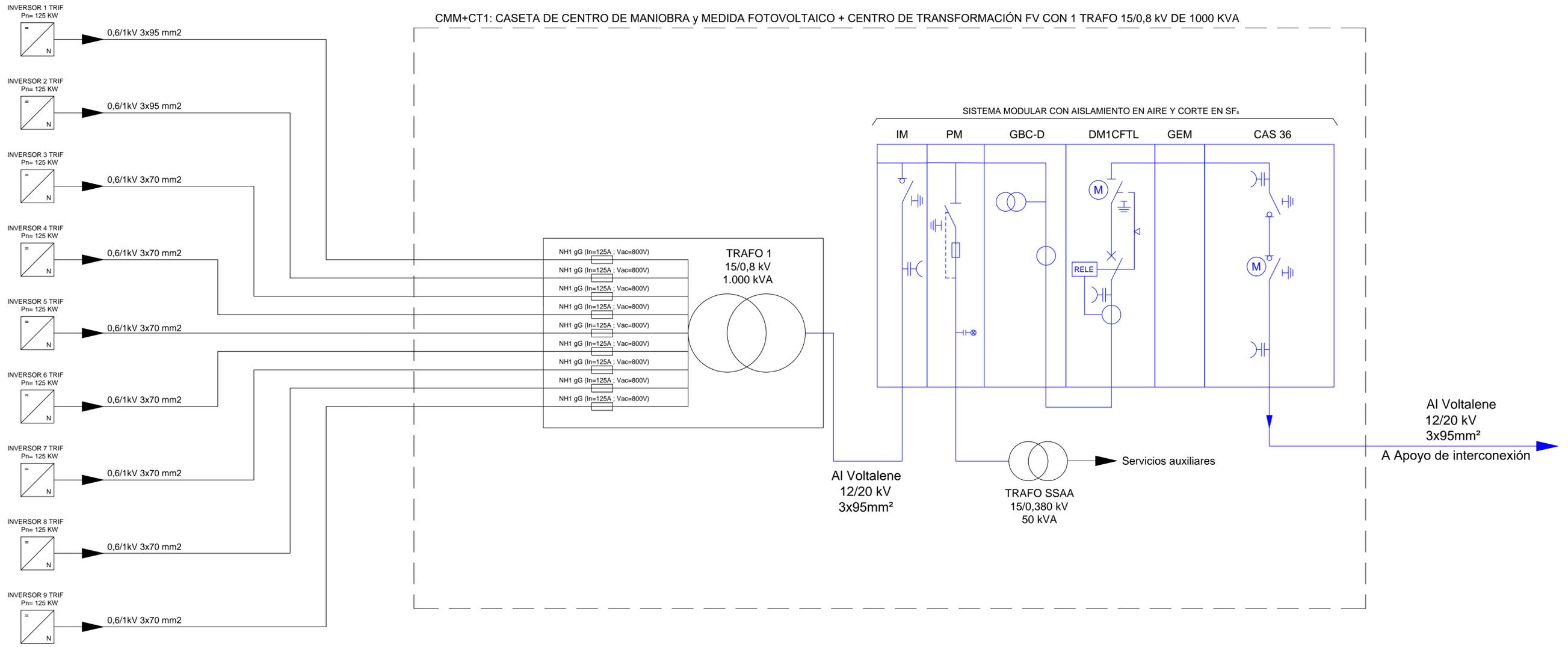


NOMENCLATURA STRINGS	
InvA.B.C.sD	
A =	Número de inversor
B =	Número de caja secundaria
C =	Número de caja primaria
D =	Número de string

Al Centro de Transformación

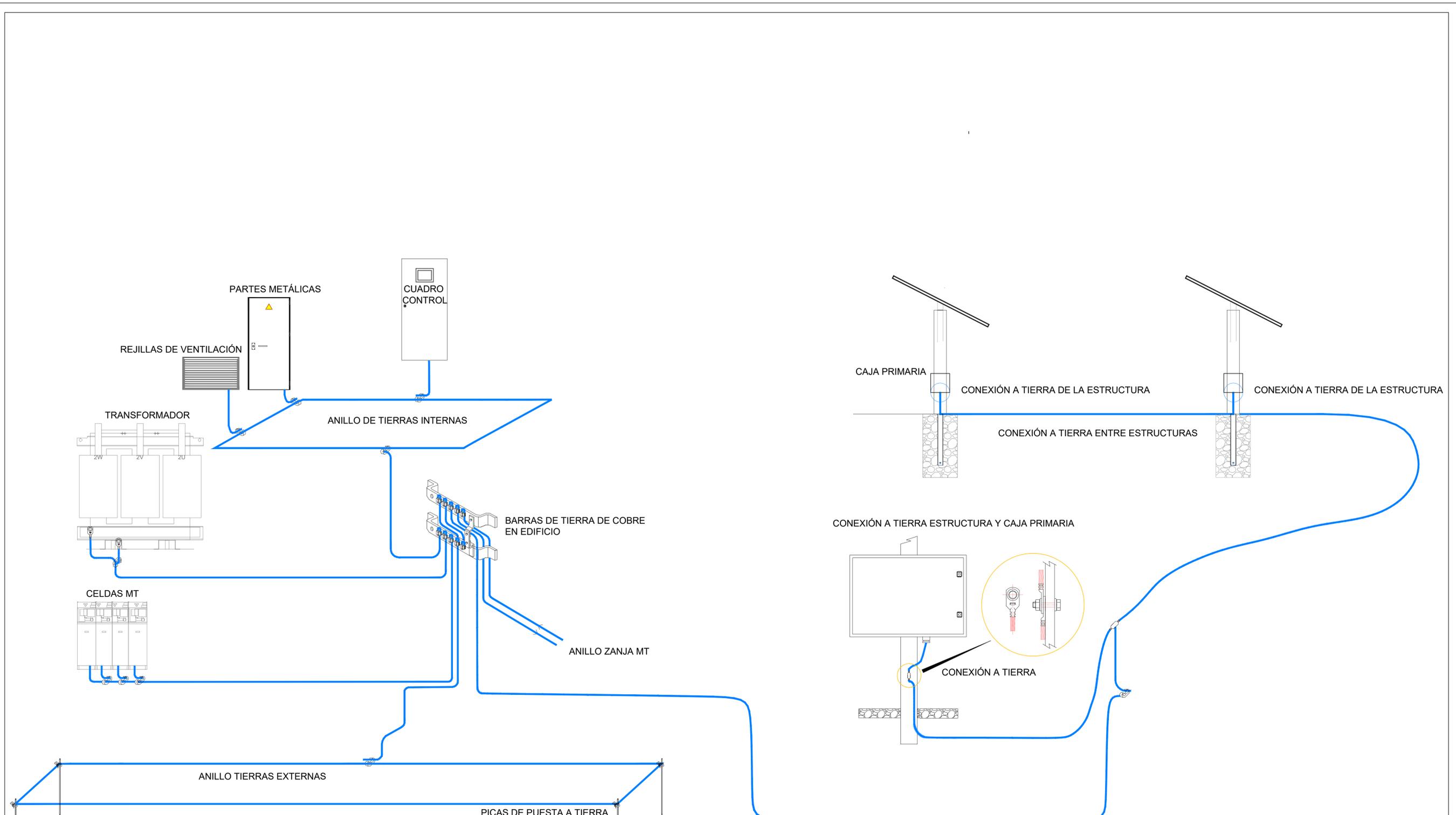
- Protecciones integradas en el inversor:
- Protección de conexión inversa CC
 - Protección contra cortocircuito CA
 - Protección contra corrientes de fuga
 - Interruptor Corriente Alterna
 - Interruptor Corriente Continua
 - Protección contra sobretensión CC tipo II
 - Protección contra sobretensión CA tipo II

