



HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICA



Instituciones:

Firma Institución:

Firma Institución:

Firma Institución:

Firma Institución:

Ingenieros:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Nº. Colegiado/a:

Nº. Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Nº. Colegiado/a:

Nº. Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

Firma Colegiado/a:

En caso de que el trabajo que se adjunta no estuviera sometida a visado obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13 de la Ley 2/1974 de Colegios Profesionales, el Colegiado hace constar que ha obtenido el consentimiento previo de su Cliente para proceder al visado.



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

Planta Fotovoltaica FV Villamartín CW y sus infraestructuras de evacuación

4,056 MWp/3,2 MW evacuables

T.M. Villamartín (Cádiz)

PROMOTOR:

CAPWATT ESPAÑA, S.L.



INGENIERÍA:



Julio 2024

ÍNDICE GENERAL

MEMORIA

ANEXOS

CALCULOS JUSTIFICATIVOS

GESTIÓN DE RESIDUOS

PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

FICHAS TÉCNICAS

ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

RBDA DE LA LÍNEA AÉREA EN MEDIA TENSIÓN

PLANOS

ESTUDIO DE SEGURIDAD

PLIEGO DE CONDICIONES

PRESUPUESTO

MEMORIA

Índice

1	Ficha resumen.....	6
2	Antecedentes.....	7
3	Objeto.....	7
4	Instalaciones que comprende este proyecto	8
5	Titular.....	8
6	Normativa de aplicación.....	9
7	Situación y emplazamiento.....	17
8	Instalaciones de Generación.....	19
8.1	Clasificación de la instalación.....	19
8.2	Parámetros principales	19
8.3	Diseño y Equipos.....	19
8.4	Instalación eléctrica.....	23
9	Obra Civil.....	23
9.1	Desbroce y limpieza del terreno.....	23
9.2	Movimientos de tierras.....	23
9.3	Viales de acceso y viales interiores.....	24
9.4	Cimentación de estructuras	24
9.5	Vallado perimetral	25
9.6	Edificio de control y almacenaje	25
10	Instalación eléctrica en Baja Tensión.....	26
10.1	Instalación en Baja Tensión, en Corriente Continua.....	26
10.2	Instalación en Baja Tensión, en Corriente Alterna.....	27
10.3	Canalizaciones.....	27
10.4	Esquema de conexión.....	28
10.5	Protecciones.....	29
11	Instalación eléctrica en Media Tensión.....	31
12	Red en media tensión subterránea interna.....	31
12.1	Cables	32
12.2	Canalizaciones.....	33
12.3	Empalmes y terminaciones	33
12.4	Puesta a tierra.....	34
13	Centros de transformación.....	34
13.1	Descripción General	34

13.2	Celdas Media tensión.....	35
13.3	Celda de transformador de potencia	37
13.4	Conexión con Cuadro Baja Tensión	39
13.5	Aparamenta de Baja Tensión	39
13.6	Puesta a tierra del CT	39
13.7	Limitación de campos magnéticos	40
13.8	Instalaciones Auxiliares	41
13.9	Instalaciones secundarias	41
13.10	Planificación	42
14	Centro de Seccionamiento Protección y Medida	43
14.1	Datos de partida.....	43
14.2	Obra civil.....	43
14.3	Instalación eléctrica	44
14.4	Instalaciones Auxiliares	51
14.5	Planificación	52
15	Línea de evacuación mixta, aéreo-subterránea.....	52
15.1	Análisis de soluciones	53
16	Línea de evacuación mixta, aéreo-subterránea. Tramo Aéreo.....	54
16.1	Datos de partida.....	54
16.2	Trazado.....	54
16.3	Cruzamientos y paralelismos.....	55
16.4	Características de la línea	56
16.5	Características del conductor de fase.....	56
16.6	Características de aislamiento.....	57
16.7	Características de los apoyos	58
16.8	Distancias de seguridad.....	59
16.9	Avifauna.....	60
16.10	Planificación	60
17	Línea de evacuación mixta, aéreo-subterránea. Tramo subterráneo	61
17.1	Cables	61
17.2	Canalizaciones.....	62
17.3	Cruzamientos y paralelismos.....	63
17.4	Paso aéreo subterráneo	67
17.5	Empalmes y terminaciones	67
17.6	Puesta a tierra.....	68
17.7	Limitación de campos magnéticos	68
17.8	Planificación	69
17.9	Organismos afectados	69
18	Planificación y conclusiones.....	70

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812

Índice de Tablas

Tabla 1. Ficha resumen de la instalación	6
Tabla 2. Relación de normas de la ITC-LAT-02	16
Tabla 3. Parcelas afectadas	18
Tabla 4. Parámetros principales de la instalación de generación.....	20
Tabla 5. Parámetros principales del módulo fotovoltaico	20
Tabla 6. Parámetros principales del inversor	22
Tabla 7. Tipología de Canalizaciones eléctricas	23
Tabla 8. Parámetros de los Cables de Media Tensión de la red interior	33
Tabla 9. Parámetros principales del transformador de potencia	38
Tabla 10. Parámetros de la traza de la LAMT.....	54
Tabla 11. Coordenadas de los apoyos de la LAMT	54
Tabla 12. Cruzamientos y paralelismos de la LAMT	55
Tabla 13. Parámetros de los cables de la LSMT.....	62
Tabla 14. Resumen de distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades	66

1 Ficha resumen

Promotor	CAPWATT ESPAÑA, S.L.
Capacidad evacuable Punto de conexión	3.200 kW
Tecnología	Fotovoltaica
Potencia nominal	3.900 kW
Potencia Pico	4.056 kW
Término Municipal / Provincia	Villamartín / Cádiz
Referencias catastrales de la planta FV	53041A005000200000DJ
Centro Geométrico planta FV	UTM ETRS89 HUSO 30: 264.072, 4.085.522
Superficie vallada	7,616 ha
Perímetro vallado	1.216 m
Superficie ocupada por módulos FV	19.383 m ²
Tipo de suelo	Suelo No Urbanizable
Producción de Energía de la planta FV	7.692 MWh/año
Nº módulos / potencia unitaria	6.240 / 650 W
Nº inversores / potencia unitaria	13 / 300 kVA (T ^a diseño 40°C) La instalación quedará limitada mediante un PPC a la potencia de 3.200 kW
Tipo de estructura	Seguimiento a 1 eje horizontal
Tensión de conexión a red	15 kV
Punto de conexión a red	Barra de 15 kV de la SE VILLMART Latitud 36,85572577 y Longitud -5,65662369 UTM 30, 263.154,18, 4.082.162,57

Tabla 1. Ficha resumen de la instalación

2 Antecedentes

La mercantil Capwatt España S.L., tiene entre sus objetivos la promoción, construcción, puesta en marcha y explotación de la futura Planta Solar Fotovoltaica FV Villamartín CW, de 3,2 MW de potencia activa concedida en el punto de conexión, y sus infraestructuras eléctricas de evacuación, ubicada íntegramente en el término municipal de Villamartín.

Dicha instalación cuenta con Punto de Acceso y Conexión a Red, otorgado por la mercantil E-distribución Redes Digitales, S.L., de fecha 2 de mayo de 2024, en la barra de 15 kV la subestación Villamartín.

Para la conexión de esta instalación fotovoltaica al punto de conexión otorgado, se va a proyectar una línea en media tensión mixta, simple circuito.

3 Objeto

El presente Proyecto de Construcción tiene por objeto la obtención, para la planta solar fotovoltaica FV Villamartín CW y sus infraestructuras de evacuación, de la correspondiente Autorización Administrativa Previa y de Construcción, tal y como se establece en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre.

4 Instalaciones que comprende este proyecto

Las instalaciones que se describen en este proyecto y de las que se pretende obtener su autorización administrativa previa y de construcción son las siguientes:

- Planta Fotovoltaica “FV Villamartín CW”, de 3,9 MWn / 4,056 MWp / 3,2 MW POC.
 - o Instalaciones de baja tensión, tanto en continua como en alterna
 - o Red subterránea en media tensión
 - o 2 centros de transformación 1 x 2.500 kVA + 1 x 2.000 kVA
 - o Obras civiles y vallado
 - o Instalaciones de comunicaciones
 - o Instalaciones auxiliares
- Infraestructuras de evacuación
 - o Centro de Seccionamiento, Protección y Medida. Este CPM estará albergado en un edificio prefabricado. Contendrá las celdas para protección y medida de la FV Villamartín CW. Concretamente estará compuesto por:
 - Celda de línea, salida hacia la SE Villamartín
 - Celda de interruptor automático con protecciones de generador
 - Celda de medida para facturación
 - 2 x Celda de línea (para conexión con Centros de Transformación interiores)
 - Celda de protección por fusibles con Transformadores de tensión para suministro de servicios auxiliares
 - o Línea de evacuación MIXTA, subterránea/aérea, Simple Circuito, en Media Tensión hasta su conexión en la barra de 15 kV de la subestación Villamartín.

Las adecuaciones de las instalaciones de E-distribución, concretamente en la SE Villamartín, están especificadas en la carta de condiciones técnicas, y serán realizadas directamente por la empresa distribuidora tal y como se expone en la propia carta de condiciones.

5 Titular

CAPWATT ESPAÑA SL
B02670966
Calle Ulises 16, planta 4ª
28043 Madrid

6 Normativa de aplicación

- ✓ Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico
- ✓ Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad
- ✓ Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- ✓ Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- ✓ Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- ✓ Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica
- ✓ Reglamento (UE) 2016/31 de la comisión de 14/04/2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red
- ✓ Orden TED/749/2020 de 16 de julio por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- ✓ Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/2031
- ✓ Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- ✓ Relación de normas de la ITC-LAT-02. Listado de normas de obligado cumplimiento actualizado de acuerdo con el artículo 8 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, a 16 de abril de 2021.

Generales:

	Sustituye	Coexistencia
UNE-EN 60529:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).	UNE 20324:1993 UNE 20324:2004 ERRATUM	-
UNE-EN 60529:2018/A1:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).	UNE 20324/1M:2000	-
UNE-EN 60529:2018/A2:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).	UNE 20324:1993/2M:2014	-
UNE-EN 60060-1:2012 Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo	UNE 21308-1:1994	-

	Sustituye	Coexistencia
UNE-EN 60529:2018/A2:2018/AC:2019-02 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).	-	-
UNE-EN 50102:1996 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).	-	-
UNE-EN 50102 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).	-	-
UNE-EN 50102/A1:19992 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).	-	-
UNE-EN 50102/A1 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).	-	-
UNE-EN 60060-2:2012 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.	UNE-EN 60060-2:1997 UNE-EN 60060-2/A11:1999	-
UNE-EN 60060-3:2006 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.	-	-
UNE-EN 60060-3:2006 CORR.:2007 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.	-	-
UNE-EN IEC 60071-1:2020 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.	UNE-EN 60071-1:2006	Coexiste con las normas UNE-EN 60071-1:2006 y UNE-EN 60071-1:2006/A1:2010 hasta 13-09-2022
UNE-EN IEC 60071-2:2018 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.	UNE-EN 60071-2:1999	-
UNE-EN 60270:2002 Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.	-	-
UNE-EN 60270:2002/A1:2016 Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.	-	-
UNE-EN 60865-1:2013 Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.	UNE-EN 60865-1:1997	-
UNE-EN 60909-0:2016 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes (Ratificada por AENOR en agosto de 2016)	UNE-EN 60909-0:2002	-
UNE-EN 60909-3:2011 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.	UNE-EN 60909-3:2004	-

Cables y conductores:

Referencia norma UNE, título y ediciones	Sustituye	Coexistencia
UNE 21144-1-1:2012 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.	UNE 21144-1-1:1997 UNE 21144-1-1/2M:2002	-

Referencia norma UNE, título y ediciones	Sustituye	Coexistencia
UNE 21144-1-1:2012/1M:2015 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.	-	-
UNE 21144-1-2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.	-	-
UNE 21144-1-3:2003 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.	-	-
UNE 21144-2-1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.	-	-
UNE 21144-2-1/1M:2002 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.	-	-
UNE 21144-2-1:1997/2M:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.	-	-
UNE 21144-2-2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.	-	-
UNE 21144-3-1:2018 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia.	UNE 21144-3-1:1997	-
UNE 21144-3-2:2000 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.	-	-
UNE 21144-3-3:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.	-	-
UNE 21192:1992 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.	-	-
UNE 21192:1992/1M:2009 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.	-	-
UNE 207015:2013 Conductores desnudos de cobre duro cableados para líneas eléctricas aéreas	UNE 207015:2005	-
UNE 211003-1:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV (Um= 1,2 kV) a 3 kV (Um=3,6 kV).	-	-
UNE 211003-1:2001/1M:2009 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV (Um= 1,2 kV) a 3 kV (Um=3,6 kV).	-	-
UNE 211003-2:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV).	-	-
UNE 211003-2:2001/1M:2009 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV).	-	-

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812

Referencia norma UNE, título y ediciones	Sustituye	Coexistencia
UNE 211003-3:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um=36 kV).	-	-
UNE 211003-3:2001/1M:2009 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um=36 kV).	-	-
UNE 211067-1:2017 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um=170 kV) hasta 400 kV (Um=420 kV). Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo.	UNE 211004:2003 UNE 211004/1M:2007	-
UNE 211435:2011 Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.	UNE 211435:2007	-
UNE-EN 50182:2002 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.	-	-
UNE-EN 50182:2002/AC:2013 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.	UNE-EN 50182 CORR.:2005	-
UNE-EN 50183:2000 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio silicio.	-	-
UNE-EN 50189:2000 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.	-	-
UNE-EN 50397-1:2007 Conductores recubiertos para líneas aéreas y sus accesorios para tensiones nominales a partir de 1 kV c.a. hasta 36 kV c.a. Parte 1: Conductores recubiertos.	-	-
UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados.	-	-
UNE-EN 60228 CORR.:2005 Conductores de cables aislados.	-	-
UNE-EN IEC 60794-4:2018 Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2018.)	UNE-EN 60794-4:2006	-
UNE-EN 61232:1996 Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.	-	-
UNE-EN 61232/A11:2001 Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.	-	-
UNE-HD 620-10E:2012/1M:2020 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-1, 10E-3, 10E-4 y 10E-5).	UNE-HD 620-5-E-1:2007 UNE-HD 620-5-E-2:1996	Coexiste con UNE-HD 620-10E:2012/1M:2018 hasta 31-12-2021
UNE-HD 620-9E:2012/1M:2020 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-3 y 9E-5).	UNE-HD 620-9-E:2007	-
UNE 211632-4A:2017 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 4A: Cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina o de polietileno de alta densidad (tipos 1, 2 y 3)	PNE 211632-4A	-
UNE 211632-6A:2017	PNE 211632-6A	-

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400576. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812

Referencia norma UNE, título y ediciones	Sustituye	Coexistencia
Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 6A: Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina o de polietileno de alta densidad (tipos 1, 2 y 3)		
UNE 211006:2010 Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.	-	-
UNE 211620:2020 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-6, 10E-7, 10E-8 y 10E-9)	UNE 211620:2012	Coexiste con UNE 211620:2018 hasta 31-12-2021
UNE 211027:2013 Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).	-	-
UNE 211028:2013 Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).	-	-
UNE 211028:2013/1M:2016 Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).	-	-
UNE 211028:2013/1M:2016 Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).	-	-
UNE-EN 50540:2010 Conductores para líneas aéreas. Conductores de aluminio soportados por acero (acss).	-	-

Accesorios para cables:

Referencia norma UNE, título y ediciones	Sustituye	Coexistencia
UNE 21021:1983 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.	-	-
UNE-EN 61854:1999 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.	-	-
UNE-EN 61897:2000 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo «Stockbridge».	-	-

Apoyos y herrajes:

Referencia norma UNE, título y ediciones	Sustituye	Coexistencia
UNE 21004:1953 Crucetas de madera para líneas eléctricas.	-	-
UNE-EN 14229:2011 Madera estructural. Postes de madera para líneas aéreas	UNE 21092:1973 UNE-EN 12465:2002	-
UNE 56416:1988 Protección de maderas. Métodos de tratamiento.	UNE 21094:1983 UNE 21152:1986	-
UNE-EN 13991:2004 Derivados de la pirólisis del carbón. Aceites obtenidos de alquitrán de hulla: creosotas. Especificaciones y métodos de ensayo.	UNE 21097:1972	-
UNE-EN ISO 10684:2006 Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente (ISO 10684:2004)	UNE 37507:1988	-

Referencia norma UNE, título y ediciones	Sustituye	Coexistencia
UNE 207009:2019 Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.	UNE 207009:2002	-
UNE 207016:2007 Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas.	-	-
UNE 207017:2010 Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.	UNE 207017:2005	-
UNE 207018:2018 Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.	UNE 207018:2006	-
UNE-EN 60652:2004 Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.	-	-
UNE-EN 61284:1999 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.	-	-
UNE-EN ISO 1461:2010 Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.	UNE-EN ISO 1461:1999	-
Especificación UNE 0059:2017 Postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para líneas eléctricas aéreas de distribución y líneas de telefonía.	-	-

Aparamenta:

Referencia norma UNE, título y ediciones	Sustituye	Coexistencia
UNE-EN 62271-103:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.	UNE-EN 60265-1:1999 UNE-EN 60265-1 CORR:2005	-
UNE-EN 62271-104:2015 Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 52 kV.	UNE-EN 60265-2:1994 UNE-EN 60265-2/A1:1997 UNE-EN 60265-2/A2:1999	-
UNE-EN 60282-1:2011 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente	UNE-EN 602821:2007	-
UNE-EN 60282-1:2011/A1:2015 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente	-	-
UNE-EN 62271-100:2011 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.	UNE-EN 62271-100:2003 UNE-EN 62271-100/A1:2004 UNE-EN 62271-100/A2:2007	-
UNE-EN 62271-100:2011/A1:2014 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.	-	-
UNE-EN 62271-100:2009/A2:2017 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2017.)	-	-
UNE-EN IEC 62271-102:2021 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.	UNE-EN 62271-102:2005 UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012 UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013	-

Aisladores:

Referencia norma UNE, título y ediciones	Sustituye	Coexistencia
UNE 21009:1989 Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores	-	-
UNE 21128:1980 Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.	-	-
UNE 21128/1M:2000 Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.	-	-
UNE-EN 61109:2010 Aisladores para líneas aéreas. Aisladores compuestos para la suspensión y anclaje de líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1 000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.	UNE 21909:1995 UNE 21909/1M:1998	-
UNE-EN 61467:2010 Aisladores para líneas aéreas. Cadena de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para líneas de tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna.	UNE 207002:1999 IN	-
UNE-EN 60305:1998 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.	-	-
UNE-EN 60372:2004 Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.	-	-
UNE-EN 60383-1:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.	-	-
UNE-EN 60383-1/A11:2000 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.	-	-
UNE-EN 60383-2:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.	-	-
UNE-EN 60433:1999 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón	-	-
UNE-EN 61211:2005 Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de perforación con impulsos en aire.	-	-
UNE-EN 61325:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.	-	-
UNE-EN 61466-1:2016	UNE-EN 61466-1:1998	-

Referencia norma UNE, título y ediciones	Sustituye	Coexistencia
Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados		
UNE-EN 61466-2:1999 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas	-	-
UNE-EN 61466-2/A1:2003 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.	-	-
UNE-EN 61466-2:1999/A2:2018 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.	-	-
UNE-EN 62217:2013 Aisladores poliméricos de alta tensión para uso interior y exterior. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.	UNE-EN 62217:2007	-

Pararrayos:

Referencia norma UNE, título y ediciones	Sustituye	Coexistencia
UNE 21087-3:1995 Pararrayos. Parte 3: Ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.	-	-
UNE-EN 60099-4:2016 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.	UNE-EN 60099-4:2005 UNE-EN 60099-4/A1:2007	-
UNE-EN 60099-5:2018 Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2018.)	UNE-EN 60099-5:2000 UNE-EN 60099-5/A1:2001	-

Tabla 2. Relación de normas de la ITC-LAT-02

- ✓ Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCRAT 01 a 23
- ✓ Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
- ✓ Normas particulares de E-Distribución.
- ✓ Ley de ordenación de la Edificación.
- ✓ Normas Básicas de la Edificación.
- ✓ Instrucción del Hormigón estructural EHE.
- ✓ Normas Tecnológicas de la Edificación que sean de aplicación.
- ✓ Normas relativas a la Seguridad y Salud en el Trabajo, Construcción y Protección contra incendios en las instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- ✓ Normas UNE que sean de aplicación.
- ✓ Normas CEI que sean de aplicación.
- ✓ Ley de Prevención de riesgos Laborales.
- ✓ Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación

- ✓ Pliego de condiciones técnicas para instalaciones conectadas a la red PCT-C, IDAE 2002.
- ✓ Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (BOE nº 224, de 18 de septiembre de 2007).
- ✓ Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- ✓ Real Decreto 1627/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- ✓ Real Decreto 486/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ✓ Real Decreto 485/1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✓ Real Decreto 1215/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✓ Real Decreto 773/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ✓ Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- ✓ Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios

7 Situación y emplazamiento

Se ubica esta planta fotovoltaica en el término municipal de Villamartín, provincia de Cádiz, en el paraje conocido como “Puerto Maña”, ubicado a una distancia aproximada de 2,5 km, al norte, del núcleo de población de Villamartín.

El acceso a la instalación se realizará por la carretera provincial CA-7101, aproximadamente en el pk 3+205. Desde dicho punto se conecta con una carretera asfaltada denominada “Pista Cañada de la Cordillera”. A una distancia de aproximadamente 850 m se ejecutará un desvío hacia el este que da acceso al emplazamiento de la instalación fotovoltaica.

Este tramo servirá de vial de acceso que permita la entrada de los diferentes transportes para el suministro de equipos y maquinaria para la realización de la obra.

En los planos anexos se muestra el acceso a la instalación.

Se muestra a continuación una tabla con las parcelas afectadas en el municipio:

nº Parcela proyecto	Municipio	Polígono	Parcela	Referencia Catastral	Uso (Catastro)
1	Villamartín	43	9000	53041A04309000	Vía Pública
2	Villamartín	42	24	53041A042000240000DF	Labor o Labradío de Secano
3	Villamartín			3223201TF6832S0000PA	Urbano
4	Villamartín	43	9000	53041A04309000	Vía Pública
5	Villamartín			3326601TF6832N0001AR	Urbano
6	Villamartín	43	9000	53041A04309000	Vía Pública
7	Villamartín			3525910TF6832N0000OE	Urbano
8	Villamartín			3728602TF6832N0001ZR	Pastizal (Urbanizable)
9	Villamartín	43	9000	53041A04309000	Vía Pública
10	Villamartín			3821103TF6832S0000SA	Pastizal (Urbanizable)
11	Villamartín			3821104TF6832S0001XS	Pastizal (Urbanizable)
12	Villamartín			3821105TF6832S0001IS	Pastizal (Urbanizable)
13	Villamartín			3821106TF6832S0000HA	Pastizal (Urbanizable)
14	Villamartín	43	9000	53041A04309000	Vía Pública
15	Villamartín	43	9004	53041A043090040000DJ	Vía de Comunicación
16	Villamartín	44	9003	53041A044090030000DM	Camino
17	Villamartín	44	1	53041A044000010000DY	Labor o Labradío de Secano
18	Villamartín	44	9002	53041A044090020000DF	Camino de Bornos
19	Villamartín	4	16	53041A004000160000DH	Labor o Labradío de Secano
20	Villamartín	4	23	53041A004000230000DY	Labor o Labradío de Secano
21	Villamartín	4	15	53041A004000150000DU	Labor o Labradío de Secano
22	Villamartín	4	13	53041A004000130000DS	Labor o Labradío de Secano
23	Villamartín	4	11	53041A004000110000DJ	Labor o Labradío de Secano
24	Villamartín	5	9002	53041A005090020000DM	Camino (Vía Pecuaría)
25	Villamartín	5	20	53041A005000200000DJ	Labor o Labradío de Secano

Tabla 3. Parcelas afectadas

Se adjunta, en el anexo de planos, un plano que contiene toda la información de las parcelas ocupadas

El área que engloba el vallado de la planta fotovoltaica es de 7,616 hectáreas, y un perímetro de 1.216 metros lineales.

A su vez, la superficie de ocupación provocada por la ubicación de los módulos fotovoltaicos es de 19.383 m².

Todo el suelo utilizado para la implantación de la instalación es compatible con el uso destinado a instalaciones de generación fotovoltaica.

8 Instalaciones de Generación

8.1 Clasificación de la instalación

A efectos de normativa eléctrica, y más concretamente siguiendo las directrices del Reglamento de Baja Tensión, a esta instalación se la clasificaría como local mojado, dado que es una instalación que estará a la intemperie. Debido a este hecho será de aplicación la ITC-BT-30.

A su vez, tratándose de una instalación de generación, se le aplicará la ITC-BT-40

8.2 Parámetros principales

Esta instalación está compuesta por 6.240 módulos fotovoltaicos de 650 w, lo que hace una potencia pico total de 4.056 kW.

Los módulos irán ubicados en estructuras con seguimiento a un eje horizontal, que a su vez irán ancladas al terreno.

Se prevé la instalación de 13 inversores de 300 kW nominales a una temperatura de diseño de 40°C y Factor de potencia 1, lo que hace una potencia nominal instalada en inversores de 3.900 kW. Estos inversores funcionarán a la tensión de 800 v en el lado de alterna.

La potencia evacuada quedará limitada, en el punto de conexión con la red, a la consigna de 3.200 kW, potencia marcada en los permisos de acceso y conexión a la red. Esta limitación será posible mediante la instalación de un Power Plant Controller (PPC) que quedará ubicado en el centro de seccionamiento, protección y medida.

A su vez, y siguiendo las directrices de las Normas técnicas de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/2031, así como de la Orden TED/749/2020 de 16 de julio por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión, esta instalación deberá, entre otros requisitos, tener la capacidad de contribuir a la estabilización de la tensión de la red, debiendo proveer potencia reactiva, cuando la tensión de la red varíe entre el 95% y el 105% de la tensión nominal, intercambiando potencia reactiva, inductiva o capacitiva, en una cantidad equivalente al 30% de la potencia activa máxima en el punto de conexión.

8.3 Diseño y Equipos

La presente instalación fotovoltaica se desarrolla utilizando estructuras con seguimiento a un eje horizontal, que a su vez irán ancladas al terreno.

Los módulos fotovoltaicos utilizados irán montados sobre dichas estructuras e interconectados entre sí formando cadenas de módulos en serie hasta su entrada al inversor.

Se utilizarán inversores de string.

Por la parte de corriente continua de cada inversor, entran 16 string en paralelo compuestas por 30 módulos en serie cada, con una tensión máxima en continua de 1.500 voltios.

Por la parte de alterna, la tensión de funcionamiento será de 800 v, y cada inversor da una potencia máxima nominal de 300 kW.

A modo de cuadro resumen, se presentan los parámetros principales de la instalación de generación:

Equipo	Modelo/fabricante	número	Potencia
MÓDULOS	RSM132-8-650M / Risen	6.240	4.056 kWp
INVERSOR	SUN 330KTL-800 / Huawei	13	3.900 kWn @ Tdiseño:40°C
ESTRUCTURA	Seguimiento a un eje horizontal Axial tracker 2V / Axial Structural Solutions		
Power Plant Controller	Limitación de potencia en el punto de conexión a la consigna de potencia máxima evacuable: 3.200kW		

Tabla 4. Parámetros principales de la instalación de generación

8.3.1 Módulos fotovoltaicos

La planta se compone de 6.240 módulos fotovoltaicos, monocristalinos, modelo RSM132-8-650M, del fabricante Risen, y con una potencia pico de 650 W. Esta configuración se traduce en una potencia pico total de 4.056 kW_p.

Las características de los módulos son:

Potencia nominal	650 W
Tensión máxima del sistema	1.500 V
Rango de temperatura	-40 ~ +85 °C
Tensión de máxima potencia	37,76 V
Tensión de circuito abierto	45,35 V
Intensidad de máxima potencia	17,22 A
Intensidad de cortocircuito	18,23 A
Dimensiones	2.384x1.303x35 mm
Nº células	132 (6x11 + 6x11)
Peso	34 kg

Tabla 5. Parámetros principales del módulo fotovoltaico

Los parámetros eléctricos de funcionamiento de cada string en condiciones STC serán:

- Tensión Vmp 1.133 V
- Intensidad Imp 17,22 A
- Potencia pico 19,5 kW

8.3.2 Estructuras de fijación

Los paneles quedarán emplazados en estructuras de seguimiento a un eje horizontal hincadas en el terreno. Estas estructuras tendrán su eje principal orientado al Sur.

Estos seguidores tendrán una configuración 2V, es decir, cada seguidor contará con dos filas de módulos en posición vertical. Cada una de estas filas tendrá 15 módulos, con lo que cada seguidor contará con 30 módulos.

Dicha estructura se clavará en el suelo con pilares metálicos galvanizados, lo cual permite una fácil adaptación a terrenos que no sean totalmente planos. La profundidad a la que se clavan los pilares depende de las características del terreno y se calcula después de realizar las correspondientes comprobaciones in-situ. En caso de imposibilidad de hincado se utilizará una solución de lastrado mediante tubos de hormigón rellenos de hormigón en masa

La estructura será diseñada para resistir las fuerzas producidas por viento, nieve y terremotos, a la vez que las fuerzas del propio peso de la estructura, y por consiguiente será capaz de soportar situaciones meteorológicas adversas durante periodos de tiempo prolongados.

Todos los materiales utilizados para fabricar la estructura serán de acero galvanizado y aluminio para prevenir y evitar oxidación.

El diseño y la construcción de la estructura 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. Para ello, previamente a la definición del diseño final, se realizarán unas pruebas in situ para confirmar la idoneidad de la solución propuesta. Se tendrán además en cuenta las siguientes cargas sobre la estructura: peso propio, viento y nieve.

Las filas de las estructuras se dispondrán de forma que se minimicen las sombras entre ellos, pero optimizando el aprovechamiento del terreno. Se asegura así el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente para la latitud del emplazamiento y, además, se minimiza el impacto visual.

En concreto la distancia entre estructuras se ha considerado de 11 metros entre una estructura y la inmediatamente próxima, medidos desde un mismo punto de cada una de ellas.

Cada string fotovoltaica estará compuesta por módulos de un solo seguidor, es decir, por 30 módulos.

8.3.3 Inversores fotovoltaicos

El inversor escogido es el SUN2000-330KTL-H1, del fabricante Huawei.

Las características del inversor son:

Entrada en Corriente continua:	
Máxima tensión	1.500 V
Rango de tensión MPP (Full-load)	900-1300 V
Nº MPP independientes	6
Máximo de entradas DC	28 (4/5/5/4/5/5)
Máxima intensidad DC por MPPT	65/65/65/65/65/65 A
Salida en corriente alterna:	
Potencia de salida	300 kW
Máxima potencia aparente	330 kVA / 300 kVA (@40°C)
Tensión nominal	800 V
Frecuencia nominal	50 Hz
Distorsión armónica (THD)	< 1%
Dimensiones	1048 x 732 x 395 mm
Peso	112 kg

Tabla 6. Parámetros principales del inversor

Cada inversor se fijará sobre una de las estructuras soporte de los módulos. El número de inversores a instalar es de 13.

El inversor va equipado con las siguientes protecciones:

- Protección anti-isla
- Protección contra sobreintensidad en el lado AC
- Protección contra polaridad inversa en el lado DC
- Monitorización de corrientes de defecto
- Protección contra sobretensiones tanto en DC como en AC
- Vigilante de aislamiento en el lado DC
- Unidad de monitorización de corriente residual

El inversor posee una protección IP66, por lo que será apto para su instalación en el exterior.

A cada inversor le entrarán 16 string de 30 módulos por la parte de continua. Cada string posee una potencia pico de 19,5 kW, por lo que la potencia de entrada DC al inversor será de 312 kW, con lo que la ratio DC/AC en cada inversor será del 104%.

8.4 Instalación eléctrica

Este tipo de instalaciones se componen de dos partes bien diferenciadas desde el punto de vista eléctrico. Por un lado, tendremos la parte en corriente continua, en baja tensión, que contempla la interconexión de módulos y su conexión a los inversores. Por otro lado, tenemos la parte en corriente alterna, en la que distinguiremos la parte en baja tensión, que conecta la salida de los inversores con el cuadro de baja tensión ubicado en el centro de transformación y la parte en media tensión, que conecta los Centros de transformación entre sí y a su vez con el Centro Protección y Medida.

En resumen, tendremos las siguientes situaciones

Tramos	Canalización	Interconexión
DC en BT	Canalización tanto aérea (por la propia estructura de fijación), como subterránea bajo tubo	Módulos FV - Inversor
AC en BT	Canalización subterránea directamente enterrada	Inversor – Cuadro Baja Tensión del Centro de Transformación
AC en MT		Centro de Transformación – Centro de Seccionamiento, Protección y Medida

Tabla 7. Tipología de Canalizaciones eléctricas

9 Obra Civil

9.1 Desbroce y limpieza del terreno

En toda la extensión de la superficie sobre la que se va a ejecutar esta planta fotovoltaica, y previamente a cualquier actuación de movimiento de tierras, se procederá a eliminar la capa vegetal, mediante el desbroce de la misma. Este desbroce se ejecutará mediante medios mecánicos adecuados.

9.2 Movimientos de tierras

Actualmente la orografía del terreno en la que se ubica la planta fotovoltaica inclinación en dirección Oeste-Este con pendientes homogéneas entorno al 1-3%. Esta inclinación en dirección este/oeste permite que no sea necesario realizar movimientos de tierra.

En la dirección norte-sur, el emplazamiento presenta también ligeras pendientes muy homogéneas con pendientes aproximadas del 2% en dirección descendente hacia el norte.

Debido a esta orografía, se ha adoptado para el proyecto un seguidor a un eje que nos permita adaptarnos al terreno natural, eligiendo una longitud de mesa de 15 filas en configuración 2V, 30 módulos en total con una longitud N-S algo inferior a veinte metros.

El seguidor adoptado es válido para el rango de pendientes naturales existentes en el terreno. Dicho seguidor permite ser instalado en pendientes N-S de hasta un 15%, que no se alcanzan en toda la planta del proyecto, por lo que no se proyecta realizar movimiento de tierras.

9.3 Viales de acceso y viales interiores

El vial de acceso a la planta fotovoltaica, tal y como se muestra en el anexo de planos, se realizará por la carretera provincial CA-7101, aproximadamente en el pk 3+205. Desde dicho punto se conecta con una carretera asfaltada denominada "Pista Cañada de la Cordillera". A una distancia de aproximadamente 850 m se ejecutará un desvío hacia el este que da acceso al emplazamiento de la instalación fotovoltaica.

En la planta fotovoltaica se dispondrá un vial perimetral adecuado y compactando con una anchura de cinco metros justo al interior del vallado perimetral, y viales interiores que faciliten las labores de operación y mantenimiento de la instalación. Dichos viales discurrirán entre los propios seguidores fotovoltaicos puesto que la distancia entre ellos permite el paso de cualquier vehículo.

Dichos viales exigirán tan solo una preparación que contempla la compactación del terreno para su uso de circulación de vehículos ligeros. Estos viales tendrán una anchura de 3,5 metros.

9.4 Cimentación de estructuras

Las estructuras de los seguidores a un eje horizontal sobre las que apoyan los módulos fotovoltaicos irán ancladas al terreno mediante hincado directo de los pilares que aguantan la estructura de módulos.

Las cargas a tener en cuenta serán:

- Cargas permanentes. Peso propio de la estructura y los módulos
- Acciones de viento. Según normativa CTE DB SE-AE, nos encontramos en zona B con velocidad básica de viento de 27 m/s
- Sobrecarga por nieve. Estaríamos en zona 2

Se considera que los pilares trabajan por rozamiento con el terreno, por lo que se considerará la longitud de trabajo, aquella parte del pilar totalmente empotrado en el terreno.

9.5 Vallado perimetral

El conjunto de la instalación contará con un vallado perimetral que evite al acceso de personal no autorizado. Este vallado perimetral discurre por la poligonal de la planta fotovoltaica retranqueada la distancia suficiente de las parcelas colindantes.

El conjunto del cierre perimetral será un **vallado cinegético**, con una altura de 2 metros, y cumplirá con lo establecido en el Decreto 126/2017, de 25 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Ordenación de la Caza en Andalucía, y donde se describen los vallados cinegéticos.

Estos cerramientos deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Estarán contruidos de manera que el número de hilos horizontales sea como máximo el entero que resulte de dividir la altura de la cerca en centímetros por 10, guardando los dos hilos inferiores sobre el nivel del suelo una separación mínima de 15 centímetros. Los hilos verticales de la malla estarán separados entre sí por 15 centímetros como mínimo.
- Carecer de elementos cortantes o punzantes.
- No podrán tener dispositivos de anclaje, unión o fijación tipo “piquetas” o “cable tensor” salvo que lo determine el órgano competente en materia de caza.
- El vallado dispondrá de placas visibles de señalización para evitar colisión de la avifauna.

El acceso a la planta se realizará a través de una puerta de doble hoja de 6 metros de anchura, para permitir el tránsito de camiones y vehículos de alto tonelaje. La puerta de acceso también tendrá una altura de 2 metros.

9.6 Edificio de control y almacenaje

En la parcela de ubicación de la planta fotovoltaica se instalará un pequeño edificio para alojamiento de algunos equipos de control de la instalación y este edificio estará equipado con los servicios necesarios para cumplir con lo establecido en el anexo V del Real Decreto 486/1997, por el que se establecen las Disposición Mínimos de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

En concreto, el edificio tendrá unas dimensiones aproximadas de 11 x 8 metros y estará dotado de varias estancias, entre ellas los baños.

En el anexo de planos se aprecia un detalle de planta del edificio con las instalaciones de abastecimiento de agua y de saneamiento, así como detalles del depósito de agua y grupo de presión, así como el depósito de fecales.

9.6.1 Abastecimiento de agua

No se dispondrá de conexión a la red pública de suministro de aguas, por lo que se colocará un depósito de agua de 2000 litros, enterrado, para satisfacer las necesidades de la instalación dotado de un grupo de presión adecuado.

9.6.2 Saneamiento

Para el tratamiento de las aguas fecales, se instalará una fosa séptica con filtro biológico incorporado, tipo DAF 6000 de 6.000 litros de capacidad.

9.6.3 Protección contra incendios

Se dotará a este edificio de:

- Un extintor de polvo polivalente ABC233B
- Dos extintores portátiles de polvo ACB 50kG
- 1 extintor CO2 5 kg

10 Instalación eléctrica en Baja Tensión

10.1 Instalación en Baja Tensión, en Corriente Continua.

Los conductores a emplear en la parte de corriente continua serán de cobre, unipolares, de tensión asignada de 1,8/1,8 kV, clase II y aislamiento de compuesto reticulado libre de halógenos.

La unión de los módulos entre sí para formar las diferentes string se realizará con el propio cable con el que viene equipado el módulo fotovoltaico.

Las uniones de estas strings con los inversores llevarán secciones de este tipo de conductor calculadas en función de la intensidad y la longitud del mismo. Se realizarán dichos cálculos para obtener caídas de tensión inferiores a 1,5 % de la tensión en el punto de máxima potencia de la agrupación de conductores del string.

Estos tramos de cable irán canalizados en dos tramos diferentes, por una parte, en canalización aérea fijada a la propia estructura soporte, y en un segundo tramo en canalización subterránea hasta la entrada en la caseta que aloja los inversores.

Para el cálculo de la intensidad admisible, se tomarán los factores de corrección apropiados a cada tramo de canalización, adoptándose el más restrictivo a lo hora de determinar la sección apropiada del conductor.

10.2 Instalación en Baja Tensión, en Corriente Alterna

La parte de la instalación en baja tensión y corriente alterna se produce entre la salida del inversor y la entrada al centro de transformación, precisamente en la respectiva salida del cuadro de baja tensión ubicado en el mismo.

Los conductores a emplear serán de aluminio, unipolares, de tensión asignada de 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos.

Este tramo irá en canalización directamente enterrada.

Para el cálculo de la intensidad admisible se tomarán los factores de corrección apropiados.

10.3 Canalizaciones

10.3.1 Canalización Baja Tensión

Los conductores en continua discurrirán parcialmente al aire y parcialmente enterrados. La parte de instalación al aire se asocia al tramo de conductores que discurren por la propia estructura de los seguidores. Una vez el conductor baja por uno de los postes del seguidor y llega al suelo, discurrirá enterrado bajo tubo.

Las uniones de los módulos se realizarán mediante conexiones rápidas y especiales de clase II, realizándose estas en la parte posterior de los módulos. Los cables irán embreados a la estructura realizando el tránsito al terreno a través de tubos de protección.

Las zanjas para canalizaciones tendrán una anchura suficiente para albergar los cables dejando una separación de 5 cm con respecto a las paredes de la zanja, y una profundidad tal que permita que los tubos queden a una profundidad mínimo de 60 cm.

Se dispondrá una capa de arena de río lavada, de espesor mínimo 5 cm, sobre la que se posarán los tubos. Por encima de los mismos irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 10 cm de espesor.

Para protección de los cables frente a excavaciones, se dotará a la canalización de protección mecánica que soporte un impacto puntual de una energía de 20 J, y que cubra la proyección en planta de los tubos. De la misma manera, se extenderá una cinta señalizadora de presencia de cable eléctrico.

En las canalizaciones enterradas bajo tubo, en aquellos puntos en los que se produzcan cambios de dirección, para facilitar la manipulación de los conductores, se dispondrán arquetas con tapa. De igual manera, para tramos rectos, se instalarán arquetas cada 40 metros como máximo. Estas arquetas deberán quedar debidamente selladas para evitar la entrada de agua y roedores.

Para el tramo de corriente alterna, los cables irán en canalización directamente enterrada. En esta canalización los cables irán dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad cuando proceda, conforme a la documentación de riesgos laborales.

La profundidad, hasta el cable no será inferior de 0,6 m.

10.4 Esquema de conexión

En la parte de baja tensión, tanto de continua como de alterna, la configuración del generador adoptará una configuración flotante, es decir, los polos positivo y negativo estarán aislados de tierra. Esta medida garantiza protección en caso de un primer defecto. Esta situación garantiza la misma protección que una protección diferencial prescrita en el RD1699/2011 pero con la ventaja de no necesitar de aparellaje alguno puesto que la propia configuración lleva intrínseca dicha protección.

En esta configuración se exige que la resistencia de aislamiento del generador sea suficientemente alta para limitar una corriente de derivación a un máximo de 100 mA, hecho que es comprobado con creces puesto que la resistencia de aislamiento de un generador de este tipo está en el orden de los Mega Ohmios.

Aun así, el sistema, concretamente en el inversor, integra un dispositivo de vigilancia permanente de aislamiento, que monitoriza el valor de la resistencia de aislamiento y da el aviso cuando se produce algún defecto en la instalación, de tal manera que este defecto puede ser reparado por el personal de mantenimiento con anterioridad a que se produzca un segundo defecto.

En el lado de alterna, como el inversor no dispone de transformador de aislamiento galvánico, como hemos dicho, la configuración sigue siendo flotante, es decir, con una configuración de puesta a tierra tipo IT. Para comprobar de manera continua el estado del aislamiento se instalará en el lado de baja de los transformadores un vigilante de aislamiento que monitorice de manera permanente el aislamiento de la instalación aguas abajo y produzca una alarma en caso de fallo del mismo.

Para un funcionamiento óptimo del sistema se prevé la instalación de las siguientes funciones:

- Protección contra las sobretensiones a la frecuencia de potencia, mediante un limitador de tensión.
- Resistencia de conexión a tierra neutra para la variación de conexión a tierra de impedancia
- Monitor de defecto a tierra general con alarma para la primera condición de defecto

- Eliminación del segundo defecto y protección contra sobreintensidades mediante interruptores automáticos
- Ubicación del primer defecto

10.5 Protecciones

La instalación dispondrá de las protecciones y cuadros de conexiones necesarios y adecuados para garantizar la seguridad de las personas y evitar daños en los equipos.

10.5.1 Instalación DC

Contactos directos

La protección frente a contactos directos se basa en la ITC-BT-24 del reglamento de baja tensión, y se tomarán las siguientes medidas para su implementación:

- Aislamiento de partes activas. Todos los elementos de la instalación tendrán doble aislamiento o clase II. Los polos positivos y negativos discurrirán separados y protegidos según la normativa vigente, siendo el adecuado para instalación intemperie.
- Los inversores irán ubicados en las estructuras de los seguidores, evitándose contacto fortuito con partes activas de los mismos.
- Protección por fuera de alcance o alejamiento. La planta fotovoltaica dispondrá de un cerramiento perimetral mediante vallado impidiendo contactos fortuitos con partes activas de la instalación.

Contactos indirectos

Conforme al reglamento de baja tensión, el uso de equipos con aislamiento clase II sería suficiente para garantizar la protección frente a contactos indirectos. Aun así, los inversores incorporan un dispositivo de vigilancia permanente de aislamiento que monitoriza la instalación detectando cualquier defecto a tierra y avisando del mismo para su pronta reparación por los operadores de la planta.

Sobreintensidades

Es de mencionar que las strings fotovoltaicas mantienen valores muy próximos en lo relativo a su corriente de cortocircuitos frente a su corriente nominal.

Para la protección de las strings frente a sobreintensidades, ya sean sobrecargas o cortocircuitos, se preverá el uso de fusibles tanto en los polos positivos como en los polos negativos. Estos fusibles serán gPV cilíndricos de 30 A y 1500 V.

Sobretensiones

Se preverá la protección contra sobretensiones de origen atmosférico, mediante el uso de descargadores de sobretensiones tal y como establece la ITC-BT-23 en lo relativo a sobretensiones transitorias como instalación fija de categoría III o IV.

10.5.2 Instalación AC

Sobretensiones

El propio inversor incorpora protección contra sobretensiones mediante descargadores tipo 2.

Aguas arriba del inversor

Cada inversor irá dotado de un cuadro de protecciones en alterna equipado con un interruptor automático

Cuadro de baja tensión

El cuadro de baja tensión ubicado en los centros de transformación contará con un seccionador de corte en carga y fusibles APR.

Vigilante de aislamiento

Tal y como hemos descrito, en el lado de baja tensión de los centros de transformación se realizará una monitorización de defecto a tierra general con alarma para la primera condición de defecto

10.5.3 Protecciones del inversor

Las protecciones integradas en el equipo cumplen con las siguientes exigencias:

- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas en la salida
- Protección anti-isla con desconexión automática
- Protección contra fallo de aislamiento
- Protección contra sobretensiones AC con descargadores tipo II
- Protección contra sobretensiones DC con descargadores tipo II

Además, el inversor viene equipado con:

- Seccionador en DC, por cada MPPT

10.5.4 Puesta a tierra

Se pondrán a tierra todas las masas metálicas no activas de la instalación fotovoltaica a una única tierra, que será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

En concreto, se pondrán a tierra las estructuras soporte de los módulos mediante conductores conectados a la red principal de tierra, mediante soldadura aluminotérmica. Este conductor será cable de cobre aislado de 35 mm². La subida por la estructura será mediante pasatubos, realizándose la conexión un punto definido de la estructura.

Los módulos serán puestos a tierra mediante el contacto directo de sus marcos, con la estructura soporte, y a través de los puntos de anclaje de los mismos a la estructura.

El electrodo principal de puesta a tierra estará constituido por cable de cobre desnudo de 35mm², que quedará dispuesto en el fondo de las canalizaciones subterráneas realizadas para la canalización de los circuitos eléctricos.

Como ya se ha comentado, las estructuras soporte quedarán unidas a este electrodo principal. Así mismo, se unirán a este electrodo, cada uno de los inversores.

El vigilante permanente de aislamiento se conectará a la red de tierras para posibilitar la detección de un fallo de aislamiento.

11 Instalación eléctrica en Media Tensión

Esta parte de la instalación estará constituida por:

- Dos centros de transformación equipados con un transformador de 2.500 kVA y 2.000 kVA respectivamente. Estos centros de transformación integran un habitáculo en el que se ubica el cuadro de baja tensión con las salidas hacia los inversores, así como el dispositivo de vigilancia de aislamiento.
- Red en media tensión interna. Será en canalización subterránea, directamente enterrada. Con origen en cada centro de transformación y destino en el Centro de Seccionamiento, Protección y Medida, ubicado al oeste del área vallada y en las inmediaciones del último apoyo de la línea aérea.
- Centro de Seccionamiento, Protección y Medida. Este elemento contendrá los equipos de media tensión necesarios para la protección y la medida de la planta fotovoltaica, objeto de este expediente.
- Línea de evacuación MIXTA, aéreo/subterránea, Simple Circuito, en Media Tensión hasta su conexión con la subestación Villamartín, concretamente en la barra de 15 kV. Esta línea de media tensión evacuará la energía generada por la planta fotovoltaica.

En los siguientes epígrafes se desarrollan cada una de estas instalaciones.

12 Red en media tensión subterránea interna.

Para la evacuación de la energía generada en la planta, se instalarán dos centros de transformación distribuidos por la planta de forma que a cada uno descarguen un conjunto de inversores. Esta distribución se ha realizado de tal manera que se equilibre la potencia conectada a cada centro de transformación.

Al primer centro de transformación, de 2.000 kVA, descargan 6 inversores, concretamente del inversor 1 al 6.

Al segundo centro de transformación, de 2.500 kVA, descargan 7 inversores, concretamente del inversor 7 al 13.

Desde estos centros de transformación, parte una línea subterránea en media tensión, directamente enterrada que conecta con el Centro de Seccionamiento, protección y medida a través de sendas celdas de línea instaladas en el mismo.

La longitud del cable es:

- 228 metros del Centro de Transformación de 2.500 kVA hasta el Centro de seccionamiento, protección y medida,
- 203 metros del Centro de Transformación de 2.000 kVA hasta el Centro de seccionamiento, protección y medida,

Las características de estas líneas subterráneas se describen en los siguientes epígrafes.

12.1 Cables

Se ajustará a lo indicado en la norma UNE HD 620 y a la ITC 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Conductor: Aluminio compacto, sección circular, clase 2 según UNE-EN 60228. En el caso del cable con aislamiento XLPE, éste estará obturado mediante hilaturas hidrófugas.

Pantalla sobre el conductor: Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión.

Aislamiento: Mezcla a base polietileno reticulado (XLPE).

Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductor pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambres y contraespira de cobre.

Obturación: Solo aplicable a cables con aislamiento en XLPE y consistirá en una cinta obturante colocada helicoidalmente.

Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes. Se consideran dos tipos de cubierta normal DMZ1y cubierta DMZ2, no propagadora del incendio tipo (AS).

En concreto se instalarán cables de las siguientes características:

Tipo	Tensión nominal (kV)	Sección (mm ²)	Sección pantalla (mm ²)	Resistencia max. A 90 °C Ω/km	Reactancia por fase al tresbolillo Ω/km	Capacidad μF/km
RH5Z1	12/20	150	16	0,262	0,111	0,,294

Tabla 8. Parámetros de los Cables de Media Tensión de la red interior

Temperatura máxima en servicio permanente: 90°C

Temperatura máxima en cortocircuito (t<5s): 250 °C

Los empalmes y conexiones de los cables subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea.

12.2 Canalizaciones

Los cables irán en canalización directamente enterrada.

En esta canalización los cables irán dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad cuando proceda, conforme a la documentación de riesgos laborales.

La profundidad, hasta el cable no será inferior de 0,6 m.

12.3 Empalmes y terminaciones

En los puntos de conexión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes y terminaciones adecuados a las características de los conductores a unir.

Tanto los empalmes como las terminaciones no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable conectado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme o terminación ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.
- Los empalmes y terminaciones deben estar protegidos para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.
- Los empalmes y terminaciones deben resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.

En el caso de que las terminaciones de línea fuesen enchufables, éstas serán apantalladas y de acuerdo con las Normas UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

12.4 Puesta a tierra

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea.

13 Centros de transformación

Tal y como se ha comentado anteriormente en la memoria, la planta fotovoltaica contará con dos centros de transformación distribuidos por la planta fotovoltaica y a los cuales llegarán todas las líneas de descarga de los inversores fotovoltaicos.

Los centros de transformación estarán equipados con transformadores de 2.500 kVA y 2.000 kVA respectivamente.

13.1 Descripción General

Los centros de Transformación objeto del presente Proyecto, será de tipo superficie en caseta prefabricada, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-20.099

La acometida al mismo será subterránea. La Tensión y el suministro de energía se efectuará a la tensión de 15 kV, y a una frecuencia de 50 Hz.

El acceso al CT estará restringido al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a personal autorizado.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón, tipo compacto modelo "PFU5_36 1T" de Ormazábal.

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantiza 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 óhmios (RU 1303A). Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

Los techos están diseñados de tal forma que se impide las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro. El grado de protección será conforme 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.

Se dispondrá de ventilación forzada en el recinto del transformador.

Las rejillas de ventilación estarán formadas por lamas en forma de “V” invertida, diseñadas para formar un laberinto que evite la entrada de agua de lluvia y quedarán complementadas interiormente con malla mosquitera.

Se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm entre las celdas y la pared posterior, a fin de permitir el escape de gas SF₆ (en casos de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas, sin poner en peligro al operador.

El suelo está constituido por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituyen los huecos que permiten la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispone de unas placas de peso reducido que permiten el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

Delante de la celda de alojamiento de transformador de potencia se dispondrá de una malla de protección que se conectará a la tierra de protección y que será practicable mediante pernos de eje vertical y candado o cerradura.

13.2 Celdas Media tensión

Las celdas a instalar en el CT serán de la serie CGMCOSMOS de Ormazábal, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE- EN 60298.

Las características generales de las celdas:

Tensión asignada:	24 KV.
Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:	
a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto:	50 KV. ef.
a impulso tipo rayo:	125 KV. cresta.
Intensidad asignada en funciones de línea:	400 A.
Intensidad asignada en interruptor automático.	400 A.
Intensidad asignada en ruptofusible.	200 A.
Intensidad nominal admisible de corta duración 1 s:	16 KA ef.
Valor de cresta de la intensidad nominal admisible:	40 KA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
Grado de protección de la envolvente s/ UNE 20324:	IP307
Puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 60298, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.	
Embarrado: 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 cálculo	

Características descriptivas de las celdas:

Celdas de línea en entrada/salida.

Celda modular de línea, tipo **cgmcosmos-l**, de Ormazabal, de corte y aislamiento íntegro en SF₆, de 365 mm. de ancho por 1.740 mm. de alto por 735 mm. de fondo. De características eléctricas **V_n = 24 kV, I_n = 400 A, I_{cc} = 16 kA/1s (40kA pico)**. Conteniendo en su interior debidamente montado y conexiónados los siguientes aparatos y materiales:

- 1 interruptor-seccionador tripolar de corte en carga, con posiciones CONEXION-SECCIONAMIENTO-PUESTA A TIERRA, marca ORMAZABAL.
- Mecanismo de maniobra manual
- Manómetro sin contactos
- Tres captosres capacitivos de presencia de tensión
- Embarrado preparado para la corriente asignada de la celda
- Pletina de cobre para puesta a tierra de la instalación
- Accesorios y pequeño material

Celdas de protección por interruptor automático

Celda modular de protección con interruptor automático, tipo **cgmcosmos-v** de Ormazabal, de aislamiento íntegro en SF₆, de 480 mm. de ancho por 1.740mm. de alto por 850 mm. de fondo. De características eléctricas **V_n = 24 kV, I_n = 400 A, I_{cc} = 16 kA / 1s (40kA pico)**. Conteniendo en su interior debidamente montado y conexiónados los siguientes aparatos y materiales:

- 1 interruptor-seccionador tripolar de corte en carga, con posiciones CONEXION-SECCIONAMIENTO-PUESTA A TIERRA, marca ORMAZABAL. Con mecanismo de maniobra manual.
- 1 interruptor automático tripolar de corte en vacío, marca ORMAZABAL, con bobina de disparo y contactos auxiliares. Con mecanismo de maniobra manual.
- 1 Relé de protección modelo **ekor.RPG** de características principales:
 - o Autoalimentado / Alimentación 230Vac
 - o 50 / 51
 - o 50N / 51N
- 3 transformadores de intensidad toroidales para protección de fases y homopolar (incorporados en los pasatapas).
- Enclavamiento con cerradura enclavada con el seccionador de puesta a tierra en cerrado (se suministra cerradura montada en celda y dos llaves sueltas).
- Manómetro sin contactos
- 3 captosres capacitivos de presencia de tensión
- Embarrado preparado para la corriente asignada de la celda.
- Pletina de cobre para puesta a tierra de la instalación.
- Accesorios y pequeño material.

13.3 Celda de transformador de potencia

En el lateral de la caseta prefabricada se instalará el transformador de potencia. Irá protegido por malla de alambre de 4 mm de diámetro, en retícula de 20x20mm.

El transformador será trifásico con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable en vacío. Los transformadores serán TIER2. Sus características se ajustarán a la norma IEC 60076-1:2011 y RE n.548/2014 (Ecodiseño)

Ambos centros de transformación irán equipados con un transformador de potencia cada uno, la potencia de este trafo será respectivamente, de 2500 y 2000 kVA. La refrigeración es natural mediante éster biodegradable.

La tensión del primario será 15 kV, y la secundaria 800 v en vacío con posibilidad de regulación de tensión.

Sus características principales serán:

Potencia nominal	2.500 kVA / 2.000 kVA	
Tensión primario	15 kV	
Tensión secundario	800 v	
Regulación	$\pm 2 \times 2.5\%$	
Conexión	Dy11	
Refrigeración	KNAN (líquido dieléctrico Éster Vegetal)	
Frecuencia	50 Hz	
Tensión CC	6%	
Pérdidas	s/ norma ecodesign	
Nivel de Aislamiento	AT	Um: 24 kV IR: 125 kV CA: 50kV
	BT	Um: 1,1 kV IR: 20 kV CA: 10kV

Tabla 9. Parámetros principales del transformador de potencia

Características del éster vegetal (refrigerante):

- Excelentes propiedades dieléctricas: Presenta un punto de saturación de agua elevado, lo que le permite mantener altos valores de rigidez dieléctrica con un alto contenido en agua.
- Elevada resistencia al fuego: Altos puntos de inflamación (>300 °C) y combustión (>350 °C), muy superiores a los de los aceites minerales Está catalogado como líquido clase K (Combustión > 300 °C) según la norma IEC 61100. Mejor comportamiento frente al fuego que los transformadores de aceite mineral.
- Elevada biodegradabilidad en suelos y aguas debido a su composición de origen natural.
- No es ecotóxico
- Larga vida útil: Prolonga la vida de los aislamientos celulósicos gracias a su gran capacidad para retener agua.
- Reciclable y reutilizable al final de vida útil en otros productos medioambientalmente favorables (biodiesel)
- Las características eléctricas y las dimensiones del transformador no se ven afectadas

13.4 Conexión con Cuadro Baja Tensión

De los bornes de baja tensión del transformador de potencia partirá un circuito de conexión con el cuadro de baja tensión. Para cada uno de los centros de transformación esta línea tendrá la siguiente composición:

- CT 2500 kVA : RZ1K (AS) 0,6/1KV de aluminio y sección 3(10x240 mm²).
- CT 2000 kVA : RZ1K (AS) 0,6/1KV de aluminio y sección 3(7x240 mm²).

Las terminaciones del cable se realizarán con terminales bimetálicos tipo TBI-M12/240 s/ Norma NI 58.20.71

Los conductores irán instalados en el interior de una bandeja metálica Rejiband que llegará al cuadro de protección de baja tensión "CBTA" emplazado delante de la celda del transformador.