Promotor		PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto		PSFV Hornachos Uno	
Título plano		Esquema unifilar de la instalación	
No. plano:	Plano 05 de 06	Código proyecto:	1040_HOR
Autor:	ECOIBÉRICA <small>Dpto. de Ingeniería y Desarrollo</small>	Fecha:	13/11/2020
Escala:	S/E	Formato:	DIN A1

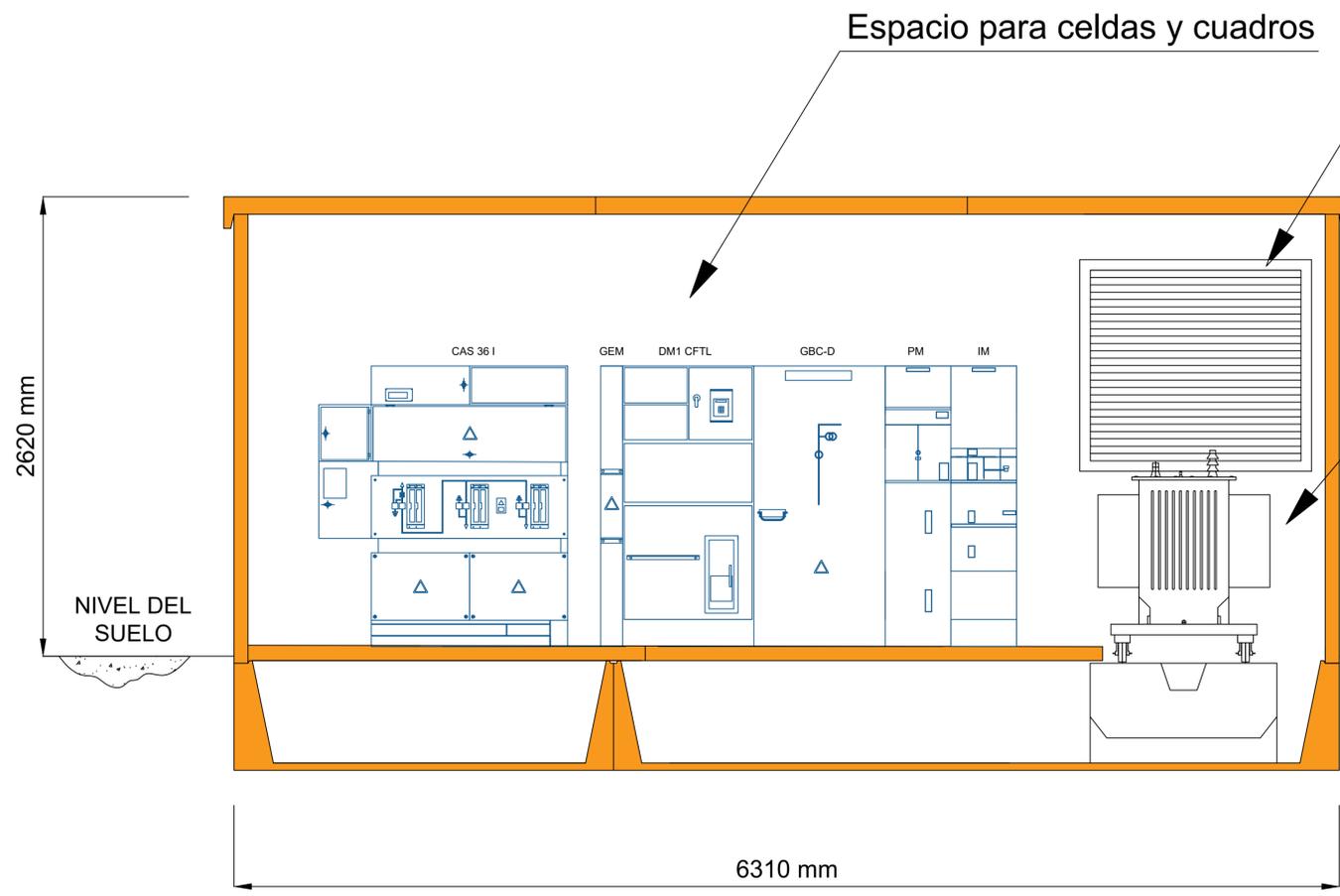


- Protecciones integradas en los inversores:**
- Protección de conexión inversa CC
 - Protección contra cortocircuito CA
 - Protección contra corrientes de fuga
 - Interruptor Corriente Alterna
 - Interruptor Corriente Continua
 - Protección contra sobretensión CC tipo II
 - Protección contra sobretensión CA tipo II

Promotor	PROYECTO SOLVOLT UNO, SL		
Título proyecto	PSFV Hornachos Uno		
Título plano	Esquema unifilar de la instalación		
No. plano:	Plano 06 de 06	Código proyecto:	1040_HOR
Autor:	 ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha:	13/11/2020
Escala:	S/E	Formato:	DIN A1

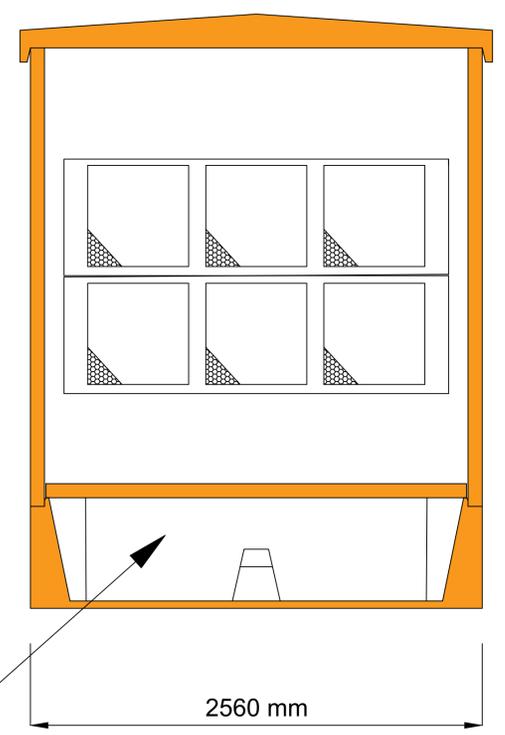


Promotor	PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto	PSFV Hornachos Uno	
Título plano	Red de tierras Esquema de conexión	
No. plano:	Plano 01 de 01	Código proyecto: 1040_HOR
Autor:	 ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha: 13/11/2020
Escala:	Sin escala	Formato: DIN A1