13.5 Aparata de Baja Tensión

Asociado al transformador, cada centro de transformación irá equipado con un cuadro de distribución en baja tensión, dotado de un interruptor tripolar de 2.000 A, 800 V, equipado con:

- CT 2500 kVA : 7 salidas, que conectará con los inversores ubicados en las estructuras de los seguidores, distribuidos por la instalación fotovoltaica. Estas líneas se protegerán por bases fusibles de 400 A con c/c APR de 250A.
- CT 2000 kVA : 6 salidas, que conectará con los inversores ubicados en las estructuras de los seguidores, distribuidos por la instalación fotovoltaica. Estas líneas se protegerán por bases fusibles de 400 A con c/c APR de 250A.

Para cada uno de los dos centros de transformación se instalará un transformador de servicios auxiliares, por lo que en cada centro de transformación se implementará una salida para alimentar el cuadro de servicios auxiliares. Esta línea de salida del CBT alimentará un transformador 800/400-230 v que dará alimentación al cuadro de servicios auxiliares.

13.6 Puesta a tierra del CT

13.6.1 Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en los Centros de 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

13.6.2 Tierra de servicio

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador de servicios auxiliares.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω .

La conexión hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo

13.7 Limitación de campos magnéticos

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación del fabricante especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior de los centros de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100 μ T para el público en general
- Inferior a 500 μ T para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En cualquier caso, Conforme a las normas particulares de E-distribución, y más concretamente conforme al Proyecto Tipo FYZ30000 "Centro de Transformación Interior Prefabricado de Superficie", en su epígrafe 15 expone "...De este modo, si el proyecto real de CT se realiza conforme a la disposición y configuración de este PT, los cálculos de campos magnéticos para la instalación real se pueden considerar idénticos a los del proyecto tipo, no siendo necesario incluir cálculos específicos adicionales".

En este sentido, los dos centros de transformación objeto de este proyecto, a pesar de ser de titularidad privada, se realizan conforme a la disposición y configuración de un centro de transformación dotado de un transformador tal y como expone el citado documento FYZ30000, por lo que puede considerarse que los resultados expresados en dicho documento en lo relativo a la limitación de campos magnéticos, son válidos para este centro de seccionamiento, por lo que quedaría justificada la limitación de los campos magnéticos creados por la circulación de corriente e 50 Hz en los diferentes elementos de la instalación.

13.8 Instalaciones Auxiliares

13.8.1 Alimentación de Servicios Auxiliares

La alimentación de los servicios auxiliares de los centros de transformación, como ya se ha comentado, se realizará mediante un transformador 800/400-230 v que dará alimentación a un cuadro de servicios auxiliares.

13.8.2 Alumbrado

En el interior de los centros de transformación se instalará una pantalla lineal led de 55W, capaz de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo; esta luminaria quedará colocadas sobre soportes rígidos, y dispuesta de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación; además se deberá poder efectuar la sustitución de la lámpara sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se instalará también un punto de luz de alumbrado de emergencia de carácter autónomo, formado por equipos automáticos led de 300 Lm, el cual señalará el acceso del peatonal al centro de transformación.

13.8.3 Protección contra incendios

Conforme al apartado 5.1, epígrafe b.2 de la ITC-RAT 14 del RC 337/2014, *“Si los transformadores o equipos utilizan un dieléctrico de punto de combustión igual o superior a 300°C podrán omitirse las anteriores disposiciones, pero deberán instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos”*

Es decir, en este caso no será obligatorio un sistema fijo de extinción, pudiendo ser instalado un sistema mediante extintores móviles basado como mínimo en un extintor de eficacia mínima 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

13.9 Instalaciones secundarias

Armario de primeros auxilios. Cada Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

Medidas de seguridad.

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- 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.

2- 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 de los centros de Transformación.

3- Las bornas 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.

4- 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.

13.10 Planificación

Los centros de transformación son centros prefabricados, lo cual comporta la ventaja que viene totalmente equipado de fábrica, por lo que su ejecución se ve muy simplificada. Las Tareas a realizar serán las siguientes:

- Excavación de foso donde se alberga el prefabricado
- Tendido de red de tierras de protección y servicio
- Ubicación del módulo prefabricado
- Conexión de tierras y conductores de medida tensión

En el cronograma asociado a este proyecto se muestran las tareas relativas a las instalaciones en media tensión que se citan.

14 Centro de Seccionamiento Protección y Medida

El Centro de Seccionamiento, Protección y Medida, de propiedad privada, irá ubicado en las inmediaciones del último apoyo de la línea eléctrica aérea proyectada, más concretamente, en la zona suroeste del vallado de la planta fotovoltaica. Este Centro tendrá incorporado las funciones de Protección y Medida de la Planta fotovoltaica.

El centro se compone de una celda de línea para la salida de la línea de evacuación que conectará con la Subestación Villamartín, una celda de interruptor automático con todas las protecciones propias del generador, una celda de medida y dos celdas de línea para salida hacia cada centro de transformación interior de la planta fotovoltaica. A su vez contará con otra celda de protección por fusibles equipada con un transformador de tensión que alimentará los servicios auxiliares del propio centro.

14.1 Datos de partida

Tensión de suministro:	15 kV
Potencia de cortocircuito:	97 MVA
Líneas de alta tensión:	Se preverán para nivel de aislamiento de 24 kV
Centro:	Se preverán para nivel de aislamiento de 24 kV

14.2 Obra civil

El edificio que contiene este centro de seccionamiento, protección y medida será prefabricado de hormigón modelo PFU-4/ST del fabricante Ormazábal, con unas dimensiones exteriores de 4460x2380 mm.

El edificio monobloque es conforme a la norma EHE-08 y envolvente bajo normativo IEC 62271-202:2006. La envolvente completa garantiza un grado de protección frente a la penetración de cuerpos extraños IP23D y un grado de protección mecánica IK10.

Esta envolvente se realiza con hormigón armado vibrado tipo HA-45/P/12/IIa, conformando las cuatro pareces y soporte para suelo técnico moldeados en la misma pieza y con continuidad de armaduras. La cubierta será monobloque, con machihembrado perimetral para su colocación sobre las paredes de la envolvente de forma que se evita la entrada de agua sin necesidad de sellado, contando con un vuelo perimetral de 60 mm.

El suelo técnico, de hormigón con huecos de paso de cables y tapas para acceso al falso suelo de altura 430 mm. Las entradas de cables a la envolvente bajo la línea de enterramiento y el falso suelo, con pre-rotos de 110 y 150 mm de diámetro.

El tipo de acero empleado en armaduras es B-500-S / B-500-SD según norma UNE-EN 10080.

El cemento es de tipo CEM-I 52,5R, según norma UNE-En 197-1, con árido grueso 4/12 y árido fino 0/4 según norma UNE EN12620, con aditivo según norma UNE-EN 934-2, y agua según norma EHE-08.

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantiza 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 óhmios (RU 1303A). Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

14.3 Instalación eléctrica

Las celdas a instalar en el CSPM serán de la serie CGMCOSMOS de Ormazábal, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE- EN 60298.

Las características generales de las celdas son:

- Tensión asignada: 24 KV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 KV. ef.
 - a impulso tipo rayo: 125 KV. cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400A.
- Intensidad asignada en interruptor automático. 400 A.
- Intensidad asignada en ruptofusible. 200 A.
- Intensidad nominal admisible de corta duración 1 s: 16 KA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 KA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente s/ UNE 20324: IP307
- Puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 60298, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- Embarrado: 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 cálculo

Características descriptivas de las celdas:

Celda CGMCOSMOS V de interruptor automático con mecanismo de maniobra AMV con aislamiento y corte en SF₆ (MOTOR) y EKOR RPA

1 celda de Media Tensión modular de interruptor automático con las siguientes características particulares

Valores Eléctricos

- Tensión asignada Ur: 24 kV
- Intensidad asignada: 400A
- Intensidad de corta duración Ik: 16 kA eficaz - 40 kA cresta 1 s

Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado - seccionador / interruptor automático, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Seccionador - Seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102.

Interruptor automático trifásico de corte en vacío según norma IEC 62271-100, secuencia nominal CO - 15 s - CO. Endurancia eléctrica a intensidad asignada de 2000 maniobras y 30 CC (50% DC).

Mecanismo de maniobra de seccionador operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurancia para el seccionador de 2000 maniobras, según norma IEC 62271-102. Intercambiable en obra en cualquier posición sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del seccionador con el mecanismo retirado condenable por candado.

Mecanismo de maniobra de interruptor automático accionado por resortes operado mediante botonera frontal, motorizado a 48Vcc tipo AMV con bobinas de apertura y cierre. Endurancia M1, 2000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 62271-100.

Unidad de protección integrada en la celda ekorRPA-220, marca ORMAZABAL, con display digital para tarado / consulta local y comunicable según descripción adjunta.

Indicación de posición segura (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas apantallados 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Seguridad

1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 619582

Dimensiones y Peso

- Ancho:480 mm
- Alto:1740 mm
- Fondo:.....845 mm
- Peso:240 kg

Unidad de protección ekorRPA-220 (modelo capacitivo)

La unidad multifunción avanzada de protección, medida y control ekor.rpa 220 dispone de las siguientes características:

Funciones de Protección:

- Sobreintensidad de fases temporizada (51) x2
- Sobreintensidad de fases instantánea (50)
- Sobreintensidad fase-tierra temporizada (51N) x2
- Sobreintensidad fase-tierra instantánea (50N)
- Sobreintensidad de neutro sensible (50Ns/51Ns)
- Sobreintensidad de neutro sensible adicional (51G)
- Sobreintensidad direccional de fases (67)
- Sobreintensidad direccional de neutro (67N)
- Sobreintensidad direccional de neutro sensible (67Ns)
- Secuencia inversa (46)
- Fase abierta (46BC)
- Sobrecarga térmica (49)
- Mínima tensión de fases (27)
- Máxima tensión de fases (59)
- Máxima tensión de neutro (59N)
- Mínima frecuencia (81m)
- Máxima frecuencia (81M)

Generales:

- Alimentación universal 24÷125Vdc - 230Vac ($\pm 20\%$)
- 2 tablas de ajuste
- 5 entradas analógicas de intensidad + I_o calculada
- 5 entradas analógicas de tensión + V_o calculada
- Tipo de curvas de temporización IEC / ANSI
- Modelos disponibles: capacitivo, resistivo e inductivo

Funciones de Control y Supervisión:

- Función de reenganche (79)
- Supervisión de circuitos de apertura/cierre (74TC/CC)
- Fallo interruptor (50BF)
- Bloqueo maestro (86)
- Bloqueo de 2º armónico
- Control de posición (52 - 89 - 89T)
- 10 entradas digitales ED's y 4 Salidas digitales SD's
- Módulo de ampliación eKorDIDO 10/4.
- 8 leds indicación y 2 leds configurables
- Display de consulta local
- Registro de eventos (4000)
- Informe de faltas (10)
- Oscilografía (10)
- Automatismos y lógicas configurables por OMZ

Funciones de Medida:

- Medida de intensidad de fases, neutro y neutro sensible
- Medida de tensión de fases y neutro
- Medida de potencia activa, reactiva y aparente
- Medida de energía activa y reactiva
- Factor de potencia
- Medida de THD de corriente y tensión

Configuración y Comunicaciones:

- Configuración y ajuste mediante Servidor Web
- Protocolos de comunicaciones serie e IP()
- 6 puertos de comunicaciones:
 - o Puertos frontales: 1xminiUSB y 1xRJ45 servidor web acceso local
 - o Puertos traseros:
 - o 2 x RS 485 Modbus RTU o Procome
 - o 1 x RS 485 Bus temperatura
 - o 1 x ETH Modbus-TCP - servidor web acceso remoto

Sensores de Intensidad:

En el compartimento de cables de la celda de interruptor automático, se instalan tres (3) transformadores de intensidad tipo toroidal con propósito de protección asociados a los dispositivos de protección de la serie ekor. Estos toroidales, de relación 300/1A, 0.2 VA y clase de precisión 5P20, se ubican alrededor de los pasatapas de la propia celda

Sensores de Tensión:

Con objeto de realizar la medida de tensión, se conectarán 3 sensores de tensión capacitivos, los cuales se instalarán en el pasatapas lateral de la celda de interruptor automático, ubicados en el interior de la celda de remonte de cables adyacente (o en el pasatapas de la celda de línea).

Resulta un sensor de tensión de tipo divisor capacitivo para celdas de aislamiento en gas, de funcionamiento autónomo y pasivo (sin alimentación auxiliar externa), con salida analógica de baja tensión y baja potencia aplicable directamente a los sistemas de medida sin acondicionamiento previo, para ser instalado en sistemas de Automatización y Supervisión de Media Tensión en redes de tensiones de hasta 36 kV

Celda CGMCOSMOS M de medida en barras

1 celda de Media Tensión modular de medida con las siguientes características particulares:

Valores Eléctricos

- Tensión asignada Ur: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A

Construcción

Envoltorio metálica destinada alojar los transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.



Dimensiones y Peso

Ancho:800 mm
Alto:1750 mm
Fondo:1025 mm
Peso165 kg

Elementos Incluidos

- Interconexión de potencia con celdas contiguas mediante barras.
- 3 transformadores de tensión, aislamiento 24 kV + Verificación en origen.
- 3 transformadores de intensidad, aislamiento 24 kV + verificación en origen

Celda CGMCOSMOS L con aislamiento y corte en SF₆ (MANUAL)

1 celda de Media Tensión modular de entrada / salida de cables con las siguientes características particulares

Valores Eléctricos

- Tensión asignada Ur: 4 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración Ik: 16 kA eficaz – 40 kA cresta 1 s

Construcción

Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.

Interruptor trifásico categoría E3 según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF₆ de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento.

Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado.

Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).

3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables

Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

Seguridad

1 indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión ekorVPIS de Ormazabal de acuerdo a norma IEC 61958.

1 alarma sonora autoalimentada de prevención de puesta a tierra ekorSAS de Ormazabal que se activa cuando habiendo tensión eléctrica en la acometida de Media Tensión, se introduce la palanca en el acceso al eje de accionamiento del seccionador de puesta a tierra. Rango de funcionamiento de acuerdo a IEC 61958.

Dimensiones y Peso

Ancho:365 mm
Alto:1740 mm
Fondo:735 mm
Peso100 kg

14.4 Instalaciones Auxiliares

14.4.1 Alimentación de Servicios Auxiliares

La alimentación para los sistemas auxiliares se realizará mediante la instalación en el propio centro de una celda modular de protección con fusibles para protección de transformadores de tensión.

Esta celda irá equipada con interruptor/Seccionador/seccionador de PaT e irá dotada con un transformador de tensión enchufable monofásico para la alimentación de los SSAA de 650 VA.

14.4.2 Alumbrado

En el interior del centro se instalará una pantalla lineal led de 55W, capaz de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo; esta luminaria quedará colocadas sobre soportes rígidos, y dispuesta de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación; además se deberá poder efectuar la sustitución de la lámpara sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se instalará también un punto de luz de alumbrado de emergencia de carácter autónomo, formado por equipos automáticos led de 300 Lm, el cual señalará el acceso del peatonal al centro de transformación.

14.4.3 Protección contra incendios

De acuerdo con la Instrucción MIE.RAT-14, se dispondrá como mínimo un extintor de eficacia equivalente a 89B.

14.5 Planificación

El centro de seccionamiento, protección y medida es un centro prefabricado, lo cual comporta la ventaja que viene totalmente equipado de fábrica, por lo que su ejecución se ve muy simplificada. Las Tareas a realizar serán las siguientes:

- Excavación de foso donde se alberga el prefabricado
- Tendido de red de tierras de protección y servicio
- Ubicación del módulo prefabricado
- Conexión de tierras y conductores de medida tensión

En el cronograma asociado a este proyecto se muestran las tareas relativas a las instalaciones en media tensión que se citan.

15 Línea de evacuación mixta, aéreo-subterránea.

Las infraestructuras de evacuación, tal y como se han descrito en los antecedentes del proyecto, servirán para la evacuación de la energía de esta planta fotovoltaica.

La línea será un simple circuito, que será utilizado para evacuar la energía generada por la planta fotovoltaica objeto de este expediente.

La solución técnica al conjunto conlleva la previsión de una línea mixta en media tensión, que será simple circuito.

La línea tendrá los siguientes tramos:

- Tramo 1. Tramo en canalización subterránea, enterrado bajo tubo, simple circuito, de longitud aproximada 31 metros, con origen en el Centro de Seccionamiento, Protección y Medida ubicado en la planta fotovoltaica y destino en el último apoyo de la línea aérea en media tensión.
- Tramo 2. Tramo aéreo, simple circuito, con LA 110 y una longitud de 1.196 metros en proyección horizontal.
- Tramo 3. Tramo en canalización subterránea, enterrado bajo tubo, simple circuito, de longitud aproximada 2.903 metros con origen en el primer apoyo de la línea aérea y destino en la subestación Villamartín, propiedad de E-Distribución.

En los siguientes párrafos se describen cada uno de los tramos asociados a esta infraestructura.

15.1 Análisis de soluciones

Para la definición de la traza definitiva se han valorado varias alternativas, que se han presentado a los organismos afectados.

En una primera alternativa, se planteó la traza de tal manera que discurriera en la zona oeste del término municipal, en canalización subterránea, antes de ocupar la zona afectada por el Paraje Natural Cola del Embalse de Bornos. A su llegada al río Guadalete, se planteaba un tramo aéreo hasta la llegada a la planta FV. Tras comentar con los organismos implicados esta propuesta, se vio que la traza aérea afectaba a una zona de interés paisajístico, al noroeste del núcleo de población, y que era bastante complicado la canalización subterránea en ese punto del río, por tanto, se buscaron otras alternativas.

Tras conversaciones con el Ayuntamiento se llegó a una traza razonable y compatible con las diferentes zonas de afección. A la salida de la subestación Villamartín, se discurre, en canalización subterránea, por calles municipales en su mayoría hasta llegar a las inmediaciones del río Guadalete. Se ha buscado un punto de cruce favorable, en concreto, existe un puente, con tráfico rodado, que cruza el río, y sobre el que es viable realizar una canalización bajo tubo, grapada al propio puente, con arquetas a ambos lados de este cruzamiento. Una vez que dejamos este cruzamiento, se sigue en canalización subterránea hasta salir de la zona de afección por interés paisajístico. Desde dicho punto, ubicado al norte del núcleo urbano, se discurrirá en aéreo hasta la ubicación propia de la instalación fotovoltaica.

Para el dimensionamiento y diseño de esta línea aérea se han tenido en cuenta las diferentes zonas que han ido apareciendo en su recorrido. En este sentido se ha intentado minimizar la afección a zonas con algún tipo de connotación sectorial. A su vez, a efectos de propietarios afectados, se ha intentado minimizar la afección a parcelas de cultivos, procurando ubicar los apoyos con la mínima incidencia en la labor habitual de cada parcela.

Estas consideraciones mencionadas, se han conjugado con la viabilidad técnica y económica que exige este tipo de instalaciones.

16 Línea de evacuación mixta, aéreo-subterránea. Tramo Aéreo

16.1 Datos de partida

Tensión máxima de servicio:	15 kV
Potencia a Transportar:	3,341 MVA
Tipo de trabajo:	Línea nueva
Tipo de instalación:	Tramo aéreo
Tipo de conductor:	LA-110
Tipo de montaje:	Tresbolillo
Tipo de línea:	Simple Circuito

Ayuntamientos afectados: Ayuntamiento de Villamartín

16.2 Trazado

Por tanto, se ha evaluado un trazado que ha ido sufriendo algunas modificaciones para evitar precisamente las afecciones sectoriales y otras afecciones graves a propietarios. De tal manera se establece la siguiente traza que se describe en los siguientes párrafos.

Inicio de la línea. Apoyo nº 1. Coordenadas: 263.318,22, 4.084.416,75			
Alineación	apoyos inicio - fin	Longitud (m)	Ángulo con la anterior (Grados sexagesimales)
Primera alineación	1 - 8	1196,32	0
Final de la línea. Apoyo 8. Coordenadas: 264.045,53, 4.085.366,5			

Tabla 10. Parámetros de la traza de la LAMT

El listado de coordenadas de los apoyos se muestra en la siguiente tabla:

Apoyo nº	Coordenada X UTM	Coordenada Y UTM
1	263.318,22	4.084.416,75
2	263.436,78	4.084.571,57
3	263.562,63	4.084.735,91
4	263.683,02	4.084.893,11
5	263.771,17	4.085.008,24
6	263.862,37	4.085.127,33
7	263.953,57	4.085.246,42
8	264.045,53	4.085.366,50

Tabla 11. Coordenadas de los apoyos de la LAMT

16.3 Cruzamientos y paralelismos

A lo largo del trazado de la línea se producen los siguientes cruzamientos o paralelismos que afectan a diferentes organismos:

Vano entre apoyos n°	Cruzamiento/Paralelismo	Organismo Afectado
7-8	Cruzamiento con Carretera o camino asfaltado	Ayuntamiento de Villamartín
7-8	Cruzamiento con Vía Pecuaria	Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul

Tabla 12. Cruzamientos y paralelismos de la LAMT

16.4 Características de la línea

- Longitud de la línea: 1196,2 m
- Cota mínima del terreno: 121,2 m
- Cota máxima del terreno: 159,7 m
- Zona/s: A
- Nº de apoyos: 8
- Apoyo con menor cota: 124,9 m
- Apoyo con mayor cota: 159,7 m
- Superficie total ocupación apoyos: 9,91 m²
- Nº de vanos: 7
- Nº de vanos de regulación: 2
- Nº de alineaciones: 1
- Nº de derivaciones afectadas: 0
- Separación de conductores mínima de cálculo: 1,12 m
- Separación de conductores máxima de cálculo: 1,56 m

16.5 Características del conductor de fase

Como ya se ha comentado, esta línea aérea está formada por un doble circuito.

Conductor LA-110 (116,20 mm²):

- Designación: LA-110
- Sección (mm²): 116,20
- Diámetro (mm): 14,000
- Carga de rotura (daN): 4405
- Peso (daN/m): 0,432
- Módulo de elasticidad (daN/mm²): 8200
- Coeficiente de dilatación (°C-1): 0,00001778
- Resistencia kilométrica (Ohm/km): 0,306
- Composición: 30+7

16.6 Características de aislamiento

16.6.1 Descripción

Todos los apoyos llevarán cadenas de aisladores vidrio, según queda definido en este proyecto.

16.6.2 Tipos de cadenas

Los tipos de cadena de aislamiento son, de alineación para los apoyos en línea o cadenas verticales y de amarre o cadenas horizontales para los apoyos de anclaje, ángulo o principio y fin de línea.

16.6.2.1 Cadenas de suspensión

Las características y especificaciones son en función del tipo de cadena:

Tipo de cadena: Cadena de vidrio y suspensión simple y protección avifauna para conductor LA-110 y 15 kV

- Código de la cadena: LA110-15kV-SUS-SIM-VID
- N° de elementos: 6 Uds
- Tipo de elementos: U70BS
- Longitud: 918,000 mm
- Peso: 21,344 daN
- Línea de fuga: 1920,000 mm
- Carga de destrucción electromecánica: 5000,000 daN

16.6.2.2 Cadenas de suspensión de cruce

Este tipo de cadena solo se usará en apoyos de alineación-suspensión con seguridad reforzada por cruzamiento de accidentes que así lo precisen, como: carreteras, ríos, ramblas, ferrocarril, casas, naves, invernaderos, etc.

- No existen cadenas de este tipo

16.6.2.3 Cadenas de anclaje-amarre

Tipo de cadena: Cadena de vidrio y anclaje simple y protección avifauna para conductor LA-110 y 15 kV de

- Código de la cadena: LA110-15kV-ANC-SIM-VID
- Nº de elementos: 6 Uds
- Tipo de elementos: U70BS
- Longitud: 1113,000 mm
- Peso: 21,785 daN
- Línea de fuga: 1920,000 mm
- Carga de destrucción electromecánica: 5000,000 daN

16.6.2.4 Cadenas de anclaje-amarre de cruce

- No existen cadenas de este tipo

16.7 Características de los apoyos

Todos los apoyos serán metálicos y galvanizados en caliente, resueltos con fuste en barras atornilladas o electro-soldadas y cabeza en cuerpo único soldado o atornillado, según el catálogo Andel S.A. bajo especificación Endesa. Dispuestos para llevar cadenas de aisladores de suspensión en los apoyos de suspensión y cadenas de amarre o anclaje en los ángulos y alineaciones (amarres y anclajes), y fin de línea.

Los apoyos están formados por:

- **CABEZA-ARMADO:** Prismática de sección cuadrada en un cuerpo único atornillado, de celosía simple o doble, las crucetas estarán realizadas en celosía, formando de esta forma un conjunto.
- **FUSTE:** Tronco piramidal de sección cuadrada, formado por distintos tramos según la altura a conseguir, cada uno se compone de cuatro montantes unidos por celosía sencilla o doble atornillada en cuerpos.

Las crucetas podrán ir en varios tipos de montaje, pero con una separación mínima de 3 m, para que permita cumplir con las distancias mínimas de seguridad establecidas en la ley de protección de avifauna, en cuanto a medidas de anti electrocución.

Las funciones, esfuerzos, alturas, tipo de montaje, separación entre crucetas y número de apoyos quedan definidos en el capítulo de cálculos.

Todos los apoyos irán empotrados en el terreno, mediante macizos de hormigón únicos o fraccionados, calculados para que las condiciones más desfavorables cumplan con los coeficientes de seguridad exigidos en la vigente reglamentación.

16.7.1 Cimentaciones

La cimentación de los apoyos descritos en este proyecto, han sido calculados siguiendo el método Sulzberger, adoptándose los parámetros que figuran en el cuadro incluido en el anexo de cálculos y resultados de cálculo a tal efecto.

Por el contrario, los apoyos con macizos de cimentación fraccionados han sido calculados arreglo al método de talud natural. Los parámetros de cálculo figuran en el cuadro incluido en el anexo de cálculos y resultados de cálculo a tal efecto.

16.7.2 Tierras

Todas las estructuras metálicas de los apoyos, irán unidas directamente a tierra mediante conductores de 50 mm² de cobre y picas de 14 mm de diámetro con 2 m de longitud.

La puesta a tierra se realiza de acuerdo al punto 7 de la ITC-LAT 07, de forma que se asegure la difusión de la corriente de puesta a tierra mediante los electrodos escogidos.

Asimismo, en los apoyos emplazados en zonas de pública concurrencia, tendrán la consideración de apoyos frecuentados, las tomas de tierra se dispondrán en anillo cerrado con picas y enterrado alrededor del empotramiento del apoyo, a un metro de distancia de las aristas del macizo de la cimentación.

De esta forma también será ejecutada la instalación de toma de tierra en anillo en aquellos apoyos que soporten elementos de maniobra de cualquier tipo.

Para los apoyos cuyo emplazamiento no sea en zonas de pública concurrencia tendrán la consideración de apoyos no frecuentados, reservando para ellos una puesta a tierra mediante una pica de cobre de 14 mm de diámetro.

El proceso de cálculo de la puesta a tierra está expuesto en el anexo y resultados de cálculo.

16.8 Distancias de seguridad

16.8.1 Distancia de los conductores al terreno

La distancia de los conductores al terreno, según el punto 5.5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento los apoyos deben tener una altura suficiente para que los conductores cuando se produzca su flecha máxima vertical, queden siempre por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegable, con un mínimo de 6 metros.

16.8.2 Distancia entre conductores

Viene definida por la longitud del vano, y su flecha máxima vertical, para cada caso se define, la separación de crucetas más adecuada, con un mínimo establecido para el cumplimiento de las distancias establecidas en la ley de avifauna.

El Reglamento de líneas en su punto 5.4 de la ITC-LAT 07, obliga a que los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, la distancia tiene que ser suficiente para que no exista riesgo de cortocircuito entre fases ni a tierra. Teniendo siempre presentes los efectos de oscilación de los conductores debidos a la acción del viento y al desprendimiento de la nieve que se pueda acumular en la superficie de estos.

16.9 Avifauna

Para definición de la línea aérea objeto del proyecto, se han tenido en cuenta las medidas anti electrocución y anticolidión de protección de la avifauna, según la actual reglamentación.

16.10 Planificación

Las principales fases dentro de la ejecución de la obra serán:

Replanteo: Se determinarán topográficamente los puntos del terreno donde se situarán los apoyos, previamente a la instalación de éstos.

Excavación: Una vez determinados los puntos del terreno donde ubicaremos los apoyos, se procederá a ejecutar las excavaciones para las cimentaciones mediante medios mecánicos, ajustando éstas lo máximo posible a las dimensiones especificadas en el proyecto.

Hormigón de Limpieza: En el fondo de cada excavación se depositará una capa de hormigón de limpieza de unos 20-25cm de espesor, capa sobre la que se situará el apoyo. De esta forma, la profundidad total de la cimentación será del orden de 20-25 cm superior al empotramiento del apoyo, tomando como base el nivel del terreno.

Colocación y nivelación del apoyo: La siguiente operación consistirá en la colocación y nivelación del apoyo, de tal forma que quede perfectamente vertical. En el caso de postes metálicos formados por varios tramos se utilizará el anclaje o primer tramo, procediéndose posteriormente al armado total de apoyo, una vez ejecutado el hormigonado y asegurada la consolidación del cimientto.

Hormigonado: Se rellenará el hueco de la excavación con hormigón en masa, constituyéndose así la cimentación del apoyo. Cada cimentación sobresaldrá al menos 20cm por encima del nivel del terreno, para proteger la base del poste. En el cimientto debe quedar embebido un tubo para alojar el conductor de tierra, que nunca debe discurrir por encima de aquél.

Armado de apoyos: En los apoyos metálicos se efectuará, en su caso, el armado de éstos. Esta operación se efectuará con ayuda de una pluma situada en un camión. Se incluye en esta fase la colocación de las crucetas.

Colocación de cadenas de aisladores en los apoyos: El tendido de los conductores se realizará colocando las cadenas de aisladores sobre las crucetas, colgando de las mismas unas poleas especiales sobre las que se hará pasar el conductor.

Tendido de conductores: Para el tendido de conductores se utilizarán las tablas de tendido, las cuales proporcionan los valores de las componentes horizontales de las tensiones y de las flechas a diversas temperaturas. El tendido se realizará con medios mecánicos, fundamentalmente mediante el uso de máquina-freno, donde se coloca la bobina, pudiendo regularse la resistencia al giro de la misma, lo que permite una graduación de la tensión en el conductor durante la operación, y una máquina tractora que es la que ejerce la tracción sobre los conductores.

Regulación del conductor hasta la tensión correcta, con medición de la flecha: Esta regulación de la tensión hasta el valor definitivo debe hacerse para cada tramo comprendido entre apoyos con grapas de amarre. La regulación correcta de la tensión se hará por medición de la flecha. Para ello, se elegirán dos vanos, uno en el que se hará la medición en el momento de la regulación y otro de comprobación.

En el cronograma asociado a este proyecto se muestran las tareas relativas a las instalaciones en media tensión que se citan

17 Línea de evacuación mixta, aéreo-subterránea. Tramo subterráneo

Tal y como se ha comentado en párrafos anteriores, existen varios tramos subterráneos de red de media tensión:

- Tramo 1. Tramo en canalización subterránea, enterrado bajo tubo, simple circuito, de longitud aproximada 31 metros, con origen en el Centro de Seccionamiento, Protección y Medida ubicado en la planta fotovoltaica y destino en el último apoyo de la línea aérea en media tensión.
- Tramo 3. Tramo en canalización subterránea, enterrado bajo tubo, simple circuito, de longitud aproximada 2.903 metros con origen en el primer apoyo de la línea aérea y destino en la subestación Villamartín, propiedad de E-Distribución.

17.1 Cables

Se ajustará a lo indicado en la norma UNE HD 620 y a la ITC 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Conductor: Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE-EN 60228. En el caso del cable con aislamiento XLPE, éste estará obturado mediante hilaturas hidrófugas.

Pantalla sobre el conductor: Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión.

Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR) o polietileno reticulado (XLPE).

Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambres y contraespira de cobre.

Obturación: Solo aplicable a cables con aislamiento en XLPE y consistirá en una cinta obturante colocada helicoidalmente.

Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes. Se consideran dos tipos de cubierta normal DMZ1y cubierta DMZ2, no propagadora del incendio tipo (AS).

En concreto se instalará un cable de las siguientes características:

Tipo	Tensión nominal (kV)	Sección (mm ²)	Sección pantalla (mm ²)	Resistencia max. A 90 °C Ω/km	Reactancia por fase al tresbolillo Ω/km	Capacidad μF/km
RH5Z1	12/20	240	16	0,262	0,111	0,294

Tabla 13. Parámetros de los cables de la LSMT

Temperatura máxima en servicio permanente: 90°C

Temperatura máxima en cortocircuito (t<5s): 250 °C

Este tipo de cable tendrá las siguientes características:

Los empalmes y conexiones de los cables subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea.

17.2 Canalizaciones

Los cables irán en canalización enterrada bajo tubo.

Esta canalización estará constituida por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán

arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en los documentos aplicables a cada tipo de cable.

En los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con los correspondientes entibados u otros medios para asegurar su estabilidad cuando proceda, conforme a la documentación de riesgos laborales.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será de 0,7m.

Para este tipo de líneas, de 15 kV y sección 240 mm², el diámetro mínimo de los tubos será de 200mm, y se dispondrá uno de reserva.

17.3 Cruzamientos y paralelismos.

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06, las correspondientes Especificaciones Particulares de EDE aprobadas por la Administración y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.

Es de destacar varios cruzamientos detectados:

17.3.1 Cruzamiento con Cauces grapados a puente

A lo largo del recorrido de la línea subterránea en media tensión se producen dos cruzamientos por cauces:

- Arroyo de las Tenerías
- Rio Guadalete

Ambos cauces son actualmente cruzados por sendos puentes para posibilitar el tránsito rodado.

Para el cruzamiento de la canalización subterránea, en dichos puntos se va a proceder al grapado de un tubo metálico no ferromagnético, como el acero galvanizado, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.

A ambos lados del cauce se ejecutará una arqueta de registro.

17.3.2 Cruzamiento con Carretera asfaltada

A lo largo del recorrido de la línea subterránea se produce un cruzamiento con la carretera CA-7101.

Cuando sea imposible abrir zanjas, se empleará una Perforación Horizontal Dirigida

Dependiendo del sistema usado para la perforación se colocará o bien una tubería metálica o bien una tubería de polietileno de alta densidad. Dentro de esta tubería se colocarán los tubos de polietileno por los que se introducirán los cables. Una vez colocados los tubos, se hormigonará la entrada de la tubería, con un pequeño dado, con el fin de impedir la entrada de humedad en el tubo.

Por cada perforación tipo “topo” se canalizará un circuito. En caso de línea con dos circuitos, se realizarán dos perforaciones subterráneas para canalizar por cada perforación un circuito. Esto se realizará así en general, tanto por facilidad a la hora de la instalación de los tubos de polietileno por su interior, como para que los cables de ambos circuitos puedan ir separados y no suponga la perforación subterránea un punto caliente de la línea, y sobre todo para no tener que ir a perforaciones de diámetros difíciles de encontrar en el mercado

En la Tabla siguiente se resumen las distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades.

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Calles y carreteras	<p>La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie será: ≥ 0,60 m</p> <p>El cruce será perpendicular al vial, siempre que sea posible</p>		Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud.
Ferrocarriles	<p>La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, respecto a la cara inferior de la traviesa, será: ≥ 1,10 m</p> <p>El cruce será perpendicular a la vía, siempre que sea posible. La canalización rebasará la vía férrea en 1,5 m por cada extremo.</p>		Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud
Otros cables de energía eléctrica	<p>Distancia entre cables: ≥ 0,25 m</p> <p>La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m</p>	<p>Distancia entre cables de MT de una misma empresa: ≥ 0,20 m</p> <p>Distancia entre cables de MT y BT o MT de diferentes empresas: ≥ 0,25 m</p>	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Cables de telecomunicación	<p>Distancia entre cables: ≥ 0,20 m</p> <p>La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m</p>	<p>Distancia entre cables: ≥ 0,20 m</p>	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Canalizaciones de agua	<p>Distancia entre cables y canalización: ≥ 0,20 m</p> <p>Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables y canalización: ≥ 0,20 m</p> <p>En arterias importantes esta distancia será de 1 m como mínimo. Se procurará mantener dicha distancia en proyección horizontal y que la canalización del agua quede por debajo del nivel del cable. La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.</p>	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Canalizaciones y acometidas de gas	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria $\geq 0,40$ m Con protección suplementaria $\geq 0,25$ m En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo. La distancia mínima entre los empalmes de cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria AP $\geq 0,40$ m MP y BP $\geq 0,25$ m Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar. AP $\geq 0,25$ m MP y BP $\geq 0,15$ m	
Canalizaciones y acometida interior de gas	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria AP $\geq 0,40$ m MP y BP $\geq 0,20$ m Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo. AP $\geq 0,25$ m MP y BP $\geq 0,10$ m AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria AP $\geq 0,40$ m MP y BP $\geq 0,20$ m Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo. AP $\geq 0,25$ m MP y BP $\geq 0,10$ m AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.	
Conducciones de alcantarillado	Se procurará pasar los cables por encima de las condiciones de alcantarillado		Cuando no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica
Depósitos de carburante	La distancia de los tubos al depósito será $\geq 1,20$ m La canalización rebasará al depósito en 2 metros por cada extremo		Los cables de MT se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia mecánica
Acometidas o conexiones de servicio a un edificio	Distancia entre servicios $\geq 0,30$ m		Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto en BT como en MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta

Tabla 14. Resumen de distancias entre servicios subterráneos para cruces, paralelismos y proximidades

17.4 Paso aéreo subterráneo

Desde el Centro de Seccionamiento, Protección y Medida sale una canalización subterránea hasta su llegada al apoyo nº 8 de la línea aérea. En dicho apoyo se producirá un paso de subterráneo a aéreo.

De la misma manera, desde el apoyo nº 1 de la línea hasta la subestación Villamartín la canalización será subterránea, por lo que será necesario realizar un paso de aéreo a subterráneo en dicho apoyo nº 1.

Para estos pasos aéreo/subterráneo las tres fases del cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irán protegidas con un tubo de acero galvanizado, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas. El interior del tubo será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable averiado.

El tubo de acero galvanizado, se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua, y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno 2,5 m, mínimo. El diámetro del tubo será como mínimo de 1,5 veces el diámetro de la terna de cables.

En nuestro caso, el diámetro aparente de la terna de cables es de 78 cm, por lo que el diámetro del tubo será como mínimo de 117 cm.

Se instalarán sistemas de protección de los cables contra sobretensiones mediante pararrayos de óxidos metálicos. El drenaje de estos se conectará a las pantallas metálicas de los cables, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger

17.5 Empalmes y terminaciones

En los puntos de conexión de los distintos tramos de tendido se utilizarán empalmes y terminaciones adecuados a las características de los conductores a unir.

Tanto los empalmes como las terminaciones no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable conectado debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- La conductividad de los cables empalmados no puede ser inferior a la de un solo conductor sin empalmes de la misma longitud.
- El aislamiento del empalme o terminación ha de ser tan efectivo como el aislamiento propio de los conductores.
- Los empalmes y terminaciones deben estar protegidos para evitar el deterioro mecánico y la entrada de humedad.

- Los empalmes y terminaciones deben resistir los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito, así como el efecto térmico de la corriente, tanto en régimen normal como en caso de sobrecargas y cortocircuitos.

En el caso de que las terminaciones de línea fuesen enchufables, éstas serán apantalladas y de acuerdo con las Normas UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

17.6 Puesta a tierra

Se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de maniobra y protección
- Apoyos
- Pararrayos autoválvulas
- Pantallas metálicas de los cables

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea.

17.7 Limitación de campos magnéticos

Las líneas eléctricas y la mayor parte de los elementos eléctricos denominados "de potencia" (máquinas y aparatos electrodomésticos) funcionan con una frecuencia industrial de 50 Hz. Su baja frecuencia hace que el campo eléctrico y el magnético estén desacoplados, es decir, que no generan una onda o un campo electromagnético sino un campo eléctrico y un campo magnético. Ambos campos actúan por separado y su intensidad decrece muy rápidamente al aumentar la distancia a la fuente que los genera.

Los niveles de campo eléctrico y magnético generados por una línea eléctrica dependen fundamentalmente de la tensión y la intensidad de corriente que transporta, de su configuración (aérea o subterránea) así como de otros factores como el número o disposición geométrica de los conductores, etc. Dado que los campos eléctricos se apantallan muy fácilmente gracias al diseño de los conductores y la presencia de barreras físicas (por ejemplo, el material de relleno los apoyos y el prisma de hormigón en las canalizaciones subterráneas), la investigación sobre sus posibles efectos está fundamentalmente centrada en los campos magnéticos.

En relación con este hecho, la Norma Española UNE 2150011 expresa lo siguiente:

“En el caso de las líneas eléctricas subterráneas de alta tensión el campo eléctrico se encuentra totalmente apantallado por el terreno, además los conductores serán apantallados y conectados a tierra, por lo que el campo eléctrico que se crea es nulo y no debe realizarse ningún tipo de medida.”

En relación al campo magnético, pese a que su valor decrece rápidamente con la distancia, y a las medidas aplicadas en el diseño de las canalizaciones subterráneas y en la disposición de los conductores, se tienen mayores dificultades de apantallamiento. Según

estudios efectuados sobre los campos magnéticos previsiblemente producidos por líneas eléctricas subterráneas a 220 kV, se han estimado valores que varían de 16 a 25 μT a 1,6 m de altura sobre la superficie del terreno en la vertical del eje de la Línea.

A 10 m de la vertical de la Línea el valor es aproximadamente inferior a 1 μT , siendo inferior a mayores distancias.

Estos valores son muy inferiores al límite de 100 μT establecido en la Recomendación del Consejo de la Unión Europea y RD 1066/2001 de 28 de septiembre para el campo magnético, por lo que se considera que las medidas correctoras específicas tomadas en el diseño de la instalación son suficientes para cumplir los niveles recomendados por el citado organismo europeo. Según lo comentado, el impacto por generación de campos eléctricos y magnéticos se considera NO SIGNIFICATIVO.

17.8 Planificación

La canalización subterránea objeto de este proyecto es de mediana longitud, aproximadamente 2900 metros, por lo que su ejecución será realizada en varias semanas. Las tareas a realizar serán las siguientes:

- Adecuación del terreno
- Apertura de zanja
- Realización de arquetas
- Vertido de lecho de arena
- Colocación de tubos
- Vertido de relleno
- Cierre de zanja y adecuación del terreno
- Tendido de conductores
- Conexión de conductores a las celdas y al apoyo

En el cronograma asociado a este proyecto se muestran las tareas relativas a las instalaciones en media tensión que se citan.

17.9 Organismos afectados

- Ayuntamiento de Villamartín.
- Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural.
- E-Distribución
- Consejería de Sostenibilidad, Medio ambiente y Economía azul
- Diputación provincial de Cádiz, servicio de carreteras

18 Planificación y conclusiones

Se prevé la entrada en explotación de esta planta fotovoltaica y sus infraestructuras de evacuación para el cuarto trimestre de 2025.

Los datos expuestos en la presente memoria, entendemos serán suficientes para definir la instalación y poder solicitar la autorización administrativa de construcción, tal y como establecen el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, y la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.



El ingeniero Industrial
Colegiado 1163. COIIAOR
Juan Navarro Navarro





ANEXO DE CÁLCULOS

Índice

1	Separación entre estructuras. Sombras.....	4
2	Cálculo de conductores en Baja Tensión.....	5
2.1	Cableado de Corriente Continua (DC).....	5
2.2	Cableado de Corriente alterna en Baja tensión.....	7
3	Protecciones DC, AC	9
3.1	Protecciones DC.....	9
3.2	Protecciones AC.....	9
4	Cálculo de conductores en Media Tensión.....	10
4.1	Cálculo a intensidad máxima admisible.....	10
4.2	Cálculo a caída de tensión.....	10
4.3	Cálculo a cortocircuito.....	11
5	Centro de Seccionamiento, Protección y Medida	12
5.1	Intensidad de Media Tensión.....	12
5.2	Cortocircuitos.....	12
5.3	Dimensionado del embarrado.....	13
5.4	Dimensionado de la ventilación.....	13
5.5	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	13
6	Centro de transformación 2500 kVA	20
6.1	Intensidad de Media Tensión.....	20
6.2	Intensidad de Baja Tensión.....	20
6.3	Cortocircuitos.....	21
6.4	Dimensionado del embarrado.....	22
6.5	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	22
6.6	Dimensionado de los puentes de MT.....	23
6.7	Dimensionado de los puentes de BT.....	23
6.8	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	23
6.9	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	23
7	Centro de transformación 2000 kVA	32
7.1	Intensidad de Media Tensión.....	32
7.2	Intensidad de Baja Tensión.....	32
7.3	Cortocircuitos.....	33
7.4	Dimensionado del embarrado.....	34
7.5	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	34
7.6	Dimensionado de los puentes de MT.....	35
7.7	Dimensionado de los puentes de BT.....	35
7.8	Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	35
7.9	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	35

8	Puesta a tierra de la instalación Fotovoltaica.....	44
9	Línea mixta. Tramo subterráneo	45
9.1	Cálculo a intensidad máxima admisible	45
9.2	Cálculo a caída de tensión.....	46
9.3	Cálculo a cortocircuito.....	46
10	Línea mixta. Tramo aéreo	47
10.1	Cálculos Eléctricos	47
10.2	Características del Aislamiento	49
10.3	Características del Conductor	50
10.4	Características de los Apoyos	54
10.5	Distancias de Seguridad	98
10.6	Cruzamientos	100
10.7	Cuadros de resultados	101

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Tramos subterráneos de la línea de evacuación</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 2. Tramo aéreo de la línea de evacuación. Resultados de cálculos.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 3. Coeficiente K en función del ángulo de oscilación</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 4. Cruzamientos del tramo aéreo de la línea de evacuación</i>	<i>100</i>

1 Separación entre estructuras. Sombras.

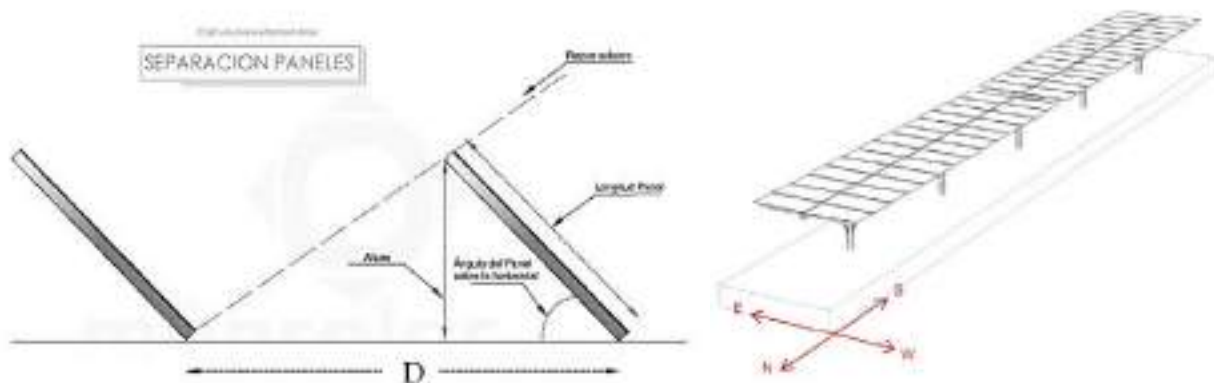
Como ya se ha comentado en la memoria, los módulos fotovoltaicos irán dispuestos sobre estructuras de seguimiento a un eje horizontal ancladas al terreno. Estas estructuras estarán orientadas al sur.

Entre una estructura y la inmediatamente próxima, en dirección este-oeste, es necesario dejar una separación de tal manera que minimicemos las sombras que unas provocan en las otras.

La separación entre las estructuras se realizará en base a la separación adecuada de los módulos a efectos de sombras.

Dado que cada estructura posee dos filas de módulos en posición vertical, y cada módulo mide 2.384 mm, debemos considerar una dimensión de $2 \times 2.384 = 4,768$ mm. Dado que los módulos no estarán pegados, sino que habrá una pequeña separación del tamaño de la grapa de anclaje de los módulos, consideraremos esta dimensión de 4.788 mm.

Obtendremos los siguientes resultados:



Longitud paneles (L): 4,788 metros

Inclinación (β): $\pm 55^\circ$

Latitud (Φ): $37,5^\circ$

$D = L \cos \beta + L \sin \beta / \tan (61 - \Phi) = 11,76$ metros

Considerando que la radiación a primera y última hora del día es muy pequeña, y considerando actuaciones de backtracking en el seguidor, podemos considerar la distancia entre estructuras de 11 metros de pitch.

2 Cálculo de conductores en Baja Tensión

2.1 Cableado de Corriente Continua (DC)

2.1.1 Datos de partida

Como ya se ha comentado en la memora la instalación de DC de la planta sigue el siguiente esquema:

- La planta fotovoltaica se compone de 13 inversores fotovoltaicos
- A cada inversor se conectan 16 string en corriente continua
- Cada string contiene 30 módulos fotovoltaicos conectados en serie.
- Este tramo de conexionado en continua se realiza en dos tramos, un primer tramo al aire, en que los cables irán grapados a la propia estructura y un segundo tramo enterrado bajo tubo.

2.1.2 Criterio de intensidad máxima admisible

Todas las string son iguales y tendrán los siguientes parámetros eléctricos:

Intensidad de cortocircuito: 18,23 A

Intensidad de máxima potencia: 17,22 A

Para el criterio a calentamiento, y tomando una posición conservadora tomaremos como valor de cálculo la corriente de cortocircuito.

Los factores de corrección de esta intensidad a aplicar serán:

- Para el tramo de cables al aire:

o Factor de radiación solar directa	0,9	UNE 20435 3.1.2.4
o Factor de T ^a por intemperie	0,82	UNE-HE-60364-5-52
o Factor de agrupamiento de circuitos	0,8	UNE-HE-60364-5-52
o Factor instalación generadora	1,4	ITC BT-40

El factor global a aplicar será de $1,25/0,9/0,82/0,8 = 2,37$

- Para el tramo de cables enterrados bajo tubo:

o Factor de agrupamiento de circuitos	0,65	UNE-HE-60364-5-52
o Factor agrupamiento tubos enterrados	0,8	UNE-HE-60364-5-52
o Factor instalación generadora	1,4	ITC BT-40

El factor global a aplicar será de $1,25/0,6/0,8 = 2,69$

Por tanto, se aprecia cómo ambos tramos tienen un coeficiente de corrección muy parecido, aplicaremos el mayor de ellos.

La intensidad de cálculo aplicando los factores de corrección será de: $I_{cc} \times f_c = 18,23 \times 2,69 = 49,1 \text{ A}$

Comparando esta intensidad con la intensidad admisible de los cables tipo XLP2 de la UNE-HE-60364-5-52, instalación tipo D1, vemos como el cable de 6mm^2 tiene una intensidad admisible de 53 A

Por tanto, este cable es válido por el criterio de intensidad máxima admisible, y es la sección que usaremos para todas y cada una de las string a instalar.

2.1.3 Criterio de caída de tensión

Calcularemos la caída de tensión mediante la fórmula:

$$cdt(v) = \frac{2 \cdot L \cdot I}{k \cdot S}$$

Tomaremos el valor de la conductividad del cobre, k , a una temperatura de 90°C , pues su aislamiento es de tipo termoestable

$$k(90^\circ\text{C}) = 45,5 \Omega/\text{mm}^2$$

La longitud de cada string es un parámetro determinante para el cálculo de la caída de tensión. La metodología que seguiremos será comprobar si la sección de 6mm^2 escogida por el criterio de intensidad máxima admisible, cumple ante el criterio de caída de tensión.

El escenario más desfavorable será la string de mayor longitud, de tal manera que, si ésta cumple con el criterio, entonces nos aseguramos que el resto también cumple con el criterio de caída de tensión.

La longitud de la string más larga es de 82 metros. Tomaremos el valor de 85 metros por potenciales inexactitudes tanto en medición como en la ejecución posterior de la instalación.

Aplicando la fórmula, obtenemos una caída de tensión en el tramo más desfavorable de 11,4 voltios.

Como la tensión de funcionamiento es $N_s \times V_{mp} = 30 \times 37,76 \text{ v} = 1.133 \text{ voltios}$, obtendremos una caída de tensión en términos porcentuales de $11,4/1.133 = 1 \%$, valor menor que el límite propuesto.

2.1.4 Criterio de cortocircuito

El criterio a caída de tensión se ha justificado teniendo en cuenta como intensidad de cálculo la intensidad de cortocircuito de la string, por tanto, este criterio está implícitamente justificado en el anterior.

2.2 Cableado de Corriente alterna en Baja tensión

2.2.1 Datos de partida

Desde cada uno de los inversores fijados en las estructuras, partirá un circuito en corriente alterna y baja tensión hasta su llegada al cuadro de baja tensión ubicado en el centro de transformación correspondiente.

Estos circuitos de baja tensión en alterna discurrirán en canalización directamente enterrada, es decir según el método D2 de la UNE-HE-60364-5-52

Por las zanjas preparadas para albergar estos circuitos irán un número de circuitos en función del número de inversores que acojan.

Tal y como se ha diseñado la parte de corriente alterna el número máximo de circuitos por zanja será de 2, separadas una distancia igual o mayor que 12,5 cm.

2.2.2 Criterio de intensidad máxima admisible

Potencia de cálculo	300 kW (potencia nominal del inversor)
Tensión de trabajo	800 voltios
Intensidad de cálculo	217 A

Aplicaremos los siguientes factores de corrección:

- Factor de instalación generadora 1,25 (ITC BT 40)
- Factor de agrupamiento de 2 circuitos 0,85 (UNE-HD 60364-5-52, tabla B.52.18)

El factor de corrección es por tanto $1,25 / 0,85 = 1,47$

La intensidad de cálculo aplicando los factores de corrección será de: $I_{\text{calculado}} \times f_c = 217 \times 1,47 = 319,12 \text{ A}$

Comparando esta intensidad con la intensidad admisible de los cables tipo XLP3 de la UNE-HD 60364-5-52, tabla B.52.5, instalación directamente enterrada, obtendríamos una intensidad admisible para el cable de 300 mm^2 de 326 A

Es decir, el cable $3 \times 300 \text{ mm}^2$ tiene una intensidad admisible mayor a la intensidad de cálculo con los factores de corrección aplicados.

Por tanto, este cable es válido por el criterio de intensidad máxima admisible, y es la sección que usaremos para todos los circuitos entre inversores y Cuadros de Baja Tensión.

2.2.3 Criterio de caída de tensión

Calcularemos la caída de tensión mediante la fórmula:

$$cdt (v) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{k \cdot S}$$

Tomaremos el valor de la conductividad del aluminio, k, a una temperatura de 90°C, pues su aislamiento es de tipo termoestable

$$k (90^{\circ}\text{C}) = 27,8 \Omega / \text{mm}^2$$

La longitud de cada circuito es un parámetro determinante para el cálculo de la caída de tensión. La metodología que seguiremos será comprobar si la sección de 300 mm² escogida por el criterio de intensidad máxima admisible, cumple ante el criterio de caída de tensión.

Para simplificar cálculos, tomaremos el escenario más desfavorable.

El escenario más desfavorable es el circuito de mayor longitud. Si éste cumple, entonces nos aseguramos que el resto también cumple con el criterio de caída de tensión.

La longitud del circuito más largo es de 102,4 metros. Incrementamos esta medida en un 5% por potenciales inexactitudes tanto en medición como en la ejecución posterior de la instalación, y redondeando, tomaremos una longitud de 110 metros.

Aplicando la fórmula, para una intensidad de cálculo de 217 A obtenemos una caída de tensión en el tramo más desfavorable de 1,9 voltios.

Como la tensión de trabajo del inversor es de 800 voltios, obtendremos una caída de tensión en términos porcentuales de $4,9/800 = 0,62 \%$, valor menor que el límite propuesto del 1,5%.

2.2.4 Criterio de cortocircuito

Los Transformadores a utilizar tendrán las siguientes características (se tomará el mayor de los transformadores, pues los cálculos serán más restrictivos):

$$P = 2500 \text{ kVA}$$

$$U_{cc} = 6\%$$

$$U_s = 800 \text{ v}$$

En el lado de baja tensión, la corriente de cortocircuito será:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} \frac{U_{cc}}{100} U_s} = \frac{2500 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \frac{6}{100} 800 \text{ v}} = 30,07 \text{ kA}$$

Conforme a la Tabla 16 de la ITC BT 07, la densidad de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio, con aislamiento XLPE y duración del cortocircuito de 0,5 segundos, es de 132 A/mm²

Por tanto la Icc admisible del cable será:

$$I_{cc} = \frac{S \cdot K}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{300 \cdot 132}{\sqrt{0,5}} = 56 \text{ kA}$$

Corriente de cortocircuito admisible en el cable muy superior a la corriente de cortocircuito calculada.

3 Protecciones DC, AC

3.1 Protecciones DC

A la entrada a cada inversor, en la parte de corriente continua, se instalará un cuadro de protecciones con protección de sobrecorrientes mediante fusibles.

La intensidad de cortocircuito de cada string es de 18,33 A

Para calcular la intensidad nominal de los fusibles tendremos en cuenta algunos factores:

- Factor de temperatura (T^a : 60°) 0,93
- Factor Agrupamiento (grupos de 16): 0,75

La intensidad nominal del fusible deberá ser mayor de 18,33 / 0,93 / 0,75 = 26,28A.

Elegiremos fusibles gPV conforme a norma UNE EN60269-6, de 30 A de intensidad nominal y 1.500Vdc de tensión nominal, tipo gPV

Se instalarán los fusibles en ambos polos de cada string.

Respecto a la protección frente a sobretensiones, el inversor viene equipado descargadores tipo II.

3.2 Protecciones AC

A la salida de cada inversor, en la parte de corriente alterna, se instalará un cuadro de protecciones con protección de sobrecorrientes mediante interruptor automático.

La línea de descarga en corriente alterna de cada inversor tendrá las siguientes características:

Potencia de cálculo	300 kW
Tensión de trabajo	800 voltios
Intensidad de cálculo	217 A
Intensidad máxima admisible del cable	326 A
Intensidad de cortocircuito inicio línea	222,55 kA
Máxima Icc soportada por el cable	56 kA

El interruptor automático tendrá las siguientes características:

Intensidad nominal	250 A
Poder de corte	25 kA
Curva	C

Respecto a la protección frente a sobretensiones, el inversor viene equipado descargadores tipo II.

4 Cálculo de conductores en Media Tensión

4.1 Cálculo a intensidad máxima admisible

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15 kV.

La potencia del transformador es de 2500 kVA. (Transformador más restrictivo)

El esquema de media tensión será:

El tramo de media tensión unirá el Centro de Transformación 1 con el Centro de seccionamiento, protección y medida, por lo que llevará una potencia máxima de 2500 kVA.

La Intensidad de cálculo, por tanto, será $I_c = 96,23$ A.

El conductor empleado será 3x150 mm² 12/20 kV RH5Z1 Al, cuya intensidad máxima admisible en disposición directamente enterrada es de 260 A, Enterrados a 25 °C, 1 m de profundidad y 1,5 K m/W.