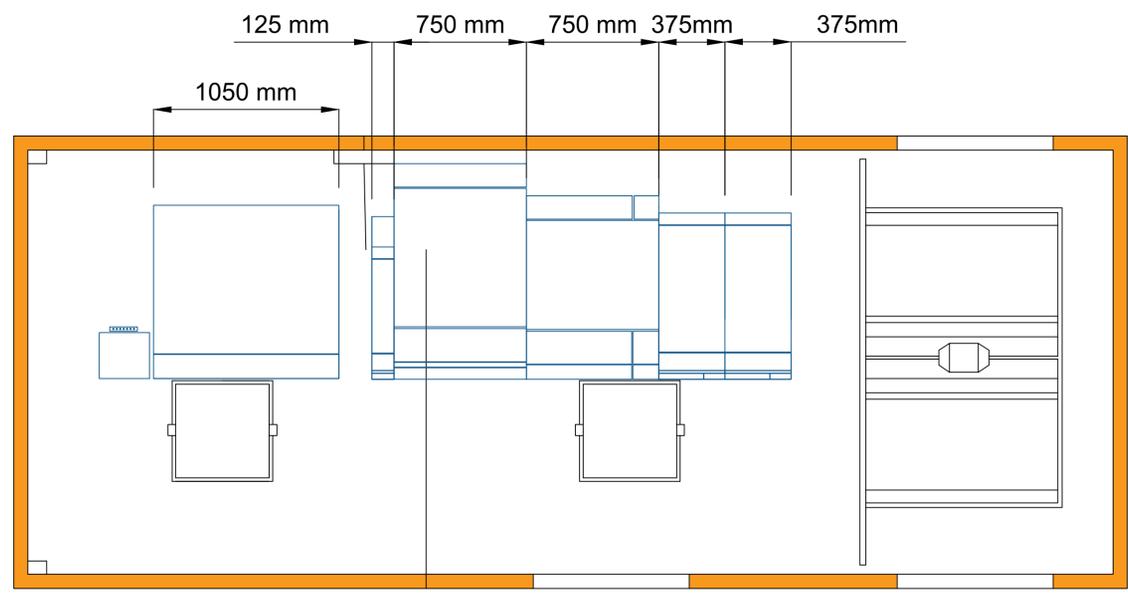


Ventilación

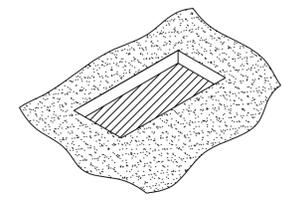
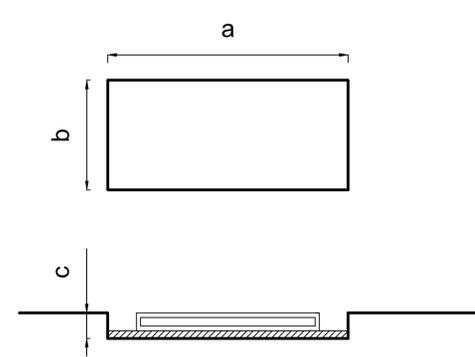
Transformador



Cuba de recogida de aceite



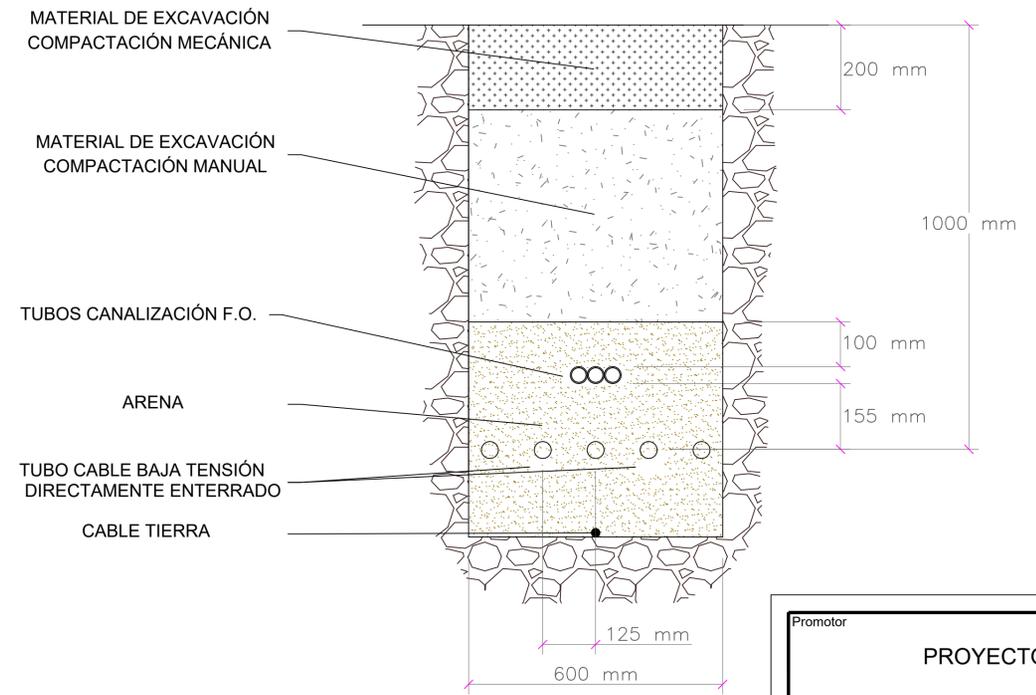
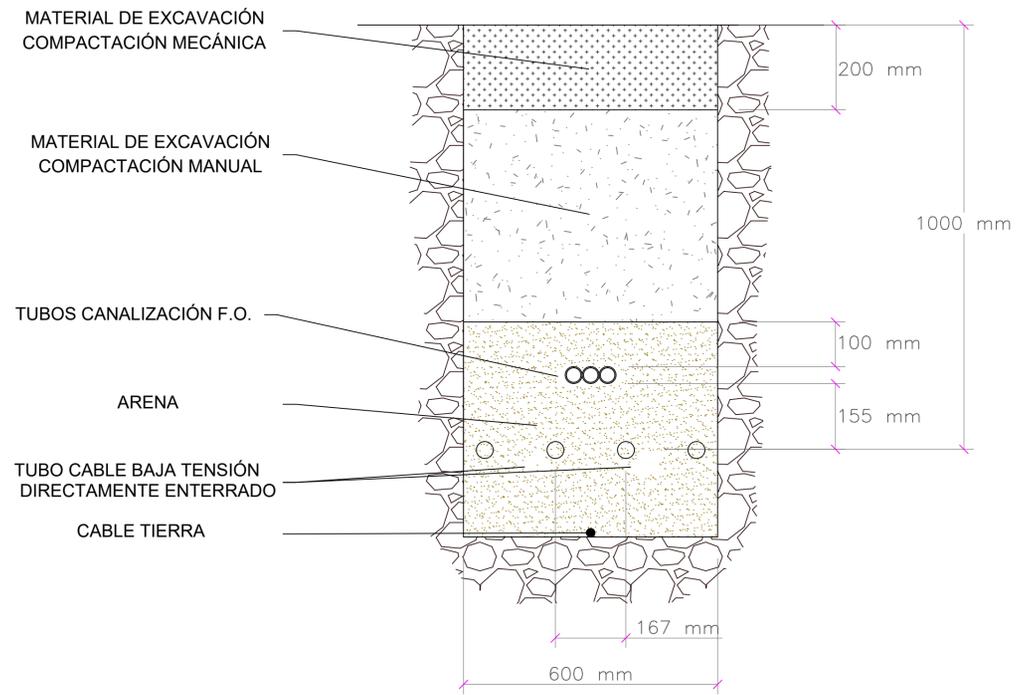
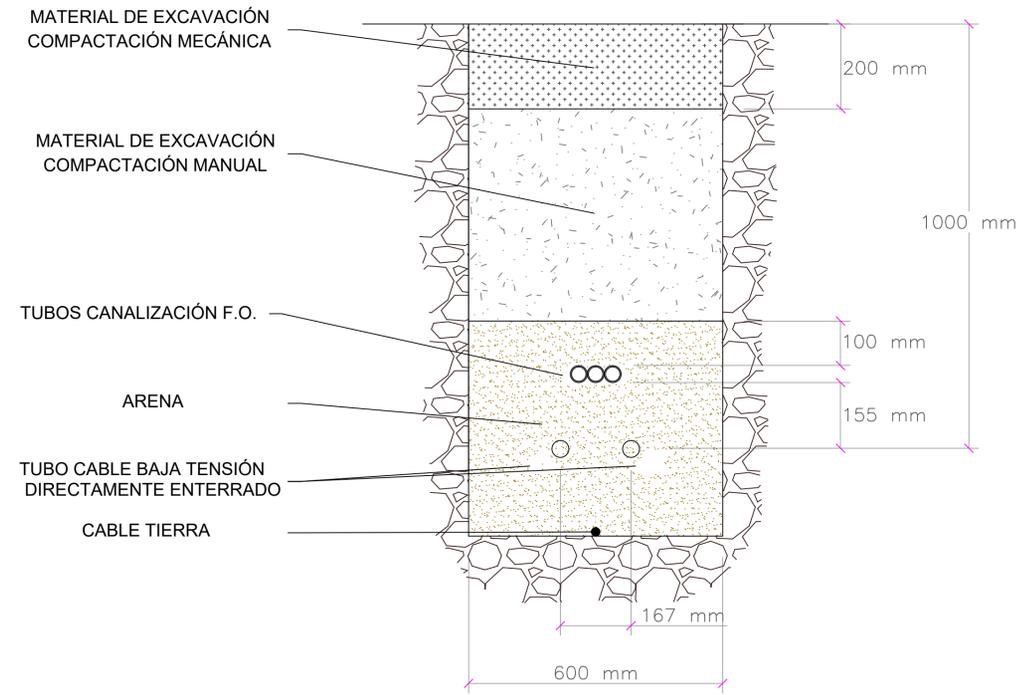
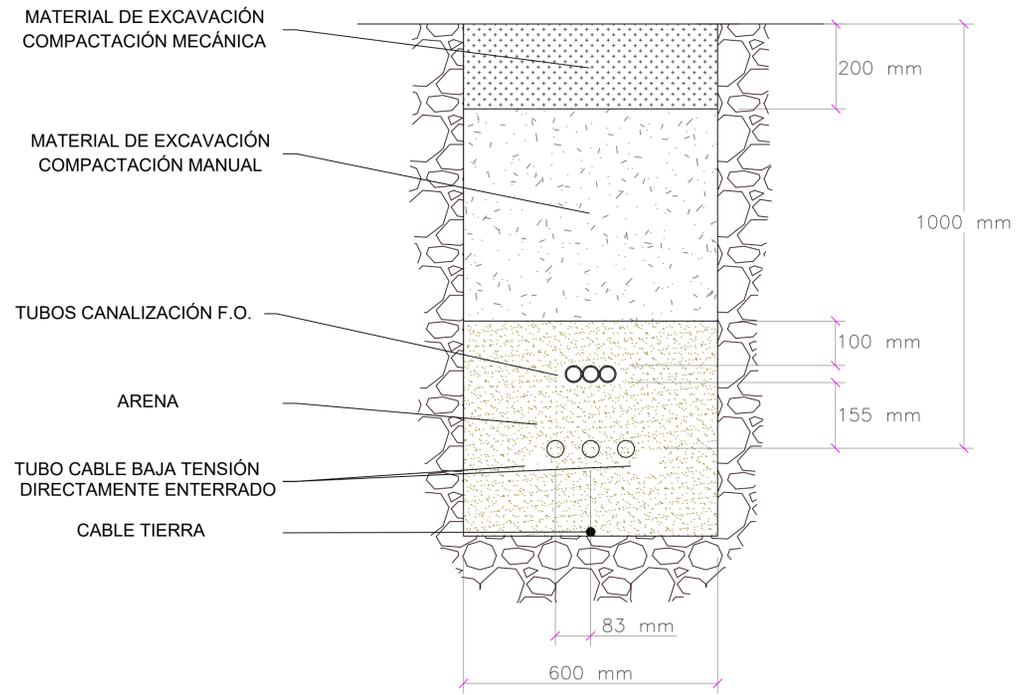
Dimensiones del foso