Como se puede observar, la intensidad admisible del cable es mayor que la intensidad de cálculo.

En el tramo entre en centro de transformación de 2.000 kVA y el Centro de seccionamiento, protección y medida también se empleará el mismo cable.

4.2 Cálculo a caída de tensión

La longitud del cable es:

- 228 metros del Centro de Transformación de 2.500 kVA hasta el Centro de seccionamiento, protección y medida,

- 203 metros del Centro de Transformación de 2.000 kVA hasta el Centro de seccionamiento, protección y medida,

Y la potencia a transportar será de 2.500 kVA en el primer caso, y 2.000 kVA en el segundo.

La resistencia del cable a 105° es de 0,262 Omh/km

La reactancia del cable a 50 Hz es de 0,111 Omh/km

La caída de tensión será,

$$cdt = \frac{S \cdot L}{U} \cdot (R_{90}) = \frac{2500 \cdot 0,228}{15} \cdot (0,262) = 9,96 \text{ v}$$

Evidentemente, la caída de tensión será mayor en el caso del transformador mayor, puesto que tiene más potencia, y está a mayor distancia del Centro de Seccionamiento.

Por tanto, la caída de tensión a considerar será de 9,96 voltios, que equivale a una cdt(%) de 0,06%

4.3 Cálculo a cortocircuito

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica en 97 MVA.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{97 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 15 \text{ kV}} = 3,73 \text{ kA} \tag{2.3.2.a}$$

donde:

- S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]
- U_p tensión de servicio [kV]
- I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Conforme a la Tabla 16 de la ITC BT 07, la densidad de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio, con aislamiento XLPE y duración del cortocircuito de 0,5 segundos, es de 132 A/mm²

Por tanto la I_{cc} admisible del cable será:

$$I_{cc} = \frac{S \cdot K}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{150 \cdot 132}{\sqrt{0,5}} = 28 \text{ kA}$$

Corriente de cortocircuito admisible en el cable superior a la corriente de cortocircuito calculada.

5 Centro de Seccionamiento, Protección y Medida

5.1 Intensidad de Media Tensión

La intensidad de cálculo sería la proveniente de la instalación fotovoltaica, que como ya se ha comentado estará limitada a la potencia máxima evacuable, es decir, 3.200 kW, y deberá ser capaz de dar una potencia reactiva, inductiva o capacitiva máxima del 30% de dicha potencia activa, con lo que la potencia aparente máxima de entrada al CSPM será de 3.341 kVA

Por tanto, la intensidad de cálculo será:

$$I_c = 128,6 \text{ A}$$

5.2 Cortocircuitos

5.2.1 Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica en 97 MVA.

5.2.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{97 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 15 \text{ kV}} = 3,73 \text{ kA}$$

donde:

S_{cc}	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U_p	tensión de servicio [kV]
I_{ccp}	corriente de cortocircuito [kA]

5.3 Dimensionado del embarrado

Las celdas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

5.3.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

5.3.2 Comprobación por solicitudión electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito, por lo que:

- $I_{cc}(din) = 9,33 \text{ kA}$

5.3.3 Comprobación por solicitudión térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

- $I_{cc}(ter) = 3,73 \text{ kA}$

5.4 Dimensionado de la ventilación.

Al no existir transformadores en este centro, se adopta la ventilación natural propia del edificio prefabricado que va dotado de rejillas de ventilación.

Esta Superficie de ventilación es suficiente para la ventilación del edificio.

5.5 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

5.5.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del

terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ωm.

5.5.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d\max\text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}}$$

donde:

- U_n Tensión de servicio [kV]
- R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $I_{d\max\text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial), $I_{d\max}$ (A): 650

- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 1.

5.5.3 Diseño preliminar 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 instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

5.5.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 15 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Conectada a tierra a través de impedancia
- $I_{dm} = 650 \text{ A}$ (I_{dm} : la intensidad de defecto máxima en el origen de la línea MT, en A.)
- $X_n = \frac{U_n/\sqrt{3}}{I_{dm}} = 13,32 \ \Omega$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- * $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- * Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm m}$
- * Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

donde:

I_d intensidad de falta a tierra [A]

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 V_{bt} tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde:

U_n tensión de servicio [V]
 R_n resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
 R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
 X_n reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
 I_d intensidad de falta a tierra [A]

TIERRA DE PROTECCIÓN

La configuración adoptada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/42.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 5x2,5.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 4.
- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega \times m) = 0,097$
- De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega \times m)A)) = 0,0221$
- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega \times m)A)) = 0,0483$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

K_r	coeficiente del electrodo
R_o	resistividad del terreno en [Ohm m]
R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = K_r \cdot \rho = 0,097 \cdot 150 = 14,55 \Omega.$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 439 \text{ A}$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 14,55 \cdot 439 = 6.612 \text{ V}.$$

5.5.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 0,0483 \cdot 150 \cdot 439 = 3.180 \text{ V.}$$

5.5.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \tag{2.9.6.a}$$

donde:

- Kp coeficiente
- Ro resistividad del terreno en [Ohm m]
- I'd intensidad de defecto [A]
- V'p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 0,0221 \cdot 150 \cdot 439 = 1.455 \text{ V.}$$

5.5.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$* \quad t = 1 \text{ s}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$Up = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * Ra1 + 6 * Ro}{1000} \right] \tag{2.9.7.a}$$

donde:

- Uca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- Ro resistividad del terreno en [Ohm m]
- Ra1 Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$* V_p = 2.736 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

- Vca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- Ro resistividad del terreno en [Ohm m]
- R'0 resistividad del hormigón en [Ohm m]
- Ra1 Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$* V_{p(acc)} = 13.609 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$* V^l_p = 1.455 \text{ V} < V_p = 2736 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$* V^l_{p(acc)} = 3.180 \text{ V} < V_{p(acc)} = 13609 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$* V^l_d = 6.387 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$* I_d = 439 \text{ A}$$

5.5.8 Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

6 Centro de transformación 2500 kVA

6.1 Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U _p	tensión primaria [kV]
I _p	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15 kV.

La potencia del transformador es de 2500 kVA.

$$\cdot I_p = 96,23 \text{ A}$$

6.2 Intensidad de Baja Tensión

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
---	----------------------------------

U_s tensión en el secundario [kV]
 I_s intensidad en el secundario [A]

La potencia del transformador es de 2500 kVA, y la tensión secundaria es de 800 V en vacío.

La intensidad en la salida de 800 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 1804,3 \text{ A}$$

6.3 Cortocircuitos

6.3.1 Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica en 97 MVA.

6.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{97 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 15 \text{ kV}} = 3,73 \text{ kA}$$

donde:

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]
 U_p tensión de servicio [kV]
 I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \tag{2.3.2.b}$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
Ecc	tensión de cortocircuito del transformador [%]
Us	tensión en el secundario [V]
Iccs	corriente de cortocircuito [kA]

$$Iccs = 30,07 \text{ kA}$$

6.4 Dimensionado del embarrado

Las celdas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

6.4.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

6.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada, por lo que:

- $I_{cc}(\text{din}) = 9,33 \text{ kA}$

6.4.3 Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

- $I_{cc}(\text{ter}) = 3,73 \text{ kA}$

6.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

6.6 Dimensionado de los puentes de MT

La intensidad del primario, calculada es de 96,23 A

Los conductores empleados en la conexión de MT entre el transformador y las celdas tomarán como referencia la norma informativa DND001 cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV.

Para una tensión nominal de la red de 15 kV, se tomará una tensión de aislamiento de 12/20 kV y una sección mínima de 95 mm².

La intensidad máxima admisible conforme a la ITC-LA-06 para este tipo de conductor con aislamiento XLPE es de 255 A. Temperatura máxima del conductor de 90°C, temperatura al aire de 40°C, una terna de cables unipolares en contacto mutuo.

6.7 Dimensionado de los puentes de BT

La intensidad del secundario, calculada es de 1.804,3 A

Se instalarán cables RZ1-k(AS) 0,6/1 kV 3(10x240mm²Al)

La intensidad máxima admisible conforme a la UNE HD 60364-5-52 para este tipo de conductor, en instalación tipo F es de 471A. Temperatura máxima del conductor de 90°C, temperatura al aire de 30°C, una terna de cables unipolares en contacto mutuo.

Aplicando los siguientes factores de corrección:

Factor de temperatura a 50°C: 0,82

Factor por agrupamiento de 10 circuitos: 0,483 (UNE HD 60364-5-52 tabla B.52.17)

La intensidad admisible tras aplicar los factores será de: $10 \times 471 \times 0,82 \times 0,483 = 1.867$ A, superior a la intensidad de cálculo.

6.8 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

El edificio viene equipado de fábrica mediante ventilación forzada en el recinto del transformador.

El edificio PFU-5 propuesto, viene equipado de fábrica con las rejillas necesarias para la correcta ventilación del centro.

6.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

6.9.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar

la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ωm.

6.9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.9.2.a)$$

donde:

- U_n Tensión de servicio [kV]
- R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $I_{d \max \text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial), $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 650

- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 1.

6.9.3 Diseño preliminar 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 instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador de servicios auxiliares.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo

6.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 15 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Conectada a tierra a través de impedancia
- $I_{dm} = 650 \text{ A}$ (I_{dm} : la intensidad de defecto máxima en el origen de la línea MT, en A.)
- $X_n = \frac{U_n/\sqrt{3}}{I_{dm}} = 13,32 \Omega$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- * $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- * Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm m}$
- * Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

donde:

I_d	intensidad de falta a tierra [A]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt}	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde:

U_n	tensión de servicio [V]
R_n	resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
X_n	reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
I_d	intensidad de falta a tierra [A]

TIERRA DE PROTECCIÓN

La configuración adoptada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 60-25/5/42.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 6 x 2,5.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 4.
- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega \times m) = 0,09$
- De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega \times m)A)) = 0,0202$
- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega \times m)A)) = 0,0442$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

donde:

K_r	coeficiente del electrodo
R_o	resistividad del terreno en [Ohm m]
R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = K_r \cdot \rho = 0,09 \cdot 150 = 13,5 \Omega.$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 457 \text{ A}$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 13,5 \cdot 457 = 6.164 \text{ V.}$$

TIERRA DE SERVICIO

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/62.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 6.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.073$

Sustituyendo valores:

$$R_{t\text{NEUTRO}} = K_r \cdot \rho = 0.073 \cdot 150 = 10,95 \Omega.$$

6.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \tag{2.9.5.b}$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm m]
I'_d	intensidad de defecto [A]

V'_c tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 0,0442 \cdot 150 \cdot 457 = 3.027 \text{ V.}$$

6.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \tag{2.9.6.a}$$

donde:

- K_p coeficiente
- R_o resistividad del terreno en [Ohm m]
- I'_d intensidad de defecto [A]
- V'_p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 0,0202 \cdot 150 \cdot 457 = 1.383 \text{ V.}$$

6.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$* t = 1 \text{ s}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * R_o}{1000} \right] \tag{2.9.7.a}$$

donde:

- U_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- R_o resistividad del terreno en [Ohm m]

Ra1 Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc.
[Ohm]

por lo que, para este caso

$$* V_p = 2.736 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

Vca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
 Ro resistividad del terreno en [Ohm m]
 R'o resistividad del hormigón en [Ohm m]
 Ra1 Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc.
 [Ohm]

por lo que, para este caso

$$* V_{p(acc)} = 13.609 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$* V^1_p = 1.383 \text{ V} < V_p = 2.736 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$* V^1_{p(acc)} = 3.027 \text{ V} < V_{p(acc)} = 13.609 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$* V^1_d = 6.164 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$* I_d = 457 \text{ A}$$

6.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \tag{2.9.8.a}$$

donde:

- Ro resistividad del terreno en [Ohm m]
- I'd intensidad de defecto [A]
- D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

- D = 10,9 m

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador de servicios auxiliares, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

6.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

7 Centro de transformación 2000 kVA

7.1 Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U _p	tensión primaria [kV]
I _p	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 15 kV.

La potencia del transformador es de 2000 kVA.

$$\cdot I_p = 76,98 \text{ A}$$

7.2 Intensidad de Baja Tensión

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
U _s	tensión en el secundario [kV]
I _s	intensidad en el secundario [A]

La potencia del transformador es de 2000 kVA, y la tensión secundaria es de 800 V en vacío.

La intensidad en la salida de 800 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 1443,42 \text{ A}$$

7.3 Cortocircuitos

7.3.1 Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica en 97 MVA.

7.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{97 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 15 \text{ kV}} = 3,73 \text{ kA}$$

donde:

S_{cc}	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U_p	tensión de servicio [kV]
I_{ccp}	corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \tag{2.3.2.b}$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
E_{cc}	tensión de cortocircuito del transformador [%]
U_s	tensión en el secundario [V]
I_{ccs}	corriente de cortocircuito [kA]

Iccs = 30,07 kA

7.4 Dimensionado del embarrado

Las celdas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

7.4.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

7.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada, por lo que:

- $I_{cc}(\text{din}) = 9,33 \text{ kA}$

7.4.3 Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

- $I_{cc}(\text{ter}) = 3,73 \text{ kA}$

7.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

7.6 Dimensionado de los puentes de MT

La intensidad del primario, calculada es de 96,23 A

Los conductores empleados en la conexión de MT entre el transformador y las celdas tomarán como referencia la norma informativa DND001 cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV.

Para una tensión nominal de la red de 15 kV, se tomará una tensión de aislamiento de 12/20 kV y una sección mínima de 95 mm².

La intensidad máxima admisible conforme a la ITC-LA-06 para este tipo de conductor con aislamiento XLPE es de 255 A. Temperatura máxima del conductor de 90°C, temperatura al aire de 40°C, una terna de cables unipolares en contacto mutuo.

7.7 Dimensionado de los puentes de BT

La intensidad del secundario, calculada es de 1.443,42 A

Se instalarán cables RZ1-k(AS) 0,6/1 kV 3(10x240mm²Al)

La intensidad máxima admisible conforme a la UNE HD 60364-5-52 para este tipo de conductor, en instalación tipo F es de 471A. Temperatura máxima del conductor de 90°C, temperatura al aire de 30°C, una terna de cables unipolares en contacto mutuo.

Aplicando los siguientes factores de corrección:

Factor de temperatura a 50°C: 0,82

Factor por agrupamiento de 7 circuitos: 0,483 (UNE HD 60364-5-52 tabla B.52.17)

La intensidad admisible tras aplicar los factores será de: $7 \times 471 \times 0,82 \times 0,483 = 1.459,9$ A, superior a la intensidad de cálculo.

7.8 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.

El edificio viene equipado de fábrica mediante ventilación forzada en el recinto del transformador.

El edificio PFU-5 propuesto, viene equipado de fábrica con las rejillas necesarias para la correcta ventilación del centro.

7.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

7.9.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar

la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ωm.

7.9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.9.2.a)$$

donde:

- U_n Tensión de servicio [kV]
- R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
- $I_{d \max \text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial), $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 650

- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 1.

7.9.3 Diseño preliminar 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 instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador de servicios auxiliares.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo

7.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_r = 15$ kV

Puesta a tierra del neutro:

- Conectada a tierra a través de impedancia
- $I_{dm} = 650$ A (I_{dm} : la intensidad de defecto máxima en el origen de la línea MT, en A.)
- $X_n = \frac{U_n/\sqrt{3}}{I_{dm}} = 13,32 \Omega$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

* $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- * Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm m}$
- * Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}$$

donde:

I_d	intensidad de falta a tierra [A]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
V_{bt}	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde:

U_n	tensión de servicio [V]
R_n	resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
R_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
X_n	reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]
I_d	intensidad de falta a tierra [A]

TIERRA DE PROTECCIÓN

La configuración adoptada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 60-25/5/42.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 6 x 2,5.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 4.

- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{m}) = 0,09$
- De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega\text{m})A)) = 0,0202$
- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega\text{m})A)) = 0,0442$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o$$

donde:

K_r	coeficiente del electrodo
R_o	resistividad del terreno en [Ohm m]
R'_t	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = K_r \cdot \rho = 0,09 \cdot 150 = 13,5 \Omega.$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 457 \text{ A}$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 13,5 \cdot 457 = 6.164 \text{ V.}$$

TIERRA DE SERVICIO

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/62.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 6.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.073$

Sustituyendo valores:

$$R_{t\text{NEUTRO}} = K_r \cdot \rho = 0.073 \cdot 150 = 10,95 \Omega.$$

7.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \tag{2.9.5.b}$$

donde:

K_c	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_c	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 0,0442 \cdot 150 \cdot 457 = 3.027 \text{ V.}$$

7.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p	coeficiente
R_o	resistividad del terreno en [Ohm m]
I'_d	intensidad de defecto [A]
V'_p	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 0,0202 \cdot 150 \cdot 457 = 1.383 \text{ V.}$$

7.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$* t = 1 \text{ s}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * R_o}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

U_{ca}	valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
R_o	resistividad del terreno en [Ohm m]
R_{a1}	Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$* V_p = 2.736 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * R_0 + 3 * R'_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

- Vca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta
- Ro resistividad del terreno en [Ohm m]
- R'o resistividad del hormigón en [Ohm m]
- Ra1 Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$* V_p(\text{acc}) = 13.609 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$* V'_p = 1.383 \text{ V} < V_p = 2.736 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$* V_p(\text{acc}) = 3.027 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 13.609 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$* V'd = 6.164 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$* I_d = 457 \text{ A}$$

7.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \tag{2.9.8.a}$$

donde:

- Ro resistividad del terreno en [Ohm m]
- I'd intensidad de defecto [A]
- D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

- D = 10,9 m

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador de servicios auxiliares, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

7.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

8 Puesta a tierra de la instalación Fotovoltaica

La puesta a tierra de la instalación generadora será independiente de las tierras de la red de distribución, y se asegurará que no se produzcan transferencias de defectos a la misma.

Será independiente de la puesta a tierra de los centros de transformación.

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por picas y tramos de conductor directamente enterrado. Concretamente estarán unidos formando una misma red de tierras los siguientes elementos:

- Cada una de las estructuras soporte llevará una pica enterrada, y estará unida al conductor horizontal que unirá todas las picas entre sí.
- Cada uno de los inversores fotovoltaicos.
- Conductor horizontal que une todas las tierras anteriores.

Las picas serán de cobre, de 1,5 metros de longitud y un diámetro de 14 mm y ubicadas en la conexión de cada estructura al electrodo general. La parte superior de las picas quedará a una profundidad mínima de 50cm.

El conductor será de cobre desnudo de 35 mm².

La resistencia del electrodo conjunto de tierras será:

Resistencia en picas de estructuras:

- Picas en estructuras= 37

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L \cdot N^{\circ}} = \frac{150 \Omega m}{1,5 m \cdot 37} = 1,82 \Omega$$

Resistencia en el conductor horizontal:

- En red horizontal: 474 m

$$R_{conductor} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 150 \Omega m}{673} = 0,45 \Omega$$

Resistencia en el electrodo conjunto:

$$R_e = R_{electrodo}$$

$$R_p = R_{pica}$$

$$R_c = R_{conductor}$$

$$R_e = R_c \parallel R_p = \frac{1}{\frac{1}{R_p} + \frac{1}{R_{cond}}} = \frac{1}{\frac{1}{1,82} + \frac{1}{0,45}} = 0,36 \Omega$$

Para un local húmedo, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V. En nuestro caso, para una protección diferencial de 300 mA, la resistencia de tierras deberá ser menor a 24/300mA= 80 Ω Hecho que se cumple sobradamente.

9 Línea mixta. Tramo subterráneo

9.1 Cálculo a intensidad máxima admisible

A la salida del Centro de Seccionamiento, protección y Medida partirá un tramo en canalización subterránea bajo tubo cuyo destino será el apoyo nº8 de la línea aérea. En este apoyo se producirá un paso de subterráneo a aéreo.

Desde este apoyo nº 8, hasta el apoyo nº 1, la línea discurre en aéreo, y desde este apoyo, el nº 1, en el que se vuelve a producir un paso de aéreo a subterráneo, la línea discurre de nuevo en canalización subterránea bajo tubo hasta su llegada a la Subestación Villamartín.

La potencia evacuada por dicho circuito será de 3.341 MVA (potencia activa de 3.200 MVA + Potencia Reactiva de 960 MVA).

La longitud del tramo será aproximadamente de 2.935 metros.

A modo de resumen los tramos a considerar serán:

	Tramo 1	Tramo 2
Ubicación	Origen: CSPM Final: Apoyo 8	Origen: Apoyo 1 Final: Subestación Villamartín
Longitud	31 metros	2.903 metros
P. de cálculo Circuito 1 (objeto de este expte.)	3.341 kVA	3.341 kVA
Canalización	Enterrado bajo tubo	
Ternas en la zanja	1	1
FC (d=0m-en contacto)	1	1

Tabla 1. Tramos subterráneos de la línea de evacuación

Por tanto, los cálculos a considerar son los siguientes:

Potencia de cálculo	3.200 kW
Coseno de fi	0,958
Intensidad de cálculo	128,6 A
Factor de corrección	1

Intensidad corregida 128,6 A

Escogeremos un conductor 3x240 mm² 12/20 kV RH5Z1 Al, cuya intensidad máxima admisible en disposición enterrada bajo tubo es de 320 A, Enterrados a 25 °C, 1 m de profundidad y 1,5 K m/W.

La intensidad admisible del conductor es mayor que la intensidad de cálculo corregida.

9.2 Cálculo a caída de tensión

La longitud de la canalización es de aproximadamente 2.935 metros

Considerando la potencia máxima evacuable, de 3.341 kVA.

La resistencia del cable a 105° es de 0,161 Omh/km

La reactancia del cable a 50 Hz es de 0,102 Omh/km

La caída de tensión será,

$$cdt = \frac{S \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot tg\varphi) = \frac{3.200 \cdot 2,935}{15} \cdot (0,161 + 0,102 \cdot 0,3) = 120 \text{ v}$$

Lo que hace una cdt(%) de aproximadamente un 0,8%

9.3 Cálculo a cortocircuito

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica en 97 MVA.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} = \frac{97 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 15 \text{ kV}} = 3,73 \text{ kA}$$

donde:

S _{cc}	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
U _p	tensión de servicio [kV]
I _{ccp}	corriente de cortocircuito [kA]

Conforme a la Tabla 16 de la ITC BT 07, la densidad de corriente de cortocircuito, en A/mm², para conductores de aluminio, con aislamiento XLPE y duración del cortocircuito de 0,5 segundos, es de 132 A/mm²

Por tanto, la I_{cc} admisible del cable será:

$$I_{cc} = \frac{S \cdot K}{\sqrt{t_{cc}}} = \frac{240 \cdot 132}{\sqrt{0,5}} = 44,8 \text{ kA}$$

Corriente de cortocircuito admisible en el cable superior a la corriente de cortocircuito calculada.

10 Línea mixta. Tramo aéreo

10.1 Cálculos Eléctricos

10.1.1 Capacidad de transporte del cable

La potencia máxima a transportar por la línea será:

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{max} \cdot \cos\varphi_{med}$$

En donde:

- $I_{Máx.}$: Intensidad máxima soportada por el conductor por límite térmico en amperios.
- $\cos\varphi_{med}$: Factor de potencia medio de la generación.
- U : Tensión nominal en kV.

De acuerdo con el punto 4.2 de la ITC-LAT 07, la intensidad máxima admisible de corriente se obtiene de acuerdo a la densidad de corriente admisible de un conductor de sección S obtenida de la tabla 11 de la citada ITC, interpolando entre la sección inferior y superior y aplicando el correspondiente coeficiente reductor en fusión de su composición.

$$I_{Máx.} = \delta * S$$

En donde:

- $i_{Máx.}$: Intensidad máxima soportada por el conductor por límite térmico en amperios.
- δ : Densidad máxima de corriente en A/mm².
- S : Sección del conductor en milímetros.

10.1.2 Caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea, despreciando la capacidad viene dada por:

$$\Delta U(v) = \frac{P \cdot L}{U} [R_{50} + X \cdot tg(\varphi)]$$

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} [R_{50} + X \cdot tg(\varphi)]$$

En donde:

- ΔU : Caída de tensión en voltios.
- P : Potencia a transportar en kW.
- R_{70} : Resistencia del conductor a 50°C Ω /km.
- X : Reactancia del conductor en Ω /km.
- φ : Ángulo de desfase (rad).
- L : Longitud de la línea en km.

La reactancia de la línea viene dada por la siguiente ecuación.

$$X_K = \omega L_K = 2\pi f L_K$$

En donde:

- X : Reactancia de la línea en Ω /km.
- ω : Pulsación de la corriente eléctrica.
- L : Coeficiente de autoinducción por kilómetro de línea en H/km.
- f : Frecuencia de la red en Hz.

Para calcular el coeficiente de autoinducción por kilómetro de la línea utilizamos la expresión.

$$L_K = \frac{1}{n_{cir}} * \left[\frac{\mu}{2 * n} + 4,605 * \log_{10} \frac{DMG}{r_{eq}} \right] * 10^{-4}$$

En donde:

- L_K : Coeficiente de autoinducción por kilómetro de línea en H/km.
- n_{cir} : Número de circuitos de la línea.
- μ : Permeabilidad magnética del conductor. Que para el cobre, aluminio, aluminio-acero tiene un valor de 1.
- n : Número de conductores por fase.

10.1.3 Pérdidas de potencia

Se analizarán las pérdidas de potencia por efecto Joule en la línea calculadas de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\Delta P(w) = 3 \cdot R_{50} \cdot L \cdot I^2$$

Siendo:

- ΔP *Perdidas de potencia por efecto Joule*
- R_{70} *Resistencia del conductor a 70°C en Ω /km.*

- L* Longitud de la línea, en km.
I Intensidad de la línea, en amperios.

10.1.4 Resultados

Intensidad máxima	Densidad máxima de corriente	A/mm ²	2,737
	Sección del conductor	mm ²	116,2
	Intensidad	A	318,0
Parámetros	Frecuencia de la red	Hz	50
	Distancia media geométrica	mm	2643
	Diámetro del conductor	mm	14
	Reactancia	Ohm/km	0,389
Caída de tensión	Resistencia	Ohm/km	0,343
	tensión	kV	15
	Intensidad	A	128,6
	Potencia	MW	3,2
	Longitud	km	1,196
	factor de potencia		0,958
	Caída de tensión	V	117,2
	%	0,78%	
Potencias máximas	Por intensidad	MW	7,9
	Por cdt	MW	10,9
Pérdidas de potencia	Valor	kW	20,3
	Porcenta.	%	0,6%

Tabla 2. Tramo aéreo de la línea de evacuación. Resultados de cálculos

10.2 Características del Aislamiento

10.2.1 Tipos de cadenas

10.2.1.1 Cadenas de suspensión

Las características y especificaciones son en función del tipo de cadena:

Tipo de cadena: Cadena de vidrio y suspensión simple para conductor LA-110 y 15 kV

- Nº de elementos: 6 Uds
- Tipo de elementos: U70BS
- Longitud: 918 mm
- Peso: 21,344 daN
- Línea de fuga: 1920 mm
- Carga de destrucción electromecánica: 5000,000 daN

10.2.1.2 Cadenas de suspensión de cruce

Este tipo de cadena solo se usará en apoyos de alineación-suspensión con seguridad reforzada por cruzamiento de accidentes que así lo precisen, como: carreteras, ríos, ramblas, ferrocarril, casas, naves, invernaderos, etc.

No existen cadenas de este tipo

10.2.1.3 Cadenas de anclaje-amarre

Doble cadena, cada cadena estará compuesta por:

Tipo de cadena: Cadena de vidrio y suspensión simple para conductor LA-10 y 15 kV

- N° de elementos: 6 Uds
- Tipo de elementos: U70BS
- Longitud: 1113,000 mm
- Peso: 21,785 daN
- Línea de fuga: 1920 mm
- Carga de destrucción electromecánica: 5000,000 daN

10.2.1.4 Cadenas de anclaje-amarre de cruce

No existen cadenas de este tipo

10.3 Características del Conductor

10.3.1 Descripción

Se proyecta la línea con cable de Aluminio-Acero de 54,60 mm² de sección total, con las características que a continuación se citan.

- Conductor LA-110 (116,20 mm²):
- Designación: LA-110
- Sección (mm²): 116,20
- Diámetro (mm): 14,000
- Carga de rotura (daN): 4405
- Peso (daN/m): 0,432
- Módulo de elasticidad (daN/mm²): 8200
- Coeficiente de dilatación (°C-1): 0,00001778
- Resistencia kilométrica (Ohm/km): 0,306
- Composición: 30+7

10.3.2 Cálculo mecánico de los conductores

El trazado de la línea está comprendido entre las cotas 159,7 m. y 121,2 m. por lo que según el vigente Reglamento esta línea se encuentra en ZONA A.

10.3.3 Constante de catenaria para el trazado de la línea

La constante de catenaria viene definida por la siguiente expresión:

$$C = \frac{T}{p}$$

En donde:

- C: Constante de la catenaria en m.
- T: Tensión mecánica en daN.
- p: Peso del conductor en daN/m.

Para el trazado de la línea se deberá utilizar la curva catenaria que produzca las flechas verticales máximas, dichas flechas máximas se producirán en cada zona en las hipótesis que muestra la siguiente tabla:

Zona	Hipótesis
A	Temperatura considerada con el peso propio del conductor

La constante menor y más vertical determinará la constante con la que se dibujará la línea eléctrica. Estas dos constantes son.

$$c_{Temp.} = \frac{T_{Temp.}}{p_{Cond}}$$

$$c_{0+H} = \frac{T_{0+H}}{S_H}$$

En donde:

- C: Constante de la catenaria en m.
- T_{Temp.}: Tensión mecánica en las condiciones de temperatura máxima fijada para el conductor en daN.
- p: Peso del conductor sin sobrecarga en daN/m.
- T: Tensión mecánica en las condiciones de 0° y la sobrecarga de hielo en daN.
- SH: Peso del conductor más el manguito de hielo considerado en las zonas B y C en daN/m.

Se escogerá la menor constante de las hipótesis anteriores, que por otra parte será la que produzca una curva más vertical, o más cerrada, que origina unas flechas máximas

mayores y tensiones menores. Esta constante es aproximada y posteriormente se calculará la constante real en cada alineación o vano de regulación existentes en la línea. Este valor de la constante de catenaria real en cada alineación figura en la tabla del anexo de cálculos.

10.3.4 Vano de regulación

Los tramos de línea que se encuentran entre apoyos de amarre y anclaje, de alineación o ángulo y final/principio de línea, que proporcionan puntos fuertes a la línea, tramos entre los cuales se encuentran colocados apoyos de alineación-suspensión o ángulo-suspensión, que deben tener las cadenas perfectamente verticales, se deben igualar las componentes horizontales de la tensión en cada uno de los vanos para que estas cadenas no sufran desviación alguna. Si varían las condiciones de equilibrio aparecen diferencias entre las componentes horizontales de la tensión en los distintos vanos, situación que queda en la realidad compensada por la desviación de las cadenas, que en estas condiciones dejan de estar perfectamente en equilibrio. Por tanto como se puede demostrar las condiciones de equilibrio al modificarse hacen que las componentes horizontales de los vanos que componen la alineación varíen en la misma magnitud, del mismo modo que lo harían las componentes horizontales de un vano con una longitud ficticia denominado vano de regulación. El cálculo de este vano de regulación se realiza para cada una de las alineaciones de las que está compuesta la línea eléctrica, para este cálculo utilizamos la siguiente ecuación.

$$a_r = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{b_i^2}{a_i}} * \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_i^3}{\sum_{i=1}^n \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

En donde:

- ar:* Longitud del vano de regulación en m.
- bi:* Longitud real de cada uno de los vanos que componen el vano de regulación en m.
- ai:* Longitud proyectada de cada uno de los vanos que componen el vano de regulación en m.

10.3.5 Componente horizontal máxima

Cuando se ha realizado el trazado de la línea utilizando la constante de catenaria de flechas máximas para trazado elegida, se calcularán las componentes horizontales máximas para cada una de las alineaciones de que consta la línea. Para ello utilizaremos la siguiente ecuación.

$$T_0 = \frac{\left(T_A - \frac{p * |h|}{2}\right) + \sqrt{\left(T_A - \frac{p * |h|}{2}\right)^2 - \frac{b^2 * p^2}{2}}}{2 * \frac{b}{a}}$$

En donde:

- T0:* Componente horizontal máxima en daN.
TA: Tensión en el punto mas elevado de fijación del conductor, correspondiente a la carga de rotura del conductor dividida por un coeficiente de seguridad de la línea en daN.
a: Longitud proyectada del vano en m.
b: Longitud real del vano en m.
h: Desnivel del vano en m.
pZ: Sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo en daN/m.

Esta ecuación se aplicará a cada uno de los vanos que componen cada alineación, escogiendo en cada una de las alineaciones el valor más pequeño de la componente horizontal de la tensión, ya que esta componente horizontal de valor menor dará lugar a tensiones menores y por tanto a flechas verticales mayores.

10.3.6 Ecuación de cambio de condiciones

Para el cálculo de las tensiones en la línea eléctrica se utilizará la ecuación de cambio de condiciones, dicha ecuación es la siguiente.

$$\delta * a * (t - t_0) + \frac{a}{S * E} * (T - T_0) = \frac{a^3}{24} * \left(\frac{p^2}{T^2} - \frac{p_0^2}{T_0^2}\right)$$

En donde:

- δ:* Coeficiente de dilatación lineal en °C-1.
a: Longitud proyectada del vano en m.
t: Temperatura en las condiciones finales de cálculo de la tensión en °C.
t0: Temperatura de correspondiente a la zona de cálculo en °C.
S: Sección del conductor en mm2.
E: Módulo de elasticidad en daN/mm2.
T: Componente horizontal en las condiciones finales de cálculo en daN.
T0: Componente horizontal máxima en cada alineación en daN.
p: Peso del conductor en las condiciones finales de cálculo en daN/m.
p0: Sobrecarga correspondiente a la sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo en daN/m.

Operando con la ecuación de cambio de condiciones se puede obtener otra ecuación que permita el cálculo de la tensión buscada, como resultado se obtiene la siguiente ecuación.

$$T^2 * (T + A) = B$$

Ecuación en la que los coeficientes A y B se pueden obtener fácilmente de la ecuación de cambio de condiciones aplicándose las siguientes ecuaciones.

$$A = \delta * (t - t_0) * S * E - T_0 + \frac{a^2 * p_0^2}{24 * T_0^2} * S * E$$

$$B = \frac{a^2 * p^2}{24} * S * E$$

Resolviendo la ecuación de tercer grado se obtienen tres soluciones, dos imaginarias conjugadas y una tercera real que corresponderá al valor de la tensión en las condiciones de cálculo buscadas.

10.3.7 Cálculo de flechas

Para el cálculo de flechas se utiliza la longitud real del vano, la ecuación que permite el cálculo de la flecha se obtiene a partir del desarrollo en serie por la fórmula de Mac Laurin de la función.

$$y = c * ch \frac{x}{c}$$

En donde:

- X: Longitud en m.
- C: Constante de la catenaria.

Desarrollando esta ecuación por Mac Laurin hasta el tercer término se obtiene la expresión a utilizar para el cálculo de flechas en las hipótesis de cálculo requeridas y cuya forma es.

$$f = \frac{a * b * p}{8 * T} * \left(1 + \frac{a^2 * p^2}{48 * T^2} \right)$$

En donde:

- f: Valor de la flecha en metros.
- p: Peso del conductor en la hipótesis de cálculo en daN/m.
- a: Longitud proyectada del vano en metros.
- b: Longitud real del vano en metros.
- T: Valor de la tensión en las condiciones de cálculo en daN.

El resumen de cálculos de tensiones y flechas, tanto para las hipótesis Reglamentarias, como para la tabla de tendido, figuran en las tablas del anexo de cálculos.

10.4 Características de los Apoyos

10.4.1 Cálculo mecánico de los apoyos

Como es conocido en los apoyos metálicos construidos sobre la base de perfiles laminados en los cuales sus características resistentes están determinadas por los esfuerzos que pueden soportar en dos direcciones perpendiculares, que como es lógico

coinciden con la dirección de los dos ejes de simetría del apoyo, y que coinciden con la dirección de la línea y su perpendicular.

Si algún esfuerzo a los que se somete el apoyo no coincide con estas dos direcciones, no se podría utilizar la hipótesis de que el esfuerzo se reparte por igual en las caras de apoyo, dando como resultado en los montantes un esfuerzo superior al que estaría sometido el apoyo si dicho esfuerzo tuviera la dirección de alguno de los ejes de simetría. Por tanto, se deberá obtener el esfuerzo equivalente dirigido según el eje de simetría que produzca el mismo esfuerzo aplicado sobre el montante más cargado. Este esfuerzo equivalente se puede calcular con la siguiente expresión.

$$F = F' \left(\cos(\alpha) + \frac{d_1}{d_2} \operatorname{sen}(\alpha) \right) = F'_X + \frac{d_1}{d_2} F'_Y$$

En donde:

- F : Esfuerzo equivalente en la dirección del eje de simetría en daN.
- F' : Esfuerzo actuante en daN que no se encuentra en la dirección del eje de simetría.
- d_1 y d_2 : Distancia entre perfiles en las caras del apoyo en m.
- F'_X y F'_Y : Componentes del esfuerzo en los ejes de simetría del apoyo en daN.
- α : Ángulo formado por el esfuerzo con el eje de simetría.

En la línea objeto del proyecto se han utilizado apoyos metálicos de sección cuadrada, apoyos en los cuales d_1 es igual a d_2 , por tanto la ecuación anterior como es fácil de deducir para apoyos metálicos de sección cuadrada queda.

$$F = F'_X + F'_Y$$

10.4.1.1 Esfuerzos verticales que actúan sobre los apoyos

Para el cálculo de las cargas verticales se deberán distinguir dos hipótesis, la de viento y la de hielo, y la opcional de viento y hielo combinadas en líneas de categoría no especial y obligatoria en las de categoría especial, por tanto, para cada una de ellas utilizaremos una ecuación diferente.

La ecuación de viento se utilizará en todas las hipótesis de cálculo de apoyos en la zona A y la primera hipótesis de las zonas B y C. Por el contrario, la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo se utilizará para el cálculo de las hipótesis 2ª, 3ª y 4ª de las hipótesis de cálculo de apoyos reglamentarias para las zonas B y C.

Si la hipótesis de viento más hielo está presente, se utilizará en la segunda correspondiente en las zonas B y C, en las 3ª y 4ª de las líneas de categoría especial.

Veamos las ecuaciones a utilizar en el cálculo de las cargas verticales o permanentes que gravitan sobre el apoyo.

10.4.1.1.1 Hipótesis de viento

Para esta hipótesis de viento tendremos:

$$V_{Viento} = p * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + c_v * [tg(n_1) \pm tg(n_2)] \right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

V_{Viento}: Cargas verticales por conductor y fase en daN.

p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.

a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

CV: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

n1: Pendiente del vano anterior.

n2: Pendiente del vano posterior.

PCAD: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.

NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Se debe recordar en este punto la ecuación de cálculo de la constante de la catenaria.

$$C = \frac{T}{p}$$

En donde:

C: Constante de la catenaria en m.

T: Tensión mecánica en daN.

p: Peso del conductor en daN/m.

Que para las condiciones de cálculo de la hipótesis de viento quedará en la siguiente forma.

$$C_v = \frac{T_v}{p_v}$$

En donde:

CV: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

TV: Componente horizontal de la tensión a la temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

pV: Sobrecarga del conductor en las condiciones de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

El valor de la sobrecarga debida a la acción del viento se obtiene utilizando la siguiente ecuación:

$$p_V = \sqrt{p^2 + (v * d)^2}$$

En donde:

- p_V*: Sobrecarga de viento en daN/m.
p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.
d: Diámetro en m del conductor.

Para el cálculo de las dos tangentes utilizaremos las siguientes expresiones:

$$tg(n_1) = \frac{h_1}{a_1}$$

$$tg(n_2) = \frac{h_2}{a_2}$$

En donde:

- a₁*: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
a₂: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
h₁: Desnivel del vano anterior al apoyo en m.
h₂: Desnivel del vano posterior al apoyo en m.

10.4.1.1.2 Hipótesis de hielo

Para la hipótesis de hielo tendremos:

$$V_{Hielo} = p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H * [tg(n_1) \pm tg(n_2)] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

(A.C.1)

En donde:

- V_{Hielo}*: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
p_H: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
a₁: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
a₂: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
T₀: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.
n₁: Pendiente del vano anterior.
n₂: Pendiente del vano posterior.
P_{CAD}: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
N_{CAD}: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El cálculo de la sobrecarga de hielo se obtiene utilizando las siguientes expresiones para las zonas B y C.

$$p_H = p + M_H * \sqrt{d}$$

En donde:

- ph*: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- p*: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
- MH*: Manguito de hielo mínimo según zona en daN.
- d*: Diámetro del conductor en mm.

El manguito de hielo tendrá un valor mínimo de 0,18 daN/m y 0,36 daN/m para las zonas B y C respectivamente, por último *d* es el valor del diámetro del conductor.

Para altitudes superiores a 1500 m, ha de justificarse el valor del manguito de hielo mediante estudios realizados sobre la zona por donde transcurre la línea, no pudiendo en ningún caso considerar valores inferiores a los indicados anteriormente.

10.41.1.3 Hipótesis combinada de viento y hielo

En este caso utilizaremos.

$$V_{V+H} = p_H * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + c_{VH} * [tg(n_1) \pm tg(n_2)] \right) + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- VV+H*: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph*; Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a1*: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2*: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- CVH*: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.
- n1*: Pendiente del vano anterior.
- n2*: Pendiente del vano posterior.
- PCAD*: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD*: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta ocasión la constante de catenaria se tendrá que calcular en las condiciones de viento más hielo según sigue:

$$C_V = \frac{T_{VH}}{P_{VH}}$$

En donde:

- CV*: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como minino, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

CVH: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C , en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.

pVH: Sobrecarga del conductor en las condiciones de viento y hielo combinado según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.

La sobrecarga de viento más hielo, se obtiene como muestra la siguiente ecuación:

$$p_{VH} = \sqrt{p_H^2 + (V_{VH} * d_{MH})^2}$$

En donde:

pVH: Sobrecarga de viento mas hielo en daN/m.

ph: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

dMH: Diámetro en m del manguito de hielo en m.

10.4.1.2 Esfuerzos producidos por la acción de los conductores sobre los apoyos

10.4.1.2.1 Esfuerzo del viento

El esfuerzo del viento sobre los conductores de la línea eléctrica se considera que actúa en la dirección perpendicular a esta, la ecuación que permite el cálculo del esfuerzo del viento sobre los conductores es la siguiente.

$$E_V = \frac{a_1 + a_2}{2} * v * d + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

En donde:

EV: Esfuerzo del viento sobre los conductores de la línea en daN.

d: Diámetro del conductor en m.

v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.

a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.

EVCAD: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Esta ecuación es válida para apoyos que tengan sus vanos orientados en la dirección de la línea como ocurre en los apoyos de alineación en suspensión, amarre y ángulo, además de principio/final de línea. Pero en los apoyos de ángulo la acción del viento no se produce en la dirección perpendicular a la línea eléctrica, sino que lo hace en la dirección de la bisectriz del ángulo que forma la línea. Por tanto, será necesario en estos casos multiplicar el esfuerzo anterior por un coeficiente modificándose por tanto la ecuación para el cálculo del esfuerzo del viento en la siguiente forma para los apoyos de ángulo.

$$E_V = \frac{a_1 + a_2}{2} * v * d * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- EV:* Esfuerzo del viento sobre los conductores de la línea en daN.
- d:* Diámetro del conductor en m.
- v:* Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- β:* Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.
- α:* Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.
- EVCAD:* Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

10.4.1.2.2 Desequilibrio de tracciones

El desequilibrio de tracciones actúa en la dirección de la línea y se calcula mediante la siguiente expresión.

$$D_T = \%P * T$$

En donde:

- DT:* Esfuerzo producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
- P:* Porcentaje de cálculo según Reglamento en su ITC-LAT 07 en su apartado 3.1.4, este porcentaje será del 8% para tensiones inferiores o iguales a 66 kV y 15% para tensiones superiores a 66 kV en apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión, 15% para tensiones inferiores o iguales a 66 kV y 25% para tensiones superiores a 66 kV en apoyos de alineación y ángulo con cadenas de amarre, 100% para apoyos de final/principio de línea y 50% para apoyos de anclaje.
- T0:* Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Los apoyos de amarre y anclaje, tanto en alineación como ángulo dividen dos alineaciones sucesivas de la línea por lo cual en cada uno de sus lados existe una componente horizontal diferente de la tensión, de esta forma el criterio de cálculo seguido en estos tipos de apoyos es utilizar en la ecuación anterior el valor de la componente horizontal de la tensión máxima mayor de las dos alineaciones anterior y posterior al apoyo en cuestión, obteniendo así el esfuerzo mayor que se podría producir por desequilibrio de tracciones.

Esta ecuación solo es válida para apoyos metálicos de sección cuadrada que son los utilizados en esta línea.

10.4.1.2.3 Rotura de conductores

Según lo indicado anteriormente en esta memoria se puede prescindir del cálculo del esfuerzo de torsión de rotura de conductores para los apoyos de suspensión y amarre, si se cumplen las condiciones impuestas en la ITC-LAT 07 en su punto 3.5.3. Por el contrario, si se calculan para los apoyos de anclaje, final/principio de línea en todas las ocasiones.

Como indica el Reglamento en su ITC-LAT 07 apartado 3.1.5, se deberá calcular el esfuerzo de torsión producido por la rotura de un conductor, para calcular el esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores utilizaremos la siguiente expresión.

$$R_C = \%P * T_0$$

En donde:

- RC: *Esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores en daN.*
P: *Porcentaje de cálculo según Reglamento en su ITC-LAT 07 en su apartado 3.1.4, este porcentaje será del 100% para apoyos de final/principio de línea, 100% para apoyos de anclaje, 100% para apoyos de amarre y 50% para apoyos de suspensión de ángulo o alineación.*
T0: *Componente horizontal máxima de la tensión en daN.*

10.4.1.2.4 Resultante de ángulo

En los apoyos de ángulo es necesario calcular la resultante de ángulo para las hipótesis 1ª y 2ª, correspondiente a las condiciones de viento, hielo y en caso de estar presente en viento más hielo. También será necesario en la 3ª y 4ª hipótesis. Las ecuaciones de cálculo de la resultante de ángulo son las siguientes.

Hipótesis de viento

Esta ecuación se aplicará en la 1ª hipótesis de la zona A, B y C, así como en la 3ª y 4ª hipótesis de la zona A. La ecuación es la siguiente.

$$R_{AV} = \sqrt{\left[(T_{V1} + T_{V2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2 + \left[(T_{V1} - T_{V2}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2}$$

En donde:

- RAV: *Resultante de ángulo en las condiciones de viento en daN.*
TV: *Componente horizontal de la tensión a la temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, como mínimo en zonas A, B y C respectivamente, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en los vanos de regulación anterior y posterior identificados con el subíndice 1 y 2 respectivamente.*
α: *Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.*

Hipótesis de hielo

En este caso la expresión que sigue a continuación será aplicable en la 2ª hipótesis de hielo en las zonas B y C, así como en la 3ª y 4ª hipótesis en líneas de categoría no especial en zonas B y C.

$$R_{AH} = \sqrt{\left[(T_{H1} + T_{H2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2 + \left[(T_{H1} - T_{H2}) * \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2}$$

En donde:

RAH: Resultante de ángulo en las condiciones de hielo en daN.

TH: Componente horizontal de la tensión bajo las condiciones de temperatura -15°C como mínimo y sobrecarga debida al hielo según zona para la zona B, y -20°C como mínimo y sobrecarga debida al hielo según zona para la zona C en daN, en los vanos de regulación anterior y posterior identificados con el subíndice 1 y 2 respectivamente.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

Hipótesis combinada de viento más hielo

Si esta hipótesis es considerada en líneas de categoría no especial, se aplicará la ecuación de cálculo en la 2ª hipótesis de viento más hielo en zonas B y C. En líneas de categoría especial, se aplicará además de la anteriormente mencionada de 2ª hipótesis de viento más hielo en la 3ª y 4ª para línea situadas en zonas B y C.

$$R_{AVH} = \sqrt{\left[(T_{VH1} + T_{VH2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2 + \left[(T_{VH1} - T_{VH2}) * \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2}$$

En donde:

RAH: Resultante de ángulo en las condiciones de viento mas hielo en daN.

TVH: Componente horizontal de la tensión bajo las condiciones de temperatura -15°C como mínimo y sobrecarga debida al viento mas hielo según zona para la zona B, y -20°C como mínimo y sobrecarga debida al viento mas hielo según zona para la zona C en daN, en los vanos de regulación anterior y posterior identificados con el subíndice 1 y 2 respectivamente.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

10.4.1.25 Desviación de la cadena de aisladores en apoyos de alineación-suspensión por la acción del viento

Es necesario calcular el ángulo máximo que se desvían las cadenas de aisladores del tipo suspensión bajo la acción del viento para que los conductores y sus partes en tensión nunca superen la distancia mínima a los apoyos.

Para el cálculo de esta desviación de las cadenas de aisladores se considerará según ITC-LAT 07 apartado 5.4.2 del Reglamento una presión debida a la mitad de la acción del

viento, la ecuación que proporciona el ángulo que se desvían las cadenas de alineación debido a la acción del viento en los apoyos de alineación es la siguiente.

$$\tan(\gamma) = \frac{\frac{v}{2} * d * \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{E_{V_{Cad}}}{2}}{p * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{VM} * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) + \frac{P_{Cad}}{2}}$$

En donde:

- γ : Ángulo de desviación de la cadena de aisladores en apoyos de alineación bajo la acción del viento.
- d : Diámetro del conductor en m.
- v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m² para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m² para conductores con un diámetro superior a 16 mm.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- T_{VM} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, para las zonas A, B y C respectivamente y sobrecarga debida a la mitad de la presión del viento, con una velocidad de 120 km/h en daN.
- p : Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
- n_1 : Pendiente del vano anterior.
- n_2 : Pendiente del vano posterior.
- $PCAD$: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- $E_{V_{Cad}}$: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.

10.4.1.2.6 Desviación de la cadena de aisladores en apoyos de ángulo-suspensión por la acción del viento

En este caso la ecuación a aplicar es.

$$\tan(\gamma) = \frac{2 * T_{VM} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + \frac{v}{2} * d * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + \frac{E_{V_{Cad}}}{2}}{p * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{VM} * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) + \frac{P_{Cad}}{2}}$$

En donde:

- γ : Ángulo de desviación de la cadena de aisladores en apoyos de alineación bajo la acción del viento.
- d : Diámetro del conductor en m.
- v : Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m² para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m² para conductores con un diámetro superior a 16 mm.
- a_1 : Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a_2 : Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- T_{VM} : Componente horizontal de la tensión en las condiciones de temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, para las zonas A, B y C respectivamente y sobrecarga debida a la mitad de la presión del viento, con una velocidad de 120 km/h en daN.

- p*: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
n1: Pendiente del vano anterior.
n2: Pendiente del vano posterior.
PCAD: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
EVcad: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.
 β : Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.
 α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

10.4.1.3 Cálculo de los esfuerzos que actúan sobre los apoyos

En este apartado se va a tratar el cálculo de los apoyos con sus diferentes hipótesis según fija el Reglamento en su ITC-LAT 07 apartado 3.5.3. Para ello se van a exponer el cálculo de los diferentes tipos de apoyos que fija este artículo del Reglamento.

En estos apartados se van a desarrollar los esfuerzos para el conductor de fase, si la línea estuviera construida con conductor de tierra, los cálculos serían análogos, simplemente con cambiar los parámetros del conductor de tierra por los del conductor de fase.

10.4.1.3.1 Apoyo de alineación-suspensión

1ª hipótesis viento

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar, las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V*: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
CV: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.
n1: Pendiente del vano anterior.
n2: Pendiente del vano posterior.
PCAD: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.
- d: Diámetro del conductor en m.
- v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.
- a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- EVCAD: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.
- NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

2ª hipótesis hielo

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no está presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- TH: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en daN.
- n1: Pendiente del vano anterior.
- n2: Pendiente del vano posterior.
- PCAD: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Los esfuerzos transversal y longitudinal no aplican para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis viento más hielo

Esta hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_H * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH} * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph;* Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- CVH:* Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.
- n1:* Pendiente del vano anterior.
- n2:* Pendiente del vano posterior.
- PCAD:* Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue.

$$T = d_M * v_{60} * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD60} * N_{CAD}$$

En donde:

- T:* Esfuerzo transversal en daN.
- dM:* Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.
- v60:* Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- EVCAD60:* Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar, el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario, para las zonas B y C se procederá como para la 2ª hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo, en líneas de categoría no especial, y como la 2ª hipótesis de viento más hielo en las líneas de categoría especial.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular es esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.1, cuyo valor es el 8% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 15% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto, el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

$$L = \frac{8}{100} * T_0$$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

4ª hipótesis rotura de conductores

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.
- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De no cumplirse alguna de estas premisas, o bien cumpliéndose todas y optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$$L = \frac{50}{100} * T_0$$

En donde:

- L:* Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.
- T0:* Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo. Y el vertical será el mismo que para la tercera hipótesis.

10.4.1.3.2 Apoyo de alineación-amarre

1ª hipótesis viento

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} * \tan(n_1) - C_{V2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p:* Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- CV1:* Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.
- CV2:* Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.
- n1:* Pendiente del vano anterior.
- n2:* Pendiente del vano posterior.
- PCAD:* Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.*
d: Diámetro del conductor en m.
v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.
a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
EVCAD: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.
NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

2ª hipótesis hielo

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{H1} * \tan(n_1) - T_{H2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.*
ph: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
TH1: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.
TH2: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.
n1: Pendiente del vano anterior.
n2: Pendiente del vano posterior.
PCAD: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo transversal y longitudinal no aplican para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis viento más hielo

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_{HF} * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH1} * \tan(n_1) - C_{VH2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph;* Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- CVH1:* Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.
- CVH2:* Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación posterior.
- n1:* Pendiente del vano anterior.
- n2:* Pendiente del vano posterior.
- PCAD:* Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue.

$$T = d_M * v_{60} * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD60} * N_{CAD}$$

En donde:

- T:* Esfuerzo transversal en daN.
- dM:* Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.
- v60:* Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- EVCAD60:* Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar, el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2ª hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones

de hielo para líneas de categoría no especial y la 2ª de viento mas hielo en líneas de categoría especial.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular es esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.2, cuyo valor es el 15% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 25% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{25}{100} * T_0$$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

4ª hipótesis rotura de conductores

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.
- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De no cumplirse alguna de estas premisas, o bien cumpliéndose todas y optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$$L = T_0$$

En donde:

*L: Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.
T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.*

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo. Y el vertical será el mismo que para la tercera hipótesis.

10.4.1.3.3 Apoyo de alineación-anclaje

1ª hipótesis viento

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} * \tan(n_1) - C_{V2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.*
- p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.*
- a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.*
- a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.*
- CV1: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.*
- CV2: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.*
- n1: Pendiente del vano anterior.*
- n2: Pendiente del vano posterior.*
- PCAD: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.*
- NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.*

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

(A.C.2)

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.*
- d: Diámetro del conductor en m.*

- v:* Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- EVCAD:* Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

2ª hipótesis hielo

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{H1} * \tan(n_1) - T_{H2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph:* Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- TH1:* Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.
- TH2:* Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.
- n1:* Pendiente del vano anterior.
- n2:* Pendiente del vano posterior.
- PCAD:* Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo transversal y longitudinal no aplican para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis viento más hielo

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_{HF} * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH1} * \tan(n_1) - C_{VH2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph:* Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- CVH1:* Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.
- CVH2:* Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación posterior.
- n1:* Pendiente del vano anterior.
- n2:* Pendiente del vano posterior.
- PCAD:* Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue.

$$T = d_M * v_{60} * \frac{a_1 + a_2}{2} + E_{VCAD60} * N_{CAD}$$

En donde:

- T:* Esfuerzo transversal en daN.
- dM:* Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.
- v60:* Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- EVCAD60:* Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2ª hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo para líneas de categoría no especial y la 2ª de viento mas hielo en líneas de categoría especial.

Para calcular el esfuerzo por desequilibrio de tracciones utilizaremos la expresión propuesta anteriormente, y que según ITC-LAT 07 apartado 3.1.4.3 del Reglamento tiene un porcentaje del 50%.

$$L = \frac{50}{100} T_0$$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

4ª hipótesis rotura de conductores

Al contrario de lo que sucedía con los dos tipos de apoyos anteriores para los de amarre o suspensión si será necesario calcular la hipótesis de rotura de conductores en cualquiera de las tres zonas de cálculo reglamentarias. En primer lugar se tendrán que calcular los esfuerzos verticales que como en la hipótesis anterior si la línea transcurre por la zona A se calcularán igual que las correspondientes a la primera hipótesis, y como las correspondientes a la segunda hipótesis si la línea transcurre por las zonas B y C de cálculo reglamentarias, en función de si la línea es o no de categoría especial.

Según fija en la ITC-LAT 07 apartado 3.1.5.4 del Reglamento será la correspondiente a la rotura de un conductor sin reducción de esfuerzo. Por tanto la expresión de cálculo quedará.

$$L = T_0$$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.
T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo. Y el vertical será el mismo que para la tercera hipótesis.

10.4.1.3.4 Apoyo de ángulo-suspensión

1ª hipótesis viento

La hipótesis de viento se tendrá que calcular en la tres zonas de cálculo reglamentarias, en las condiciones de -5°C, -10°C y -15°C de temperatura, para las zonas A, B y C y con la sobrecarga correspondiente a la presión del viento.

En primer lugar según la ITC-LAT 07 3.5.3 del Reglamento se tendrán que calcular los esfuerzos verticales, para ello utilizaremos la ecuación correspondiente a la hipótesis de viento.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_V * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V*: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p*: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
- a1*: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2*: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- CV*: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07.
- n1*: Pendiente del vano anterior.
- n2*: Pendiente del vano posterior.
- PCAD*: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD*: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores. Además en este caso al ser un apoyo de ángulo será necesario valorar también la resultante de ángulo, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD} * N_{CAD} + 2 * T_V * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

En donde:

- T*: Esfuerzo transversal en daN.
- d*: Diámetro del conductor en m.
- v*: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.
- a1*: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2*: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- EVCAD*: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.
- NCAD*: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.
- TV*: Componente horizontal en las condiciones de viento en daN.
- β*: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.
- α*: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis hielo

La segunda hipótesis de cálculo para apoyos de ángulo solo será necesario su cálculo en las zonas B y C reglamentarias ya que en la zona A no existe la hipótesis de hielo. En primer lugar se tendrán que calcular las cargas permanentes aplicando la ecuación correspondiente a las condiciones de hielo.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_H * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph:* Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- T0:* Componente horizontal máxima de la tensión en daN.
- n1:* Pendiente del vano anterior.
- n2:* Pendiente del vano posterior.
- PCAD:* Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Al ser un apoyo de ángulo si aplica el esfuerzo transversal, que en este caso será.

$$T = 2 * T_H * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

En donde:

- T:* Esfuerzo transversal en daN.
- TH:* Componente horizontal de la tensión en condiciones de hielo en daN.
- α:* Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis viento más hielo

Esta hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_H * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH} * (\tan(n_1) - \tan(n_2)) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph:* Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.