no está a escala

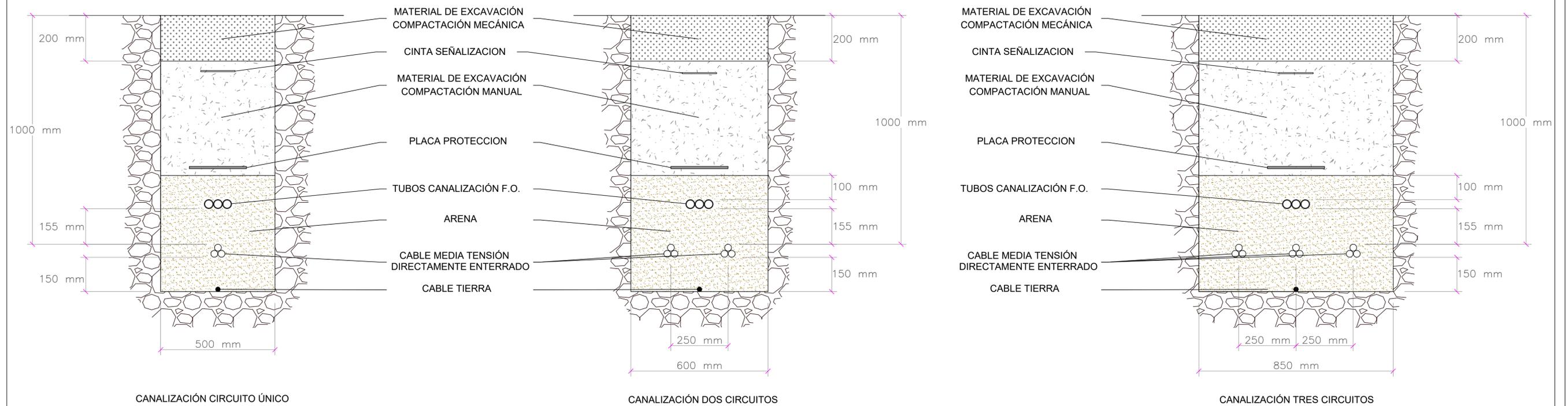
Dimensiones del foso (mm)	
a	6810
b	3100
c	725

Promotor		PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto		PSFV Hornachos Uno	
Título plano		Edificio prefabricado de hormigón.	
No. plano:	Plano 01 de 01	Código proyecto:	1040_HOR
Autor:	ecoiberica ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha:	13/11/2020
Escala:	S/E	Formato:	DIN A1