- a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.*
- CVH: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07.*
- n1: Pendiente del vano anterior.*
- n2: Pendiente del vano posterior.*
- PCAD: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.*
- NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.*

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal, que combinará el esfuerzo por viento sobre el manguito de hielo más la resultante de ángulo correspondiente, y deberá calcular como sigue.

$$T = d_{MH} * v_{60} * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD60} * N_{CAD} + 2 * T_{VH} * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.*
- dM: Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.*
- v60: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.*
- a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.*
- a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.*
- EVCAD60: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.*
- NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.*
- TVH: Componente horizontal en las condiciones de viento mas hielo en daN.*
- β: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.*
- α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.*

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar, el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2ª hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo, en líneas de categoría no especial, y como la 2ª hipótesis de viento mas hielo en las líneas de categoría especial.

También es necesario calcular el esfuerzo transversal debido a la resultante de ángulo, que este caso corresponde según sigue.

$$T = 2 * T_0 * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.
 T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.
 α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular el esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.1, cuyo valor es el 8% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 15% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

$$L = \frac{8}{100} * T_0$$

En donde:

- L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
 T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$

En donde:

- L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
 T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

4ª hipótesis rotura de conductores

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.
- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De no cumplirse alguna de estas premisas, o bien cumpliéndose todas y optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$$L = \frac{50}{100} * T_0$$

En donde:

- L:* Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.
T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Los esfuerzos verticales y transversales serán los mismos que para la tercera hipótesis.

10.4.1.3.5 Apoyo de ángulo-amarre

1ª hipótesis viento

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} * \tan(n_1) - C_{V2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
CV1: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.
CV2: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.
n1: Pendiente del vano anterior.
n2: Pendiente del vano posterior.
PCAD: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores. En este caso habrá que combinarlo con la acción de la resultante de ángulo que se produce en este tipo de apoyos, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD} * N_{CAD} + \sqrt{\left[(T_{V1} + T_{V2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{V1} - T_{V2}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.*
- d: Diámetro del conductor en m.*
- v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.*
- a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.*
- a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.*
- EVCAD: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.*
- NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.*
- TV1: Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.*
- TV2: Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.*
- β: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.*
- α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.*

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

2ª hipótesis hielo

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{H1} * \tan(n_1) - T_{H2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.*
- ph: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.*
- a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.*
- a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.*
- TH1: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.*
- TH2: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.*
- n1: Pendiente del vano anterior.*
- n2: Pendiente del vano posterior.*

PCAD: *Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.*
 NCAD: *Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.*

También es necesario calcular el esfuerzo transversal debido a la resultante de ángulo, que este caso corresponde según sigue.

$$T = \sqrt{\left[(T_{H1} + T_{H2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2 + \left[(T_{H1} - T_{H2}) * \operatorname{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2}$$

En donde:

- T: *Esfuerzo transversal en daN.*
 TH1: *Componente horizontal máxima de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.*
 TH2: *Componente horizontal máxima de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.*
 α : *Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.*

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis viento mas hielo

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_{HF} * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH1} * \tan(n_1) - C_{VH2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V: *Cargas verticales por conductor y fase en daN.*
 ph; *Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.*
 a1: *Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.*
 a2: *Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.*
 CVH1: *Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.*
 CVH2: *Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación posterior.*
 n1: *Pendiente del vano anterior.*
 n2: *Pendiente del vano posterior.*
 PCAD: *Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.*
 NCAD: *Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.*

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue, combinando el esfuerzo del viento sobre el manguito de hielo mas la resultante de ángulo correspondiente.

$$T = d_{MH} * v_{F60} * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD\ 60} * N_{CAD} + \sqrt{\left[(T_{VH1} + T_{VH2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{VH1} - T_{VH2}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.*
- dM: Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.*
- v60: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.*
- a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.*
- a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.*
- EVCAD60: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.*
- NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.*
- TVH1: Componente horizontal de la tensión en condiciones de viento mas hielo en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.*
- TVH2: Componente horizontal de la tensión en condiciones de viento mas hielo en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.*
- β: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.*
- α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.*

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2ª hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo para líneas de categoría no especial y la 2ª de viento mas hielo en líneas de categoría especial.

En cuanto al esfuerzo transversal será en correspondiente a la resultante de ángulo en las condiciones de esta tercera hipótesis, según sigue:

$$T = \sqrt{\left[(T_{01} + T_{02}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{01} - T_{02}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.
 T01: Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.
 T02: Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.
 α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

En esta 3ª hipótesis de cálculo se deberá calcular el esfuerzo correspondiente al desequilibrio de tracciones, correspondiente al esfuerzo longitudinal. El porcentaje que fija el Reglamento ITC-LAT 07 3.1.4.2, cuyo valor es el 15% para líneas con tensión nominal igual o inferior a 66 kV, y el 25% para líneas con tensión superior a 66 kV, por tanto el esfuerzo resultante por desequilibrio de tracciones para apoyos de alineación será, para el primer tipo de líneas:

$$L = \frac{15}{100} * T_0$$

En donde:

- L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
 T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Y para el segundo tipo:

$$L = \frac{25}{100} * T_0$$

En donde:

- L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
 T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

4ª hipótesis rotura de conductores

Se puede prescindir de la 4ª hipótesis en las líneas de tensión nominal hasta 66 kV según la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento cumpliendo las siguientes condiciones.

- Carga de rotura del conductor inferior a 6600 daN.
- Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de tres como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada tres kilómetros como máximo.

De no cumplirse alguna de estas premisas, o bien cumpliéndose todas y optar por el cálculo de la 4ª hipótesis, el esfuerzo será correspondiente al longitudinal y se deberá realizar su cálculo de acuerdo a la siguiente expresión, con un porcentaje de cálculo del 50 por ciento:

$$L = T_0$$

En donde:

- L*: Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.
T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

Los esfuerzos verticales y transversales serán los mismos que para la tercera hipótesis.

10.4.1.3.6 Apoyo de ángulo-anclaje

1ª hipótesis viento

La 1ª hipótesis de cálculo es común a las tres zonas de cálculo. En primer lugar las tablas de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3, obliga al cálculo de los verticales, deberemos utilizar la ecuación de que permite el cálculo de estas cargas en las condiciones de viento y temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, respectivamente en las zonas A, B y C, dicha ecuación es la siguiente.

$$V = p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} * \tan(n_1) - C_{V2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V*: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
p: Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
CV1: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.
CV2: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.
n1: Pendiente del vano anterior.
n2: Pendiente del vano posterior.
PCAD: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En cuanto a esfuerzos transversales, la primera hipótesis indica que se debe calcular el esfuerzo correspondiente a la acción del viento sobre conductores y cadena de aisladores. En este caso habrá que combinarlo con la acción de la resultante de ángulo que se produce en este tipo de apoyos, para ello se utilizará la ecuación que se expone seguidamente.

$$T = d * v * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD} * N_{CAD} + \sqrt{\left[(T_{V1} + T_{V2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2 + \left[(T_{V1} - T_{V2}) * \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2}$$

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.*
d: Diámetro del conductor en m.
v: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.
a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
EVCAD: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.
NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.
TV1: Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.
TV2: Componente horizontal en las condiciones de viento en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.
β: Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.
α: Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

2ª hipótesis hielo

Esta hipótesis solo se calculará para las zonas B y C ya que en la zona A no estar presente el hielo. Para los apoyos de alineación solo será necesario calcular el valor del esfuerzo vertical, ya que tanto el esfuerzo transversal como el longitudinal no se aplican en esta hipótesis, como se indica en la tabla de la ITC-LAT 07 apartado 3.5.3 del Reglamento, por tanto en este caso se utilizará la ecuación correspondiente a la hipótesis de hielo y que es la siguiente.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{H1} * \tan(n_1) - T_{H2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.*
ph: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
TH1: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.
TH2: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.
n1: Pendiente del vano anterior.
n2: Pendiente del vano posterior.
PCAD: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

También es necesario calcular el esfuerzo transversal debido a la resultante de ángulo, que este caso corresponde según sigue.

$$T = \sqrt{\left[(T_{H1} + T_{H2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2 + \left[(T_{H1} - T_{H2}) * \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right]^2}$$

En donde:

- T:* Esfuerzo transversal en daN.
- TH1:* Componente horizontal máxima de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.
- TH2:* Componente horizontal máxima de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.
- α:* Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

2ª hipótesis viento mas hielo

Está hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

$$V = p_H * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{VH1} * \tan(n_1) - C_{VH2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph;* Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- CVH1:* Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.
- CVH2:* Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación posterior.
- n1:* Pendiente del vano anterior.
- n2:* Pendiente del vano posterior.
- PCAD:* Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue, combinando el esfuerzo del viento sobre el manguito de hielo mas la resultante de ángulo correspondiente.

$$T = d_{MH} * v_{F60} * \frac{a_1 + a_2}{2} * \cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{VCAD 60} * N_{CAD} + \sqrt{\left[(T_{VH1} + T_{VH2}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{VH1} - T_{VH2}) * \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

En donde:

- T:* Esfuerzo transversal en daN.
- dM:* Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.
- v60:* Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- EVCAD60:* Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.
- TVH1:* Componente horizontal de la tensión en condiciones de viento mas hielo en el vano de regulación anterior al apoyo en daN.
- TVH2:* Componente horizontal de la tensión en condiciones de viento mas hielo en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.
- β:* Valor del ángulo llano, si se utilizan grados sexagesimales le corresponderá un valor de 180 y si se utilizan grados centesimales le corresponderá un valor de 200.
- α:* Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

El esfuerzo longitudinal para esta hipótesis no aplica.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

La hipótesis de desequilibrio de tracciones se deberá calcular en las tres zonas de cálculo, pero con valores de temperatura y sobrecarga diferente en cada una de ellas.

En primer lugar el Reglamento obliga a calcular el esfuerzo vertical, para la zona A de cálculo se procederá como para la 1ª hipótesis de cálculo, por el contrario para las zonas B y C se procederá como para la 2ª hipótesis de cálculo correspondiente a las condiciones de hielo para líneas de categoría no especial y la 2ª de viento mas hielo en líneas de categoría especial.

En cuanto al esfuerzo transversal será en correspondiente a la resultante de ángulo en las condiciones de esta tercera hipótesis, según sigue:

$$T = \sqrt{\left[(T_{01} + T_{02}) * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2 + \left[(T_{01} - T_{02}) * \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]^2}$$

En donde:

- T:* Esfuerzo transversal en daN.
- T01:* Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de

regulación anterior al apoyo en daN.

T02: Componente horizontal de la tensión en condiciones de la tercera hipótesis en el vano de regulación posterior al apoyo en daN.

α : Ángulo interno formado por las dos alineaciones en las unidades correspondientes.

Para calcular el esfuerzo por desequilibrio de tracciones utilizaremos la expresión propuesta anteriormente, y que según ITC-LAT 07 apartado 3.1.4.3 del Reglamento tiene un porcentaje del 50%.

$$L = \frac{50}{100} T_0$$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo.

4ª hipótesis rotura de conductores

Al contrario de lo que sucedía con los dos tipos de apoyos anteriores para los de amarre o suspensión si será necesario calcular la hipótesis de rotura de conductores en cualquiera de las tres zonas de cálculo reglamentarias. En primer lugar se tendrán que calcular los esfuerzos verticales que como en la hipótesis anterior si la línea transcurre por la zona A se calcularán igual que las correspondientes a la primera hipótesis, y como las correspondientes a la segunda hipótesis si la línea transcurre por las zonas B y C de cálculo reglamentarias, en función de si la línea es o no de categoría especial.

Según fija en la ITC-LAT 07 apartado 3.1.5.4 del Reglamento será la correspondiente a la rotura de un conductor sin reducción de esfuerzo. Por tanto la expresión de cálculo quedará.

$$L = T_0$$

En donde:

L: Esfuerzo longitudinal producido por la rotura de conductores en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El esfuerzo transversal no aplica para esta hipótesis de cálculo. Y el vertical será el mismo que para la tercera hipótesis.

10.4.1.3.7 Apoyo principio/final de línea

1ª hipótesis viento

Como en los demás apoyos la primera hipótesis de cálculo será aplicable en las tres zonas de cálculo, pero en este caso como ocurría con el apoyo de ángulo actúan dos esfuerzos simultáneamente como se verá mas adelante. En primer lugar se deberá calcular el esfuerzo vertical debido a la acción del viento sobre conductores y cadenas de aisladores, a la temperatura de -5°C, -10°C y -15°C, para las zonas A, B y C, cuya expresión es la que sigue.

- Principio de línea.

$$V = p * \left[\frac{a_2}{2} - C_{V2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p:* Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- CV2:* Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación posterior.
- n2:* Pendiente del vano posterior.
- PCAD:* Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

- Final de línea.

$$V = p * \left[\frac{a_1}{2} + C_{V1} * \tan(n_1) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- p:* Peso por metro lineal del conductor en daN/m.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- CV1:* Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -5°C, -10°C y -15°C, en zonas A, B y C respectivamente como mínimo, y sobrecarga de viento según el apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07, en el vano de regulación anterior.
- n1:* Pendiente del vano anterior.
- PCAD:* Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Como se dijo anteriormente en esta hipótesis se dan simultáneamente dos esfuerzos que son la presión del viento sobre conductores y cadena de aisladores y el desequilibrio de tracciones. En primer lugar calcularemos el esfuerzo transversal debido a la acción del viento, para los conductores utilizaremos la ecuación que sigue.

$$T = d * v * \frac{a}{2} + E_{VCAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- T:* Esfuerzo transversal en daN.
- d:* Diámetro del conductor en m.
- v:* Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1.
- a:* Longitud proyectada del vano en m.
- EVCAD:* Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Seguidamente tendremos que calcular el esfuerzo longitudinal por desequilibrio de tracciones, que en este caso de la primera hipótesis se tendrá que calcular bajo las condiciones de -5°C, -10°C y -15°C de temperatura, para las zonas A, B y C y con la sobrecarga correspondiente a la presión del viento, por otra parte el porcentaje a aplicar en este tipo de apoyos según al ITC-LAT 07 apartado 3.1.4.4 del Reglamento será del cien por cien de las tracciones unilaterales de los conductores, así pues la ecuación quedará en la forma.

$$L = \%P * T_0$$

En donde:

- L:* Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
- T0:* Componente horizontal máxima de la tensión en la hipótesis en daN.

2ª hipótesis hielo

La segunda hipótesis para el apoyo final/principio de línea difiere un poco de las de los demás apoyos ya que en ella se integra el cálculo del esfuerzo debido al desequilibrio de tracciones. En primer lugar se tendrá que calcular los esfuerzos verticales que gravitan sobre el apoyo, como en anteriores casos utilizaremos la ecuación propuesta para el caso de la hipótesis de hielo, dicha ecuación es la que sigue.

- Principio de línea.

$$V = \left[p_H * \frac{a_2}{2} - T_{H2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph:* Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a2:* Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- TH2:* Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.
- n2:* Pendiente del vano posterior.
- PCAD:* Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

- Final de línea.

$$V = \left[p_H * \frac{a_1}{2} + T_{H1} * \tan(n_1) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V:* Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph:* Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a1:* Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- TH1:* Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación anterior en daN.
- n1:* Pendiente del vano anterior.
- PCAD:* Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD:* Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Aquí tenemos también que calcular el esfuerzo longitudinal por desequilibrio de tracciones de acuerdo a la siguiente expresión.

$$L = \%P * T_0$$

En donde:

- L:* Esfuerzo longitudinal producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
- T0:* Componente horizontal máxima de la tensión a aplicar en la hipótesis en daN.

2ª hipótesis viento mas hielo

Esta hipótesis es opcional en las líneas de categoría no especial, y obligatoria en las de categoría especial. Si está presente, se tendrán que calcular los esfuerzos verticales según.

- Principio de línea.

$$V = p_H * \left[\frac{a_2}{2} - C_{VH2} * \tan(n_2) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph: Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a2: Longitud proyectada del vano posterior al apoyo en m.
- TH2: Componente horizontal de la tensión en las condiciones de hielo en el vano de regulación posterior en daN.
- n2: Pendiente del vano posterior.
- PCAD: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

$$V = p_H * \left[\frac{a_1}{2} + C_{VH1} * \tan(n_1) \right] + P_{CAD} * N_{CAD}$$

En donde:

- V: Cargas verticales por conductor y fase en daN.
- ph; Peso por metro lineal del conductor mas la sobrecarga de hielo según zona de cálculo en daN/m.
- a1: Longitud proyectada del vano anterior al apoyo en m.
- CVH1: Constante de catenaria en las condiciones de temperatura -15°C y -20°C, en zonas B y C respectivamente, y sobrecarga de viento mas hielo según el apartado 3.1.2.1 de la ITC-LAT 07 en el vano de regulación anterior.
- n1: Pendiente del vano anterior.
- PCAD: Peso de la cadena de aisladores dispuesta en el apoyo en daN.
- NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

En esta hipótesis también aplica el esfuerzo transversal que se deberá calcular como sigue, combinando el esfuerzo del viento sobre el manguito de hielo mas la resultante de ángulo correspondiente.

$$T = d_{MH} * v_{60} * \frac{a}{2} + E_{VCAD60} * N_{CAD}$$

En donde:

- T: Esfuerzo transversal en daN.
- dMH: Diámetro del conductor con el manguito de hielo en m.
- v60: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1, a una velocidad mínima de 60 km/h.
- a: Longitud proyectada del vano en m.
- EVCAD60: Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores a 60 km/h mínimo en daN.

NCAD: Número de cadenas de aisladores instaladas en el apoyo por fase.

Aquí tenemos también que calcular el esfuerzo longitudinal por desequilibrio de tracciones de acuerdo a la siguiente expresión.

$$L = T_0$$

En donde:

- L*: Esfuerzo producido por el desequilibrio de tracciones en daN.
T0: Componente horizontal máxima de la tensión a aplicar en la hipótesis en daN.

3ª hipótesis desequilibrio de tracciones

Esta hipótesis queda anulada en este tipo de apoyos ya que como se ha visto en anteriores apartados queda integrada dentro de la primera y segunda hipótesis por tanto ya está calculada y el Reglamento prescinde de ella.

4ª hipótesis rotura de conductores

Esta hipótesis es de obligado cálculo en las tres hipótesis reglamentarias, en primer lugar se tendrán que calcular los esfuerzos verticales, que para el caso de la zona A se procederá de la igual forma que en la primera hipótesis y para las zonas B y C de igual forma que en la segunda hipótesis de cálculo en las líneas de categoría no especial y como la segunda de viento mas hielo en líneas de categoría especial.

El porcentaje a aplicar en el cálculo de esta hipótesis según dicta el Reglamento en su ITC-LAT 07 apartado 3.1.5.4, es del cien por cien, por tanto la ecuación a utilizar es la siguiente.

$$L = T_0$$

En donde:

- L*: Esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores en daN.
T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

El número de conductores que actúan sobre el apoyo será de uno, excepto en el caso del montaje tresbolillo que serán dos, ya que al romper el conductor que se encuentra solo en uno de los lados, son dos conductores los que no encuentran equilibrio, por tanto son los que producen momento de torsión sobre el apoyo, por tanto en este caso del montaje tresbolillo la rotura de conductores se obtendrá.

$$L = T_0 * 2$$

En donde:

L: Esfuerzo de torsión producido por la rotura de conductores en daN.

T0: Componente horizontal máxima de la tensión en daN.

En el anexo de cálculo, se ilustran los resultados de cálculo para la presente línea, que definen el árbol de cargas específicas, resultantes de las condiciones de trabajo de cada uno de los apoyos utilizados en este proyecto, de los cuales la empresa fabricante suministradora, ha de certificar y garantizar que sus productos elegidos a tal efecto han de cumplir con dichas especificaciones.

10.4.2 Cimentaciones de los apoyos

10.4.2.1 Cimentaciones monobloque

Sobre el apoyo se producen dos momentos flectores que debe soportar el macizo de cimentación que sustenta al apoyo. En primer lugar, se produce el momento flector debido a la acción del tiro de conductores y que se calculará mediante la siguiente expresión.

$$M_{VC} = E_{Cond} * \left(H_{RC} + \frac{2}{3} * h \right)$$

En donde:

MVC: Momento de vuelco debido a la acción del tiro de conductores en daNm.

ECond: Esfuerzo transversal más longitudinal producido por los conductores en daN.

HRC: Altura del punto de aplicación del esfuerzo en metros.

h: Altura del macizo de cimentación en metros.

El segundo momento de vuelco que actúa sobre el apoyo es el debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo, que se calculará con la ecuación.

$$M_{VV} = E_{VApoyo} * \left(\frac{H_T}{2} + \frac{2}{3} * h \right)$$

En donde:

MVV: Momento del vuelco debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo en daNm.

EVApoyo: Esfuerzo producido por el viento sobre la superficie del apoyo en daN.

HT: Altura de la silueta del apoyo expuesta al viento en metros.

h: Altura del macizo de cimentación en metros.

Para el cálculo de la cimentación se utiliza el método utilizado por la asociación de ingenieros suizos, el método se basa en la ecuación de Sulzberger. Según la ITC-LAT 07

apartado 3.6.1 del Reglamento, se fija un coeficiente de seguridad para las hipótesis normales de 1,5.

$$M_{VC} + M_{VV} \leq \frac{M_{ABS}}{1,5}$$

En donde:

- MVC:* Momento de vuelco debido a la acción del tiro de conductores en daNm.
MVV: Momento del vuelco debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo en daNm.
MABS: Momento estabilizador absorbido por la cimentación en daNm.

Se adopta como forma para el cimiento del apoyo un prisma de sección cuadrada, prolongándose este 20 cm por encima del nivel del terreno de forma que sirva de protección para el apoyo. Por otra parte se establece un ángulo de giro máximo para el cimiento definido por su tangente de 0,01.

El momento estabilizador del cimiento está formado por dos componentes, el primero es el debido al empotramiento lateral del macizo en el terreno y el segundo es el que ofrece la reacción del terreno debido al peso del macizo de cimentación, apoyos, cables y cadenas de aisladores con sus herrajes correspondientes. Estos dos momentos dan lugar al momento estabilizador de la cimentación según la ecuación de Sulzberger.

$$M_{ABS} = 139 * C_2 * a * h^4 + a^3 * (h + S) * R_H * \left(0,5 - \frac{2}{3} * \sqrt{\frac{1,1 * h}{10 * a * C_2}} \right)$$

En donde:

- MABS:* Momento estabilizador absorbido por la cimentación en daNm.
a: Anchura del cimiento en metros.
b: Largo del cimiento en metros.
h: Profundidad del cimiento en metros.
C2: Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad en daN/cm³.

10.4.3 Tierras

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento de líneas de alta Tensión, considerando que la línea dispone de un sistema de desconexión automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo.

Todas las estructuras metálicas de los apoyos, irán unidas directamente a tierra mediante conductores de 50 mm² de cobre y picas de cobre de 2 metros de longitud y 14mm de diámetro.

Asimismo, en los apoyos emplazados en zonas de pública concurrencia, las tomas de tierra se dispondrán en anillo cerrado y enterrado alrededor del empotramiento del apoyo, a un metro de distancia de las aristas del macizo de la cimentación.

De esta forma también será ejecutada la instalación de toma de tierra en anillo en aquellos apoyos que soporten elementos de maniobra de cualquier tipo.

10.4.3.1 Clasificación según su ubicación

Conforme a la ubicación de los apoyos de este proyecto y teniendo en cuenta las consideraciones descritas en la ITC citada, todos los apoyos se consideran como **no frecuentados**.

10.4.3.2 Sistema de puesta a tierra

En todos los apoyos la resistencia de difusión de la puesta a tierra será inferior a 20 Ohm y las tomas serán realizadas teniendo presente lo que se especifica en el apartado 7 de la citada norma.

Puesto que el tiempo de desconexión automática en la línea es inferior a 1 segundo, y según establece la ITC-LAT-07 en su apartado 7.3.4.3, en el diseño de la puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles. No obstante, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones.

Se podrán usar los sistemas mencionados a continuación:

- Electrodo de difusión: Se dispondrá un electrodo de difusión por apoyo compuesto por picas de cobre de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.

El extremo superior del electrodo de tierra quedará, como mínimo, a 0,50 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra o electrodos y el apoyo. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja una profundidad mínima de 0,80 m.

10.5 Distancias de Seguridad

10.5.1 Distancia de los conductores al terreno

Según la ITC-LAT 07 apartado 5.5 del Reglamento los apoyos deben tener una altura suficiente para que los conductores cuando se produzca su flecha máxima vertical, queden siempre por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegable, dicha altura mínima viene fijada por la siguiente ecuación:

$$5,3 + d_{el}(m)$$

En donde:

d_{el}: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva ente conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Puede ser tanto interna como externa, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.

Con un mínimo de 6 metros, para el caso del proyecto que nos ocupa será de 7,00.

No obstante, se dispondrá de un mínimo de: 7,0 m, en el caso más desfavorable de este proyecto.

10.5.2 Distancia entre conductores

Viene definida por la longitud del vano, para cada caso se define, según el programa, la separación de crucetas más adecuada.

El Reglamento de líneas en su ITC-LAT 07 apartado 5.4 obliga a que los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, la distancia tiene que ser suficiente para que no exista riesgo de cortocircuito entre fases ni a tierra. Teniendo siempre presentes los efectos de oscilación de los conductores debidos a la acción del viento y al desprendimiento de la nieve que se pueda acumular en la superficie de estos. La expresión que calcula según Reglamento esta distancia mínima entre conductores es la que sigue:

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

En donde:

- D*: Separación entre conductores en metros.
- K*: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.
- F*: Flecha máxima en metros según ITC-LAT 07 apartado 3.2.3 del Reglamento de líneas.
- L*: Longitud de la cadena de suspensión en metros. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores fijos esta longitud de cadena será de cero metros.

- K'*: Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea $K'=0,85$ para líneas de categoría especial y $K'=0,75$ para el resto de líneas.
- Dpp*: Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido

Para el cálculo del coeficiente K, se utilizará la siguiente expresión en la zona A:

$$tg(\gamma) = \frac{v * d}{p}$$

En donde:

- v*: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m² para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m² para conductores con un diámetro superior a 16mm.
- d*: Diámetro en metros del conductor.
- P*: Peso del conductor en daN/m.

Y para las zonas B y C:

$$tg(\gamma) = \frac{v * d}{S_H}$$

En donde:

- v*: Presión del viento sobre conductores y cables de tierra según ITC-LAT 07 apartado 3.1.2.1. Este valor será de 60 daN/m² para conductores con un diámetro igual o inferior a 16 mm y 50 daN/m² para conductores con un diámetro superior a 16mm.
- d*: Diámetro en metros del conductor.
- SH*: Peso del conductor mas el manguito de hilo según zona en daN/m.

Con el valor del ángulo resultante del ángulo de oscilación y utilizando la tabla siguiente extraída de la ITC-LAT 07 apartado 5.4.1 del Reglamento se obtendrá el valor correspondiente para el coeficiente K a aplicar la ecuación del cálculo de la distancia entre conductores.

Ángulo de oscilación	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superior a 30 kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV
Superior a 65°	0,7	0,65
Comprendido entre 40 y 65°	0,65	0,6
Inferior a 40°	0,6	0,55

Tabla 3. Coeficiente K en función del ángulo de oscilación

No obstante, se dispondrá de un mínimo de: 1,80 m, en el caso más desfavorable de este proyecto.

10.6 Cruzamientos

A lo largo del trazado de la línea se producen los siguientes cruzamientos o paralelismos que afectan a diferentes organismos:

Vano entre apoyos n°	Cruzamiento/Paralelismo	Organismo Afectado
7-8	Cruzamiento con Carretera o camino asfaltado	Ayuntamiento de Villamartín
7-8	Cruzamiento con Vía Pecuaria	Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul

Tabla 4. Cruzamientos del tramo aéreo de la línea de evacuación

10.6.1 Cruzamiento con carreteras y caminos asfaltados

La mínima distancia vertical entre el cruzamiento y el cable inferior, en las condiciones más desfavorables ha de ser superior a:

$$\begin{aligned}
 d &= 6,3 + D_{el} \\
 &= 6,3 + 0,22 = 6,52
 \end{aligned}$$

Con un mínimo de 7 m.

En donde:

Del: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo, en m. ITC-LAT 07, apartado 5.2, tabla 15.

10.6.1.1 Vano 7-8

La distancia horizontal del apoyo más cercano a la carretera, apoyo 8, es de 56 metros, muy superior a los 25 metros reglamentarios y superior a 1,5 veces la altura del apoyo nº8, cuya altura total es de 14 metros, siendo la altura y media de 21 metros.

La distancia vertical entre conductor y carretera en el cruzamiento es de 7,95 metros, mayor que los 7 metros reglamentarios que hemos calculado.