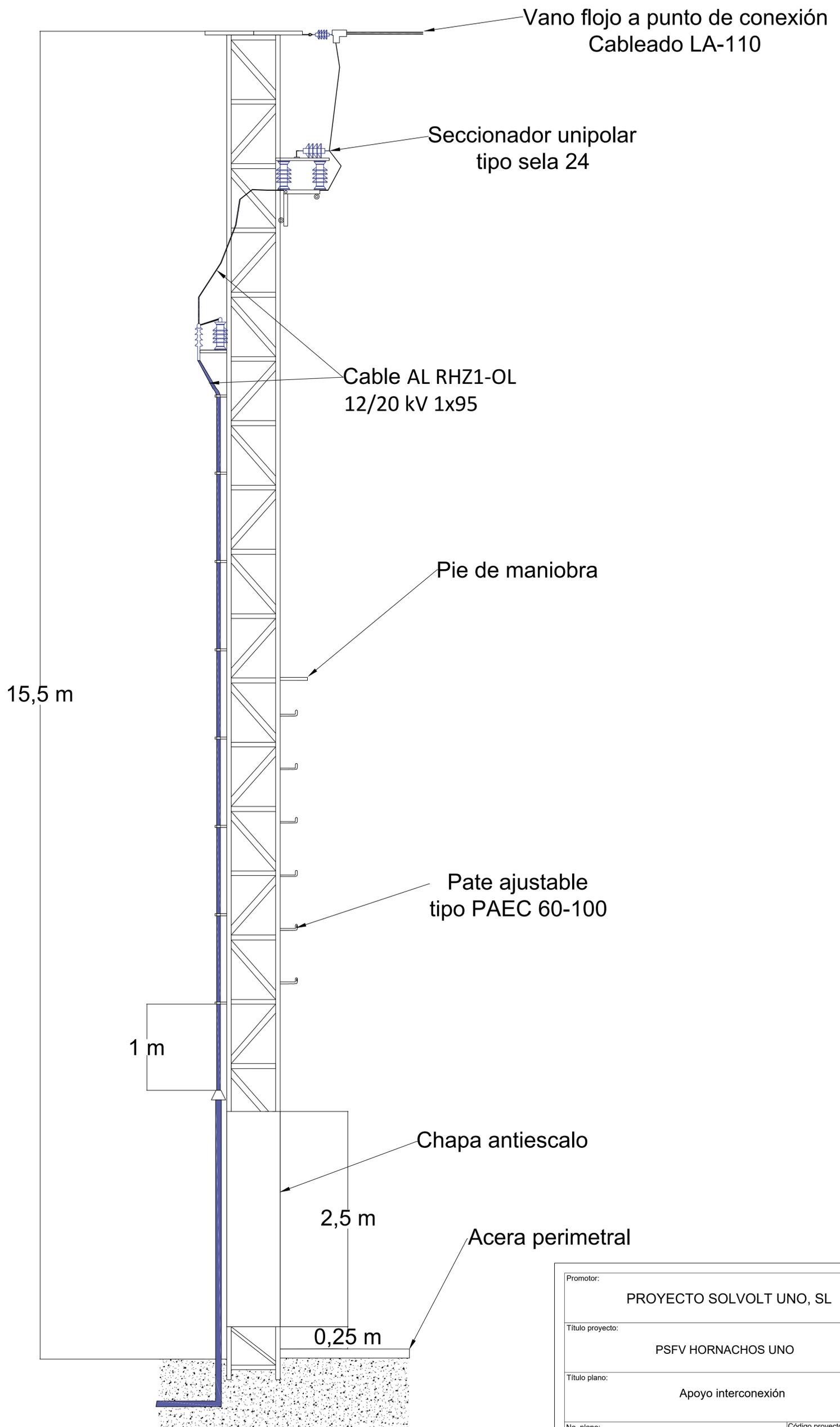


Promotor	PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto	PSFV Hornachos Uno	
Título plano	Canalizaciones Zanjas BT	
No. plano:	Plano 01 de 01	Código proyecto: 1040_HOR
Autor:	ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha: 13/11/2020
Escala:	SE	Formato: DIN A1

SECCIONES CANALIZACIÓN



Promotor PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto PSFV Hornachos Uno	
Título plano Canalizaciones Zanjas MT	
No. plano: Plano 01 de 01	Código proyecto: 1040_HOR
Autor: ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha: 13/11/2020
Escala: SE	Formato: DIN A1



Promotor:		PROYECTO SOLVOLT UNO, SL	
Título proyecto:		PSFV HORNACHOS UNO	
Título plano:		Apoyo interconexión	
No. plano:	Plano 01 de 01	Código proyecto:	1040_HOR
Autor:	 ECOIBÉRICA Dpto. de Ingeniería y Desarrollo	Fecha:	13/11/2020
Escala:	S/E	Formato:	DIN A1

Anexo II: Cálculos cableado

- Cálculo cableado Baja Tensión

Cableado Baja Tensión DC															
Tramo															
De	A	Cable baja tensión	Tipo de tramo	Potencia tramo (kW)	Sección (mm ²)	Longitud tramo (m)	Resistencia a 25°C (ohm/km) (Tª trabajo)	I adm (A)	I adm corregida (A)	I (A)	Caída (V)	Caída (%)	Tensión (V)	P perdida (W)	P perdida (%)
STRING	CAJA PRIMARIA	P-SUN 2.0	Subterráneo	9,66 kW	4	30 m	5,187	46	39,1	8 A	2,22	0,19%	1183,68	9,39	0,10%
CAJA PRIMARIA	CAJA SECUNDARIA	P-SUN 2.0	Subterráneo	28,98 kW	4	35 m	5,187	46	39,1	24 A	7,76	0,65%	1178,14	98,57	0,34%
CAJA SECUNDARIA	INVERSOR	P-SUN 2.0	Subterráneo	144,90 kW	35	2 m	0,576	174	147,9	122 A	0,88	0,07%	1185,02	55,75	0,04%

*Para el cálculo de cableado de Baja Tensión en Corriente Continua se han elegido los tramos más restrictivos.

Cableado Baja Tensión AC															
Tramo															
De	A	Cable baja tensión	Tipo de tramo	Potencia tramo (kW)	Sección (mm ²)	Longitud tramo (m)	Resistencia a 25°C (ohm/km) (Tª trabajo)	I adm (A)	I adm corregida (A)	I (A)	Caída (V)	Caída (%)	Tensión (V)	P perdida (W)	P perdida (%)
INV-1	CT1+CMM	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)	Subterráneo	119 kW	95	117 m	0,320	157	150,72	95 A	6,18	0,77%	793,83	305,53	0,26%
INV-2	CT1+CMM	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)	Subterráneo	119 kW	95	117 m	0,320	157	150,72	95 A	6,18	0,77%	793,83	305,53	0,26%
INV-3	CT1+CMM	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)	Subterráneo	119 kW	70	67 m	0,443	132	126,72	95 A	4,90	0,61%	795,10	242,22	0,20%
INV-4	CT1+CMM	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)	Subterráneo	119 kW	70	67 m	0,443	132	126,72	95 A	4,90	0,61%	795,10	242,22	0,20%
INV-5	CT1+CMM	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)	Subterráneo	119 kW	70	53 m	0,443	132	126,72	95 A	3,87	0,48%	796,13	191,60	0,16%
INV-6	CT1+CMM	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)	Subterráneo	119 kW	70	31 m	0,443	132	126,72	95 A	2,26	0,28%	797,74	112,07	0,09%
INV-7	CT1+CMM	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)	Subterráneo	119 kW	70	34 m	0,443	132	126,72	95 A	2,48	0,31%	797,52	122,92	0,10%
INV-8	CT1+CMM	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)	Subterráneo	119 kW	70	65 m	0,443	132	126,72	95 A	4,75	0,59%	795,25	234,99	0,20%
INV-9	CT1+CMM	AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)	Subterráneo	119 kW	70	76 m	0,443	132	126,72	95 A	5,55	0,69%	794,45	274,75	0,23%

- Cálculo cableado Media Tensión

Cableado Media Tensión AC															
Tramo															
De	A	Cable baja tensión	Tipo de tramo	Potencia tramo (kW)	Sección (mm ²)	Longitud tramo (m)	Resistencia a 25°C (ohm/km) (Tª trabajo)	I adm (A)	I adm corregida (A)	I (A)	Caída (V)	Caída (%)	Tensión (V)	P perdida (W)	P perdida (%)
CT1 + CMM	Punto de interconexión	AL EPROTENAX H COMPACT AL HEPZ1	Aéreo	1.069 kW	95	85 m	0,326	275	275	47 A	2,64	0,02%	13197,36	64,07	0,01%

Anexo III: Programa de ejecución

PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	08 09 10 11 12																																																
					27	30	02	05	08	11	14	17	20	23	26	29	01	04	07	10	13	16	19	22	25	28	01	04	07	10	13	16	19	22	25	28	31	03	06	09	12	15	18	21	24	27	30	03	06	09	12	15	18
1	CONSTRUCCIÓN PROYECTO PSF	111 días	jue 30/07/20	jue 31/12/20	[Barra de proyecto completa]																																																
2	OBRA CIVIL	22 días	jue 30/07/20	dom 30/08/20	[Barra de obra civil]																																																
3	Acondicionamiento del terreno	7 días	jue 30/07/20	vie 07/08/20	[Barra de acondicionamiento]																																																
4	Replanteo	6 días	jue 30/07/20	jue 06/08/20	[Barra de replanteo]																																																
5	Vallado del perimetro	10 días	vie 07/08/20	jue 20/08/20	[Barra de vallado]																																																
6	Soleras de hormigón edificios	9 días	vie 07/08/20	mié 19/08/20	[Barra de soleras]																																																
7	Zanjas y arquetas MT y BT	9 días	vie 07/08/20	mié 19/08/20	[Barra de zanjas]																																																
8	Tendido tubular y de red de tierras	15 días	vie 07/08/20	jue 27/08/20	[Barra de tendido]																																																
9	MEDIA TENSIÓN	46 días	jue 24/09/20	jue 26/11/20	[Barra de media tensión]																																																
10	Instalación C.Transformador y CMM	16 días	jue 24/09/20	jue 15/10/20	[Barra de instalación CMM]																																																
11	Tendido y conexiones cables MT	18 días	vie 16/10/20	mar 10/11/20	[Barra de tendido MT]																																																
12	Trabajos de conexión a la red	12 días	mié 11/11/20	jue 26/11/20	[Barra de conexión]																																																
13	BAJA TENSIÓN	32 días	vie 18/09/20	lun 02/11/20	[Barra de baja tensión]																																																
14	Tendido de cable baja tensión	18 días	vie 18/09/20	mar 13/10/20	[Barra de tendido BT]																																																
15	Montaje de cuadros de protección CC y CA	20 días	mar 06/10/20	lun 02/11/20	[Barra de montaje cuadros]																																																
16	Instalación inversores y conexionado	14 días	mar 06/10/20	vie 23/10/20	[Barra de inversores]																																																
17	MONTAJE ESTRUCTURA	45 días	vie 28/08/20	jue 29/10/20	[Barra de montaje estructura]																																																
18	Hincado estructura	31 días	vie 28/08/20	vie 09/10/20	[Barra de hincado]																																																
19	Montaje perfilereia	37 días	mié 09/09/20	jue 29/10/20	[Barra de perfilereia]																																																
20	MONTAJE PANELES	25 días	mié 07/10/20	mar 10/11/20	[Barra de montaje paneles]																																																
21	Montaje paneles	25 días	mié 07/10/20	mar 10/11/20	[Barra de montaje paneles]																																																
22	Conexionado paneles	8 días	lun 26/10/20	mié 04/11/20	[Barra de conexionado]																																																
23	COMUNICACIÓN Y MONITORIZACIÓN	3 días	mié 11/11/20	vie 13/11/20	[Barra de comunicación]																																																
24	PRUEBAS Y VERIFICACIONES	22 días	mar 01/12/20	mié 30/12/20	[Barra de pruebas]																																																
25	Pruebas individuales de los diferentes sistemas	12 días	mar 01/12/20	mié 16/12/20	[Barra de pruebas individuales]																																																
26	Pruebas en tensión con suministro a red (1ª sincronización)	10 días	jue 17/12/20	mié 30/12/20	[Barra de pruebas tensión]																																																
27	PUESTA EN MARCHA	1 día	jue 31/12/20	jue 31/12/20	[Barra de puesta en marcha]																																																

Proyecto: Planningdeejecucion
 Fecha: vie 21/02/20

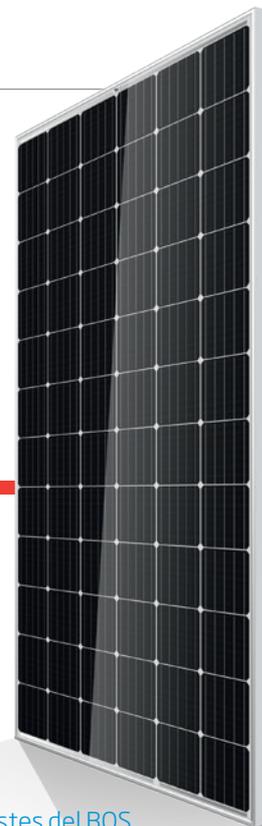
Tarea	[Barra azul]	Resumen del proyecto	[Barra gris]	Tarea manual	[Barra morada]	solo el comienzo	[Cuadro azul]	Fecha límite	[Flecha verde]
División	[Puntos]	Tarea inactiva	[Barra blanca]	solo duración	[Barra morada]	solo fin	[Cuadro azul]	Progreso	[Barra azul]
Hito	[Diamante]	Hito inactivo	[Diamante]	Informe de resumen manual	[Barra morada]	Tareas externas	[Barra gris]	Progreso manual	[Barra morada]
Resumen	[Barra azul]	Resumen inactivo	[Barra gris]	Resumen manual	[Barra morada]	Hito externo	[Diamante]		

Anexo IV: Ficha técnica equipos

TALLMAX^M plus[†]

TSM-DE14A (II)

EL MODULO DE 72 CÉLULAS CON MARCO (1500 V)



72 CÉLULAS
MÓDULO MONOCRISTALINO

340-375W
RANGO DE POTENCIA

19,3%
MÁXIMA EFICIENCIA

0/+5W
TOLERANCIA POSITIVA DE POTENCIA

Pays Fundada en 1997, Trina Solar es un proveedor líder de soluciones fotovoltaicas. Creemos que la cooperación con nuestros socios es crítica para alcanzar el éxito. Trina Solar distribuye hoy sus productos a más de 60 países del mundo. Trina Solar es capaz de suministrar un servicio excepcional a cada cliente en cada mercado, y la innovación y fiabilidad de sus productos viene respaldadas por ser Trina Solar una compañía sólida y estable. Estamos comprometidos en construir colaboraciones estratégicas y mutuamente beneficiosas con instaladores, distribuidores y desarrolladores de proyectos de todo el mundo.

Productos detallados y certificados de sistema

IEC61215/IEC61730/UL1703/IEC61701/IEC62716
 ISO 9001: Sistema de gestión de calidad
 ISO 14001: Sistema de gestión medioambiental
 ISO14064: Verificación de gases efecto invernadero
 OHSAS 18001: Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional



Ideal para grandes proyectos

- Mayor superficie con más potencia que disminuye el tiempo de instalación y los costes del BOS
- Reduzca el coste de BOS conectando más módulos por string
- Certificado UL 1500 V / IEC 1500 V



Excelente rendimiento en condiciones de poca luz en días nublados, mañanas y atardeceres

- Pasivación posterior de la célula
- Texturización avanzada de la superficie
- Emisor selectivo



Aprovecha el espacio con la máxima eficiencia

- Hasta 193 W/m² de densidad de potencia
- Coeficientes termales bajos para mayor producción energética a temperaturas de funcionamiento altas



Altamente fiable gracias a su riguroso control de calidad

- Más de 30 tests en fábrica (UV, TC, HF, y muchos más)
- Los tests en fábrica van más allá de los requisitos de certificación
- Todos los módulos han de pasar una inspección de electroluminescencia
- Resistente a la degradación inducida por potenciales eléctricos

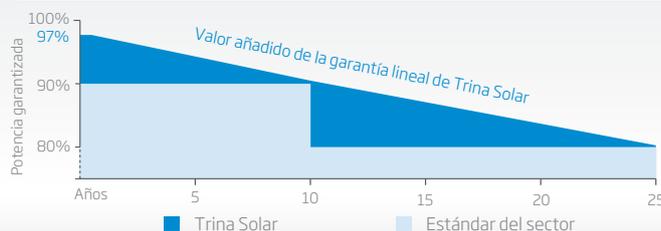


Certificados para condiciones mediambientales extremas

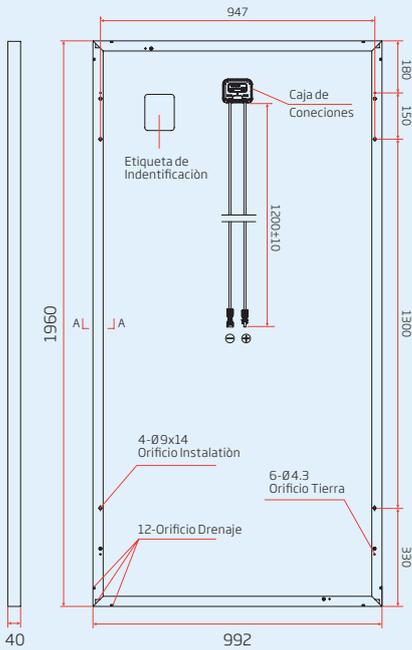
- Cargas de viento de 2400 Pa
- Cargas de nieve de 5400 Pa
- Piedras de granizo de 35 mm a 97 Km/h
- Resistencia al amoníaco
- Resistencia a la niebla salina
- Resistencia a la abrasión por arena y polvo

GARANTÍA DE POTENCIA LINEAL

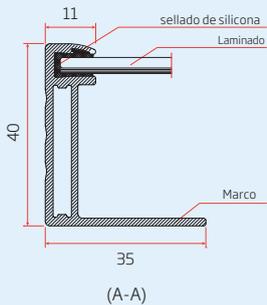
10 años garantía de producto · 25 años garantía de potencia lineal