10.7 Cuadros de resultados

...en páginas siguientes

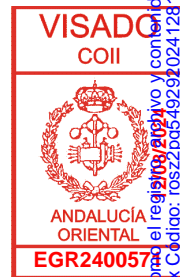


El ingeniero Industrial
Colegiado 1163. COIIAOR
Juan Navarro Navarro



Cálculo de conductores de fase - tensiones reglamentarias

Zona A
-
5°C+V(120km/h
)

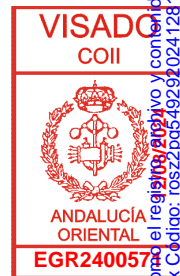


Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Const.	E.D.S.			T.H.F.	Tensiones y Flechas									
					Reg.	Caten.	Cálc.	Valor máxi.	Temp.	%	T.máxima viento	T.máxima hielo	T.máxima hielo+viento	T.Viento 1/2 (120km/h)	15°C+V (120km/h)		0°C+H		50°C	
			(m)	(m)	(m)			%	°C		T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-110	A	195	13,01	191	1170	15,00	15,00	15	18,20	1218	-----	-----	942	1092	4,11	---	---	495	4,07
2- 3			207	-1,51												4,62	---	---		4,58
3- 4			198	10,02												4,23	---	---		4,20
4- 5			145	0,01												2,26	---	---		2,25
5- 6	LA-110	A	150	12,42	150	1073	15,00	15,00	15	19,26	1171	-----	-----	950	1020	2,60	---	---	454	2,63
6- 7			150	-8,12												2,60	---	---		2,63
7- 8			151	-10,73												2,64	---	---		2,66

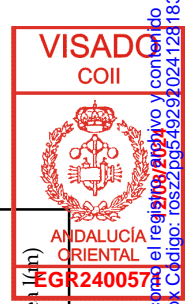
Cálculo de conductores de fase - tablas de tendido

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
					Regulación	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C	
			(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-110	A	195,00	13,01	190,71	786	2,57	747	2,70	711	2,84	678	2,98	648	3,12	620	3,25
2- 3			207,00	-1,51			2,89		3,04		3,19		3,35		3,50		
3- 4			198,00	10,02			2,64		2,78		2,92		3,07		3,21		3,35
4- 5			145,00	0,01			1,42		1,49		1,57		1,64		1,72		1,80
5- 6	LA-110	A	150,00	12,42	150,34	832	1,44	780	1,53	732	1,63	688	1,74	648	1,85	611	1,96
6- 7			150,00	-8,12			1,43		1,53		1,63		1,73		1,84		1,95
7- 8			151,25	-10,73			1,45		1,55		1,65		1,76		1,87		1,98

Tramo	Conductor	Zona	Vano	Desnivel	Vano	Tensiones y Flechas											
					Regulación	25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
			(m)	(m)	(m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)
1- 2	LA-110	A	195,00	13,01	190,71	594	3,39	571	3,53	550	3,67	530	3,81	512	3,94	495	4,07
2- 3			207,00	-1,51			3,82		3,97		4,13		4,28		4,43		
3- 4			198,00	10,02			3,50		3,64		3,78		3,92		4,06		4,20
4- 5			145,00	0,01			1,87		1,95		2,02		2,10		2,17		2,25
5- 6	LA-110	A	150,00	12,42	150,34	578	2,07	548	2,18	521	2,29	496	2,41	474	2,52	454	2,63
6- 7			150,00	-8,12			2,06		2,18		2,29		2,40		2,52		2,63
7- 8			151,25	-10,73			2,09		2,21		2,32		2,44		2,55		2,66



Elección de apoyos



Apoyo nº	Tipo	Valor del ángulo (sexa.)	Coef. De seguridad	Zona	altura libre (m)	Montaje y separación de conductores	Esfuerzo por fase					Referencia del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Utilización del apoyo (%)	Separación fases normalizada (m)	Altura de referencia (m)	altura libre real (m)		
							Hipót.	Condu.	Esfuerzo				Hipót.	Coef.Seg.Ap.	Coef.Seg.real	Cond.	Esfuerzo							
									Vertic.	Trans.	Longi.						Vertic.	Trans.					Longi.	
									daN	daN	daN						daN	daN					daN	
1	P.Línea	--	N	A	10,00	Tres.1,36	1ª	Fase	26	100	1218	C-4500-TR	1ª	1,5	1,80	Fase	26	300	3655	80,16	2,40	16,00	10,89	
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--					
							3ª	Fase	--	--	--		3ª	1,2	--	Fase	--	--	--					
							4ª	Fase	13/26	--	1218		4ª	1,2	1,36	Fase	270/270	--	1407					86,62
2	Ali-Sus	--	N	A	14,25	Tres.1,56	1ª	Fase	147	185	--	C-500	1ª	1,5	1,65	Fase	147	556	--	89,69	2,40	20,00	14,97	
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--					
							3ª	Fase	147	--	97		3ª	1,2	1,88	Fase	147	--	292					43,54
							4ª	Fase	73/147	--	609		4ª	1,2	1,53	Fase	250/250	--	840					72,52
3	Ali-Sus	--	N	A	10,75	Tres.1,56	1ª	Fase	75	186	--	C-1000	1ª	1,5	2,31	Fase	75	559	--	46,21	2,40	16,00	10,76	
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--					
							3ª	Fase	75	--	97		3ª	1,2	2,13	Fase	250	--	443					22,76
							4ª	Fase	37/75	--	609		4ª	1,2	1,40	Fase	250/250	--	732					83,22
4	Ali-Sus	--	N	A	10,40	Tres.1,51	1ª	Fase	121	160	--	C-500	1ª	1,5	1,84	Fase	121	481	--	77,21	2,40	16,00	11,03	
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--					
							3ª	Fase	121	--	97		3ª	1,2	1,90	Fase	121	--	292					41,80
							4ª	Fase	61/121	--	609		4ª	1,2	1,53	Fase	250/250	--	840					72,52
5	Ali-Ama	--	N	A	10,00	Tres.1,12	1ª	Fase	62	160	--	C-2000	1ª	1,5	2,66	Fase	250	702	--	22,88	1,20	14,00	10,54	
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--					
							3ª	Fase	62	--	183		3ª	1,2	2,11	Fase	250	--	752					24,30
							4ª	Fase	31/62	--	1218		4ª	1,2	1,50	Fase	250/250	--	1620					75,20
6	Ali-Sus	--	N	A	9,20	Tres.1,28	1ª	Fase	157	142	--	C-500	1ª	1,5	1,91	Fase	157	427	--	72,62	2,40	16,00	11,03	
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--					
							3ª	Fase	157	--	94		3ª	1,2	1,88	Fase	157	--	281					42,93
							4ª	Fase	78/157	--	586		4ª	1,2	1,56	Fase	250/250	--	840					69,71

Elección de apoyos

Apoyo nº	Tipo	Valor del ángulo (sex.)	Coef. De seguridad	Zona	altura libre (m)	Montaje y separación de conductores	Esfuerzo por fase					Referencia del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Utilización del apoyo (%)	Separación fases normalizada (m)	Altura de referencia (m)	altura libre real (m)	
							Hipót.	Condu.	Esfuerzo				Hipót.	Coef.Seg.Ap.	Coef.Seg.real	Cond.	Esfuerzo						
									Vertic.	Trans.	Longi.						Vertic.	Trans.					Longi.
									daN	daN	daN						daN	daN					daN
7	Ali-Sus	--	N	A	11,00	Tres.1,29	1ª	Fase	94	143	--	C-500	1ª	1,5	1,99	Fase	94	428	--	67,53	2,40	16,00	11,03
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--	--			
							3ª	Fase	94	--	94		3ª	1,2	1,94	Fase	94	--	281	38,60			
							4ª	Fase	47/94	--	586		4ª	1,2	1,56	Fase	250/250	--	840	69,71			
8	F.Línea	--	N	A	10,00	Tres.1,13	1ª	Fase	16	82	1171	C-4500-TR	1ª	1,5	1,82	Fase	16	245	3513	78,70	1,20	14,00	10,12
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--	--			
							3ª	Fase	--	--	--		3ª	1,2	--	Fase	--	--	--	--			
							4ª	Fase	45520	--	1171		4ª	1,2	1,40	Fase	270/270	--	1407	83,26			



Elección de apoyos

Apoyo nº	Tipo	Valor del ángulo (sexa.)	Coef. De seguridad	Zona	altura libre (m)	Montaje y separación de conductores	Esfuerzo por fase					Referencia del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Utilización del apoyo (%)	Separación fases normalizada (m)	Altura de referencia (m)	altura libre real (m)	
							Hipót.	Condu.	Esfuerzo				Hipót.	Coef.Seg.Ap.	Coef.Seg.real	Cond.	Esfuerzo						
									Vertic.	Trans.	Longi.						Vertic.	Trans.					Longi.
									daN	daN	daN						daN	daN					daN
1	P.Línea	--	N	A	10,00	Tres.1,36	1ª	Fase	26	100	1218	C-4500-TR	1ª	1,5	1,80	Fase	26	300	3655	80,16	2,40	16,00	10,89
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--				
							3ª	Fase	--	--	--		3ª	1,2	--	Fase	--	--	--				
							4ª	Fase	13/26	--	1218		4ª	1,2	1,36	Fase	270/270	--	1407				
2	Ali-Sus	--	N	A	14,25	Tres.1,56	1ª	Fase	147	185	--	C-500	1ª	1,5	1,65	Fase	147	556	--	89,69	2,40	20,00	14,97
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--				
							3ª	Fase	147	--	97		3ª	1,2	1,88	Fase	147	--	292				
							4ª	Fase	73/147	--	609		4ª	1,2	1,53	Fase	250/250	--	840				
3	Ali-Sus	--	N	A	10,75	Tres.1,56	1ª	Fase	75	186	--	C-1000	1ª	1,5	2,31	Fase	75	559	--	46,21	2,40	16,00	10,76
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--				
							3ª	Fase	75	--	97		3ª	1,2	2,13	Fase	250	--	443				
							4ª	Fase	37/75	--	609		4ª	1,2	1,40	Fase	250/250	--	732				
4	Ali-Sus	--	N	A	10,40	Tres.1,51	1ª	Fase	121	160	--	C-500	1ª	1,5	1,84	Fase	121	481	--	77,21	2,40	16,00	11,03
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--				
							3ª	Fase	121	--	97		3ª	1,2	1,90	Fase	121	--	292				
							4ª	Fase	61/121	--	609		4ª	1,2	1,53	Fase	250/250	--	840				
5	Ali-Ama	--	N	A	10,00	Tres.1,12	1ª	Fase	62	160	--	C-2000	1ª	1,5	2,66	Fase	250	702	--	22,88	1,20	14,00	10,54
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--				
							3ª	Fase	62	--	183		3ª	1,2	2,11	Fase	250	--	752				
							4ª	Fase	31/62	--	1218		4ª	1,2	1,50	Fase	250/250	--	1620				
6	Ali-Sus	--	N	A	9,20	Tres.1,28	1ª	Fase	157	142	--	C-500	1ª	1,5	1,91	Fase	157	427	--	72,62	2,40	16,00	11,03
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--				
							3ª	Fase	157	--	94		3ª	1,2	1,88	Fase	157	--	281				
							4ª	Fase	78/157	--	586		4ª	1,2	1,56	Fase	250/250	--	840				



Documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, el registro y contenido y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.asp.Código: ros22005492920241281838

Elección de apoyos

Apoyo nº	Tipo	Valor del ángulo (sex.)	Coef. De seguridad	Zona	altura libre (m)	Montaje y separación de conductores	Esfuerzo por fase					Referencia del apoyo	Árbol de cargas del apoyo						Utilización del apoyo (%)	Separación fases normalizada (m)	Altura de referencia (m)	altura libre real (m)	
							Hipót.	Condu.	Esfuerzo				Hipót.	Coef.Seg.Ap.	Coef.Seg.real	Cond.	Esfuerzo						
									Vertic.	Trans.	Longi.						Vertic.	Trans.					Longi.
									daN	daN	daN						daN	daN					daN
7	Ali-Sus	--	N	A	11,00	Tres.1,29	1ª	Fase	94	143	--	C-500	1ª	1,5	1,99	Fase	94	428	--	67,53	2,40	16,00	11,03
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--	--			
							3ª	Fase	94	--	94		3ª	1,2	1,94	Fase	94	--	281	38,60			
							4ª	Fase	47/94	--	586		4ª	1,2	1,56	Fase	250/250	--	840	69,71			
8	F.Línea	--	N	A	10,00	Tres.1,13	1ª	Fase	16	82	1171	C-4500-TR	1ª	1,5	1,82	Fase	16	245	3513	78,70	1,20	14,00	10,12
							2ª	Fase	--	--	--		2ª	1,5	--	Fase	--	--	--	--			
							3ª	Fase	--	--	--		3ª	1,2	--	Fase	--	--	--	--			
							4ª	Fase	45520	--	1171		4ª	1,2	1,40	Fase	270/270	--	1407	83,26			



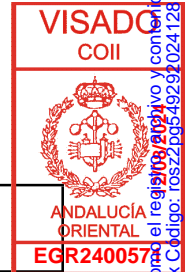
Documento acreditado por la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro en el registro de registro y contenido y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.asp?Codigo_registro=492920241281838

Cálculo de cadenas de aisladores

Apoyo	Tipo	Cadena adoptada	Cálculo eléctrico		Cálculo mecánico				
			Nivel de aislamiento		Datos para cálculo			Coef. seguridad	
			Apoyo	Calculado	C. rotura	Pesos	T. máxima	C. normal.	C. anorma.
			cm/kV	cm/kV	daN	daN	daN		
1	P.Línea	LA110-45kV-ANC-SIM-VID	1,8	10,97	5000	26	1218	192,02	4,1
2	Ali-Sus	LA110-45kV-SUS-SIM-VID	1,8	10,97	5000	147	609	34,11	8,21
3	Ali-Sus	LA110-45kV-SUS-SIM-VID	1,8	10,97	5000	75	609	66,76	8,21
4	Ali-Sus	LA110-45kV-SUS-SIM-VID	1,8	10,97	5000	121	609	41,24	8,21
5	Ali-Ama	LA110-45kV-ANC-SIM-VID	1,8	10,97	5000	62	1218	81,22	4,1
6	Ali-Sus	LA110-45kV-SUS-SIM-VID	1,8	10,97	5000	157	586	31,93	8,54
7	Ali-Sus	LA110-45kV-SUS-SIM-VID	1,8	10,97	5000	94	586	53,43	8,54
8	F.Línea	LA110-45kV-ANC-SIM-VID	1,8	10,97	5000	16	1171	315,53	4,27



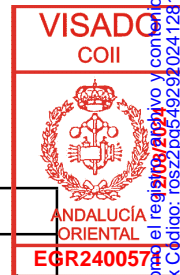
Cálculo de cimentaciones



Apoyo	Tipo	Características de los apoyos			Viento sobre apoyos		Momentos de vuelco				MV Total / MV Real	Coefic. De compr. Sibilid.	Cimentación				
		Esfuerzo útil	Altura sobre terreno				Conductor	Viento sobre apoyos	Total	Total absorbido cimentación			Lado A	Lado B	Alto	Volúmenes	
			Cogolla	Resultante	Esfuerzo	Altura										Excavaci.	Hormigón
		daN	m	m	daN	m	daNm	daNm	daNm	daNm			daN/m ²	m	m	m	m ³
1	P.Línea	11865	13,29	12,09	479	8,81	164877	4222	169099	107105	0,63	12	1,15	1,15	2,71	3,58	3,85
2	Ali-Sus	1667	18,29	16,17	435	10,14	28860	4413	33273	21395	0,64	12	1,27	1,27	1,71	2,76	3,08
3	Ali-Sus	1678	14,08	11,96	340	8,28	22225	2815	25040	27271	1,09	12	1,10	1,10	1,92	2,32	2,57
4	Ali-Sus	1444	14,35	12,23	340	8,10	19252	2754	22006	15638	0,71	12	1,10	1,10	1,65	2,00	2,24
5	Ali-Ama	2257	11,74	11,14	372	7,51	28540	2795	31335	46521	1,48	12	1,02	1,02	2,26	2,35	2,56
6	Ali-Sus	1281	14,35	12,23	340	8,10	17085	2754	19839	15638	0,79	12	1,10	1,10	1,65	2,00	2,24
7	Ali-Sus	1285	14,35	12,23	340	8,10	17135	2754	19889	15638	0,79	12	1,10	1,10	1,65	2,00	2,24
8	F.Línea	11273	11,32	10,72	400	7,79	140988	3111	144099	93066	0,65	12	1,05	1,05	2,68	2,95	3,18

Apoyos y crucetas normalizadas Andel S.A.

Apoyo	Apoyo elegido				Armado y cruceta elegida						
	Referencia del apoyo según catálogo del fabricante	Altura normalizada	Recrecido cabeza	Altura total	Armado base	Longitud cruceta	Referencia Armado	Separación de Crucetas	Separación de conductores	Referencia de cruceta	Cruceta tipo
		m	m	m		m		m	m		
1	Andel Serie C C-4500-TR	16,00	--	16,00	Tresbolillo	1,50/1,25	ASC-12	1,20	--	TB-U80-125	TB-12
2	Andel Serie C C-500	20,00	--	20,00	Tresbolillo	1,50/1,25	ASC-12	1,20	--	TB-U60-125	TB-12
3	Andel Serie C C-1000	16,00	--	16,00	Tresbolillo	1,75/1,50	ASC-15	1,20	--	TB-U60-150	TB-12
4	Andel Serie C C-500	16,00	--	16,00	Tresbolillo	1,50/1,25	ASC-12	1,20	--	TB-U60-125	TB-12
5	Andel Serie C C-2000	14,00	--	14,00	Tresbolillo	1,50/1,25	ASC-12	0,60	--	TB-U80-125	TB-6
6	Andel Serie C C-500	16,00	--	16,00	Tresbolillo	1,50/1,25	ASC-12	1,20	--	TB-U60-125	TB-12
7	Andel Serie C C-500	16,00	--	16,00	Tresbolillo	1,50/1,25	ASC-12	1,20	--	TB-U60-125	TB-12
8	Andel Serie C C-4500-TR	14,00	--	14,00	Tresbolillo	1,50/1,25	ASC-12	0,60	--	TB-U80-125	TB-6



Documento acreditado y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, el archivo y control de y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.asp?Codigo: ros22005492920241281838

Cálculo de distancias a partes metálicas

Apoyo nº	Tipo	Apoyos de ángulo							Apoyos de suspensión					
		Distancia eléctrica (del) m	Distancia Conductor-Apoyo m	D.lat.cruceta inferior, viento m	Dis.latiguillo cabeza m	Distancia al fuste m	Áng. mín. posible (Sexa.)	Ángulo apoyo (Sexa.)	Áng. desv. cad. máx. °	Áng. desv. apoyo °	Distancia cru. inf. m	Distancia cru. sup. m	Dis. a cabeza m	Dist. al fuste m
1	P.Línea	0,16	----	----	----	----	----	----	----	----	1,95	0,81	1,60	1,59
2	Ali-Sus	0,16	----	----	----	----	----	58,87	41,62	1,35	0,69	0,39	0,38	
3	Ali-Sus	0,16	----	----	----	----	----	77,42	77,42	1,85	0,11	0,34	0,33	
4	Ali-Sus	0,16	----	----	----	----	----	59,04	42,68	1,35	0,67	0,38	0,36	
5	Ali-Ama	0,16	----	----	----	----	----	----	----	0,75	0,81	1,60	1,59	
6	Ali-Sus	0,16	----	----	----	----	----	59,04	23,49	1,34	0,84	0,63	0,62	
7	Ali-Sus	0,16	----	----	----	----	----	59,04	59,04	1,60	0,28	0,12	0,11	
8	F.Línea	0,16	----	----	----	----	----	----	----	0,75	0,81	1,60	1,59	



Documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro en el registro de ingenieros y arquitectos de Andalucía Oriental. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.asp.Código: ros22bos4929120241281838

Cálculo de puesta a tierra

Apoyo	Tipo	Corriente	Tensión	Resis. de puesta a tierra		Tensiones de contacto				Tensiones de paso				Tensiones de paso en el acceso				Medidas correctivas adoptadas	
		de	de puesta			Coef. de	Valor	Coef. de	Tensión	T. cálculo	Diseño	Coef. de	Tensión	T. cálculo	Diseño	Coef. de	Tensión		T. cálculo
		Falta	a tierra	resisten.		t. contac.	Reglam.	apoyo	válido	t. paso	Reglam.	apoyo	válido	t.p.acc.	Reglam.	apoyo	válido		
		A	V																
				Ohm/(Ohm*m)	Ohm	V/(Ohm*m)	V	V		V/(Ohm*m)	V	V		V/(Ohm*m)	V	V			
1	P.Línea	16,48	497,34	0,10061	30,18	0,13287	499,8	Nula	Correc.	0,01155	42840	Nula	Correc.	0,13287	26520	4918,58	Correc.	Desconexión automática	
2	Ali-Anc	22,85	689,78	0,10061	30,18	0,13287	499,8	Nula	Correc.	0,01155	42840	Nula	Correc.	0,13287	26520	4918,58	Correc.	Desconexión automática	
3	Ali-Anc	29,01	875,65	0,10061	30,18	0,13287	499,8	Nula	Correc.	0,01155	42840	Nula	Correc.	0,13287	26520	4918,58	Correc.	Desconexión automática	
4	Ali-Anc	34,64	1045,48	0,10061	30,18	0,13287	499,8	Nula	Correc.	0,01155	42840	Nula	Correc.	0,13287	26520	4918,58	Correc.	Desconexión automática	
5	Ali-Anc	39,32	1186,8	0,10061	30,18	0,13287	499,8	Nula	Correc.	0,01155	42840	Nula	Correc.	0,13287	26520	4918,58	Correc.	Desconexión automática	
6	Ali-Sus	44,21	1334,43	0,10061	30,18	0,13287	499,8	Nula	Correc.	0,01155	42840	Nula	Correc.	0,13287	26520	4918,58	Correc.	Desconexión automática	
7	Ali-Anc	47,81	1442,91	0,10061	30,18	0,13287	499,8	Nula	Correc.	0,01155	42840	Nula	Correc.	0,13287	26520	4918,58	Correc.	Desconexión automática	
8	F.Línea	51,39	1550,98	0,10061	30,18	0,13287	499,8	Nula	Correc.	0,01155	42840	Nula	Correc.	0,13287	26520	4918,58	Correc.	Desconexión automática	



Documento acreditado por el registro de la Junta de Andalucía, acreditado por el registro de la Junta de Andalucía y contenido en el registro de la Junta de Andalucía. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.asp.Código: ros22005492920241281838



ANEXO

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812

Índice

1	Objeto	3
2	Normativa aplicable	3
3	Estimación de la cantidad de RDC que se generarán en obra	5
4	Medidas de prevención y minimización de residuos a generar en la obra	8
5	Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en obra	11
6	Medidas para la separación de los residuos en obra	13
7	Prescripciones técnicas particulares	13
8	Valoración del coste previsto de la gestión de los RDC de la obra	17
9	Conclusión	18

Índice de tablas

Tabla 1. Detalle de los Residuos generados.....	8
Tabla 2. Tratamiento y destino de los residuos generados.....	11
Tabla 3. Operaciones de eliminación y valorización.....	12
Tabla 4. Importes de la gestión del residuo.....	17
Tabla 5. Presupuesto de la gestión de residuos.....	17

1 Objeto

Se redacta el presente Anexo con el fin de dar cumplimiento a lo establecido en la normativa aplicable, por la que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Su objeto es servir de referencia para que el Constructor redacte y presente al Promotor un Plan de Gestión de Residuos en el que se detalle la forma en que la empresa constructora llevará a cabo las obligaciones que le incumben en relación con los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en cumplimiento del Artículo 5 del citado Real Decreto.

2 Normativa aplicable

Normativa Europea

- Decisión de la comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Normativa Estatal

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Orden de 13 de octubre de 1989, por la que se determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado por el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Orden AAA/1783/2013, de 1 de octubre, por la que se modifica el anejo 1 del Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, aprobado por Real Decreto 782/1998, de 30 abril.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Orden PRA/1080/2017, de 2 de noviembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

- Real Decreto 252/2006, de 3 de marzo, por el que se revisan los objetivos de reciclado y valorización establecidos en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, y por el que se modifica el Reglamento para su desarrollo y ejecución, aprobado por el Real Decreto 782/1998, de 30 de abril.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Orden ARM/795/2011, de 31 de marzo, por la que se modifica el Anexo III del Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Resolución de 20 de diciembre de 2013, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 13 de diciembre de 2013, por el que se aprueba el Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020.
- Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular

Normativa Andaluza

- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA).
- Decreto Ley 3/2015, de 3 de marzo, que modifica la Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de Andalucía
- Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Decreto 18/2015, de 27 de enero, por el que se aprueba el reglamento que regula el régimen aplicable a los suelos contaminados.

La Ley de residuos, con el fin último de proteger el medio ambiente y la salud de las personas, establece que los poseedores de residuos estarán obligados, siempre que no procedan a gestionarlos por sí mismos, a entregarlos a un gestor de residuos y a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad mientras se encuentre en su poder.

3 Estimación de la cantidad de RDC que se generarán en obra

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

02 01 07 Residuos de la silvicultura

Correspondiente al desbroce ligero de la vegetación presente en la zona de actuación consistente en matorral disperso y de porte bajo. El volumen aproximado que se podría generar es de $(76.159 \text{ m}^2 * 0,2 \text{ m}) = 15.232 \text{ m}^3$.

El volumen desbrozado será reincorporado al terreno por lo que no se espera que genere residuo alguno.

Tierras y pétreos procedentes de excavación.

17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación:

- Excavación en área vallada y acceso: 0 m³
- Excavación Centros de transformación (UDS): Volumen total: 71 m³
- Excavación de Zanjas para cableado: 749 m³
- Excavación de apoyos, tramo aéreo de la línea: 19,96 m³

El volumen de excavación total es 840,1 m³, de los cuales, se reutilizará en la obra al 90% (relleno de zanjas y construcción del vial perimetral), por lo cual como residuo se gestionarán 84 m³.

RCD VOLUMEN TOTAL= 84 m³

RCD PESO TOTAL = 84 m³ x 1,8 t/m³ =151,2 t

En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de la mayor parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas, centros de transformación y casetas de inversores.

Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

RCD resultantes de la ejecución de la obra.

Rcd de naturaleza pétrea.

17 01 01 Hormigón

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros. La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán a los seguidores solares es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Los centros de transformación/inversión y la caseta de control se asentarán sobre losas de hormigón.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones:

Todas las losas de hormigón utilizadas son prefabricadas, y vienen incorporadas al edificio del que se trate.

Se estima un uso de hormigón para la construcción de la planta y sus infraestructuras asociadas de 35,64 m³, con una cantidad de residuo generado de 0,285 m³, equivalente a un peso de 0,68 tn.

Rcd de naturaleza no pétrea.

17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en palés de entrega de equipos.

Se tienen 6240 módulos fotovoltaicos, que vendrán distribuidos en palés de 20 módulos, por tanto, se obtendrán un total de 312 palés de madera.

Los palés de módulos se romperán para reducir su volumen y se almacenarán para su gestión.

RCD VOLUMEN TOTAL = 312 palés x 0,1 m³ = 31,2 m³

RCD PESO TOTAL = 312 palés x 40kg/palé = 12480 kg.

17 02 03 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos.

RCD VOLUMEN TOTAL = 3 m³.

RCD PESO TOTAL = 300 kg.

17 04 11 Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización.

La cantidad estimada de residuos de este tipo será:

Cantidad utilizada de cables de cobre en DC, BT: 696 kg

Cantidad utilizada de cables de aluminio en AC, BT: 2.534 kg

Cantidad utilizada de cables de aluminio en AC, MT: 18230 kg

Cantidad utilizada de cables LA 110 en tendido aéreo = 1.554 kg

Se estima una generación de este residuo de aproximadamente un 5%, lo que equivale a una cantidad en peso de 1,15 Tn.

20 01 01 Papel y cartón

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos.

La mayor parte del cartón generado viene originado por los embalajes de los módulos solares.

Cada palé posee 12 m² de cartón de embalaje.

Cada m² de cartón de embalaje puede pesar aproximadamente 0,605 kg y tener un volumen de 0,005m³, por tanto, se obtiene:

RCD VOLUMEN TOTAL = 312 palés x 12m² x 0,005m³ = 18,72 m³

RCD PESO TOTAL = 68 palés x 12m²/palé x 0,605kg/m² = 2265 kg.

Residuos Peligrosos

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- 15 01 10 Envases vacíos de metal o Plástico contaminado. 0,015 Tn
- 15 01 11 Aerosoles vacíos. 0,02 Tn
- 15 02 02 Absorbentes contaminados (Trapos de limpieza contaminados). 0,03 Tn
- 16 05 04 Gases en recipientes a presión. 0,013 Tn

Consideraremos una partida alzada de 1.500€ para el tratamiento de estos residuos.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los residuos generados:

Código	RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	Peso (t)	Vol. (m3)
DE NATURALEZA PÉTREA			
17 01 01	Hormigón	0,684288	0,28512
17 05 04	Tierras limpias y materiales pétreos.	151,2172	80,0096
DE NATURALEZA NO PÉTREA			
17 02 01	Madera	12,48	31,2
17 02 03	Plástico	0,3	3
17 04 11	Cables distintos a 17 04 10	1,15	
20 01 01	Papel y cartón	2,27	18,72
21 03 01	Mezclas de residuos municipales.	0,10	
RESIDOS PELIGROSOS			
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	0,015	
15 01 11	Aerosoles vacíos	0,020	
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos de limpieza contaminados)	0,030	
16 05 04	Gases en recipientes a presión	0,013	

Tabla 1. Detalle de los Residuos generados

4 Medidas de prevención y minimización de residuos a generar en la obra

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- Adquisición de materiales.
- Comienzo de la obra.
- Puesta en obra.
- Almacenamiento en obra.

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

1) Medidas de minimización en la adquisición de materiales.

La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan la máxima la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.

Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.

El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.

Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

2) Medidas de minimización en el comienzo de las obras.

Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.

Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.

El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

3) Medidas de minimización en la puesta en obra.

En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.

En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.

Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.

Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.

Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétreo (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.

Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.

Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.

Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.

En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes.

Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

4) Medidas de minimización del almacenamiento en obra.

Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.

Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.

Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.

Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.

Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos. En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

5 Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en obra

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

RESIDUOS GENERADOS			FASE CONSTRUCCIÓN - CANTIDAD (aprox.)	GESTIÓN	
CÓDIGO L.E.R.	DESCRIPCIÓN	TIPO	PROCEDENCIA	TRATAMIENTO	DESTINO
			(actividad del proyecto)		
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	RP	Aplicación de productos químicos en elementos de la instalación.	R1/R3/R4/D5/D9	Gestor autorizado
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminadas por sustancias peligrosas	RP	Limpieza y retirada de vertidos