**DIMENSIONES DEL MÓDULO FV
TSM-DE14A (II)
(Unidad: mm)**

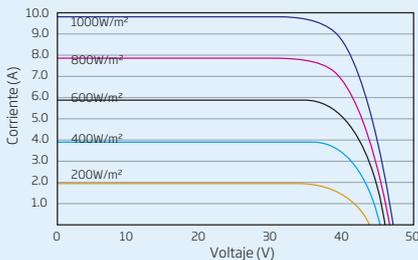


Vista trasera

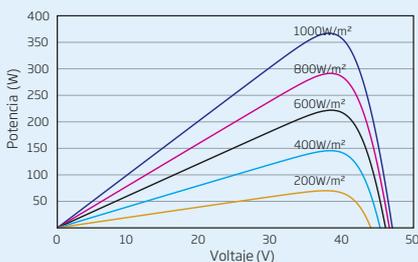


(A-A)

CURVAS I-V DEL MÓDULO FV (365W)



CURVAS P-V DEL MÓDULO FV (365W)



DATOS ELÉCTRICOS EN CONDICIONES STC	TSM-340	TSM-345	TSM-350	TSM-355	TSM-360	TSM-365	TSM-370	TSM-375
Potencia nominal-P _{máx} (Wp)*	340	345	350	355	360	365	370	375
Tolerancia de potencia nominal (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Tensión en el punto P _{máx} -V _{MP} (V)	38,2	38,5	38,7	38,8	39,0	39,3	39,7	40,0
Corriente en el punto P _{máx} -I _{MPP} (A)	8,90	8,96	9,04	9,14	9,24	9,30	9,33	9,37
Tensión en circuito abierto-V _{OC} (V)	46,2	46,7	47,0	47,4	47,7	48,0	48,3	48,5
Corriente de cortocircuito-I _{SC} (A)	9,50	9,55	9,60	9,65	9,70	9,77	9,83	9,88
Eficiencia del módulo η _m (%)	17,5	17,7	18,0	18,3	18,5	18,8	19,0	19,3

STC: Irradiancia 1000W/m², temperatura de célula 25°C, masa de aire AM1.5
*Tolerancia en la medida: ±3%

DATOS ELÉCTRICOS EN CONDICIONES TONC	TSM-340	TSM-345	TSM-350	TSM-355	TSM-360	TSM-365	TSM-370	TSM-375
Potencia máx.-P _{MAX} (Wp)	253	257	261	264	268	272	276	279
Tensión en el punto P _{máx} -V _{MPP} (V)	35,4	35,7	35,9	36,0	36,2	36,4	36,8	37,1
Corriente en el punto P _{máx} -I _{MPP} (A)	7,15	7,20	7,26	7,34	7,42	7,47	7,50	7,53
Tensión en circuito abierto-V _{OC} (V)	42,9	43,4	43,7	44,1	44,3	44,6	44,9	45,1
Corriente de cortocircuito-I _{SC} (A)	7,67	7,71	7,75	7,79	7,83	7,89	7,94	7,98

TONC: Irradiancia a 800 W/m², Temperatura ambiente 20 °C, Velocidad del viento 1 m/s.

DATOS MECÁNICOS

Células solares	Monocristalinas 156,75 × 156,75 mm
Distribución de las células	72 células (6 × 12)
Dimensiones del módulo	1960 × 992 × 40 mm
Peso	26,0 kg con cristal de 4,0 mm; 22,5 kg con cristal de 3,2 mm
Vidrio	Cristal de 4,0 mm para nuestro modelo Monocristalino PERC; Cristal de 3,2 mm para nuestro modelo estándar Monocristalino, alta transparencia, recubrimiento AR y vidrio solar templado
Capa trasera	Blanca
Marco	Aluminio anodizado
Caja de conexiones	IP 67 o IP 68
Cables	Resistente a los rayos UV, sección de cables 4,0 mm ² , 1200 mm
Conector	MC4 EVO2/UTX/TS4

LÍMITES DE TEMPERATURA

Temperatura de Operación Nominal de la Célula (TONC)	44°C (±2K)
Coefficiente de temperatura de P _{MAX}	-0,39%/K
Coefficiente de temperatura de V _{OC}	-0,29%/K
Coefficiente de temperatura de I _{SC}	0,05%/K

LÍMITES OPERATIVOS

Temperatura de operación	-40 a +85°C
Tensión máxima del sistema	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Capacidad máxima del fusible*	15 A (Potencia ≤ 350 W) 20 A (Potencia ≥ 355 W)
Carga de nieve	5400 Pa
Carga de viento	2400 Pa

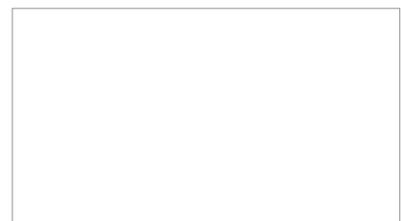
*NO conectar fusibles en la caja de conexiones con dos o más strings en conexión paralela

GARANTÍA

10 años de garantía de fabricación
25 años de garantía de potencia lineal
(Consulte la garantía de producto para más información)

CONFIGURACIÓN DE EMBALAJE

Módulos por caja:	27 uds.
Módulos por contenedor de 40':	648 uds.



TSM_ES_2017_B

SG125HV

String Inverter for 1500 Vdc System



HIGH YIELD

- Patented five-level topology, max. efficiency 98.9 %, European efficiency 98.7 %, CEC efficiency 98.5 %
- Full power operation without derating at 50 °C
- Patented anti-PID function

SAVED INVESTMENT

- DC 1500V, AC 600V, low system initial investment
- 1 to 5MW power block design for lower AC transformer and labor cost
- Max.DC/AC ratio up to 1.5

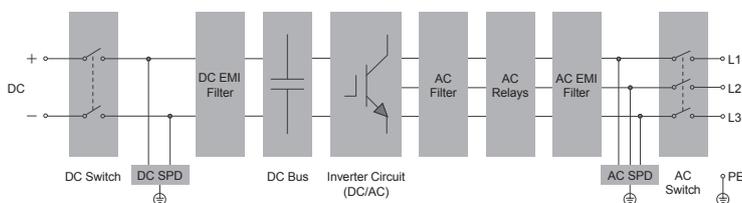
EASY O&M

- Virtual central solution, easy for O&M
- Compact design and light weight for easy installation

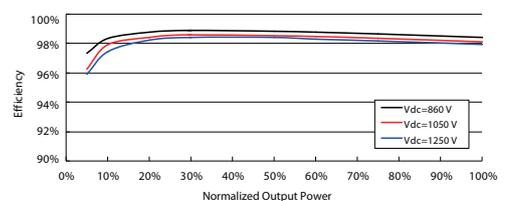
GRID SUPPORT

- Compliance with both IEC and UL safety, EMC and grid support regulations
- Low/High voltage ride through(L/HVRT)
- Active & reactive power control and power ramp rate control

CIRCUIT DIAGRAM



EFFICIENCY CURVE

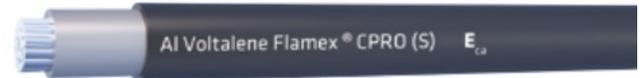


Type designation	SG125HV
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Start-up input voltage	860 V / 920 V
Nominal PV input voltage	1050 V
MPP voltage range	860 – 1450 V
MPP voltage range for nominal power	860 – 1250 V
No. of independent MPP inputs	1
No. of DC inputs	1
Max. PV input current	148 A
Max. DC short-circuit current	250 A
Output (AC)	
AC output power	125 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	120 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 600 V
AC voltage range	480 – 690 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % I _n
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading - 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	98.9% / 98.7%
CEC efficiency	98.5%
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short-circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	Yes
Q at night function	optional
Anti-PID function	Yes
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II
General Data	
Dimensions (W*H*D)	670*902*296 mm 26.4"*35.5"*11.7"
Weight	76 kg 167.5 lb
Isolation method	Transformerless
Degree of protection	IP 65 NEMA 4X
Night power consumption	< 4 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C (> 50 °C derating) -22 to 140 °F (> 122 °F derating)
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating) 13123 ft (> 9843 ft derating)
Display / Communication	LED, Bluetooth+APP / RS485
DC connection type	OT or DT terminal (Max. 185 mm ² 350 Kcmil)
AC connection type	OT or DT terminal (Max. 185 mm ² 350 Kcmil)
Compliance	UL1741, UL1741SA, IEEE1547, IEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, FCC Part15 Sub-part B Class A Limits, California Rule 21, IEC 62109-1/-2, IEC 61000-6-2/-4, IEC 61727, IEC62116, BDEW, EN50549,VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, CEI 0-16:2017, IEC 61683, PEA, NTCO
Grid Support	LVRT, HVRT, ZVRT, active & reactive power regulation, PF control, soft start/ stop



AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
Designación genérica: AL XZ1 (S)



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN
DE LA LLAMA
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2



LIBRE DE HALÓGENOS
EN 60754-2
EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1



REDUCIDA EMISIÓN
DE GASES TÓXICOS
EN 60754-2
NFC 20454
DEF-STAN 02-713



DESCÁRGATE
la DoP (Declaración de
Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP

Nº DoP 1003862



BAJA OPACIDAD
DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2



NULA EMISIÓN
DE GASES CORROSIVOS
EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453



RESISTENCIA
A LA ABSORCIÓN
DEL AGUA



RESISTENCIA
AL FRÍO



RESISTENCIA
A LOS RAYOS
ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA
A LOS AGENTES
QUÍMICOS



RESISTENCIA
A LAS GRASAS
Y ACEITES



RESISTENCIA
A LOS GOLPES



NORMALIZADO POR LAS PRINCIPALES
COMPAÑÍAS ELÉCTRICAS

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): Eca.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Libre de halógenos: EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; NFC 20454; DEF STAN 02-713.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: aluminio.

Flexibilidad: rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.

CUBIERTA

Material: mezcla especial libre de halógenos tipo Flamex DMO 1, según UNE-HD 603-5X-1.

Color: negro.

APLICACIONES

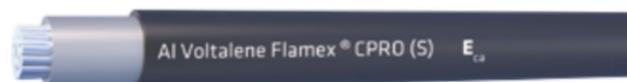
- Redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
- Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

NOTA IMPORTANTE: Inadecuado para ser instalado en locales de pública concurrencia, líneas generales de alimentación, derivaciones individuales y en general toda instalación donde se quiera Afumex (AS).

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)

AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
 Designación genérica: AL XZ1 (S)



DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO SOBRE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (1)	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO TRIFÁSICA (3) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (CORRIENTE CONTINUA) ENTERRADO (4) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
									cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
1 x 16	0,7	6,1	8,3	85	1,91	76	58	70	4,15	3,42
1 x 25	0,9	7,7	9,9	124	1,2	91	74	89	2,62	2,19
1 x 35	0,9	8,6	10,8	153	0,868	114	90	107	1,89	1,6
1 x 50	1	10,1	12,5	200	0,641	140	107	126	1,39	1,21
1 x 70	1,1	11,9	14,5	265	0,443	180	132	156	0,97	0,86
1 x 95	1,1	13,8	15,8	340	0,32	219	157	185	0,7	0,65
1 x 120	1,2	15,3	17,4	420	0,253	254	178	211	0,55	0,53
1 x 150	1,4	17	19,3	515	0,206	294	201	239	0,45	0,45
1 x 185	1,6	19,4	21,4	645	0,164	337	226	267	0,36	0,37
1 x 240	1,7	22,1	24,2	825	0,125	399	261	309	0,27	0,3
1 x 300	1,8	24,3	26,7	1035	0,1	462	295	349	0,22	0,26

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (AI) (trifásica).

(3) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (AI) (trifásica).

(4) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W. Corriente continua.

→ XLPE2 con instalación tipo método D1/D2 (AI) (continua).

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

AL VOLTALENE H AL RHZ1-OL (NORMALIZADO POR ENDESA (TRADICIONAL))

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE HD 620-10E
Designación genérica: AL RHZ1-OL



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



LIBRE DE HALÓGENOS
EN 60754-1
IEC 60754-1



REDUCIDA EMISIÓN
DE GASES TÓXICOS
EN 60754-2
IEC 60754-2



BAJA OPACIDAD
DE HUMOS
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2



DESCÁRGATE
la DoP (Declaración de
Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP

Nº DoP 1003886



RESISTENCIA
AL FRÍO



RESISTENCIA
A LOS RAYOS
ULTRAVIOLETA



CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA PELABLE EN FRÍO Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

TRIPLE EXTRUSIÓN Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfaces de las capas.

AISLAMIENTO RETICULADO EN CATENARIA Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

CUBIERTA VEMEX Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos uva.

GARANTÍA ÚNICA PARA EL SISTEMA Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

- Temperatura de servicio: -25 °C, + 90 °C,
 - Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV) y 63 kV (cables 18/30 kV).
- Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): Fca.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos: EN 60754-1; EN 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja opacidad de humos: UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.

Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

SEMICONDUCTORA INTERNA

Capa extrusionada de material conductor.

AISLAMIENTO

Material: polietileno reticulado (XLPE).

SEMICONDUCTORA EXTERNA

Capa extrusionada de material conductor **separable en frío**.

PROTECCIÓN LONGITUDINAL CONTRA EL AGUA
cordones cruzados higroscópicos o cinta hinchante.

PANTALLA METÁLICA

Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
Sección total 16 mm².

SEPARADOR

Cinta de poliéster.

CUBIERTA EXTERIOR

Material: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex.
Color: rojo.

AL VOLTALENE H

AL RHZ1-OL (NORMALIZADO POR ENDESA (TRADICIONAL))

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE HD 620-10E
 Designación genérica: AL RHZ1-OL



DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR AISLAMIENTO* (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)	ESPESOR CUBIERTA* (mm)	PESO* (kg/km)	RADIO DE CURVATURA ESTÁTICO (POSICIÓN FINAL) (mm)	RADIO DE CURVATURA DINÁMICO (DURANTE TENDIDO) (mm)
12/20 kV							
1 x 95/16	23,3	5,5	31	2,5	1020	465	620
1 x 150/16	26,2	5,5	34	2,5	1250	510	680
1 x 240/16	30,4	5,5	38	2,5	1620	570	760
1 x 400/16	35,6	5,5	4,3	2,5	2200	650	866
12/20 kV							
1 x 95/16	28,3	8,0	36	2,5	1270	540	720
1 x 150/16	31,2	8,0	39	2,5	1500	585	780
1 x 240/16	35,4	8,0	43	2,5	1910	645	860
1 x 400/16	40,6	8,0	48,3	2,5	2510	725	966

(*) Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación).

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U ₀ (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U _m (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U _p (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE BAJO TUBO Y ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DIRECTAMENTE ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE AL AIRE** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1s*** (A)
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV (pant, 16 mm ²)
1 x 95/16	190	205	255	8930	3130
1 x 150/16	245	260	335	14100	3130
1 x 240/16	320	345	455	22560	3130
1 x 400/16	415	445	610	37600	3130

(*) Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W.

(**) Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

(***) Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949.

AL VOLTALENE H

AL RHZ1-OL (NORMALIZADO POR ENDESA (TRADICIONAL))

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE HD 620-10E
 Designación genérica: AL RHZ1-OL



DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C (Ω/km)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T MÁX (90 °C) (Ω/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ω/km)		CAPACIDAD (µF/km)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1 x 95/16	0,320	0,410	0,123	0,132	0,217	0,167
1 x 150/16	0,206	0,264	0,114	0,123	0,254	0,192
1 x 240/16	0,125	0,161	0,106	0,114	0,306	0,229
1 x 400/16	0,078	0,100	0,099	0,106	0,376	0,277

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto.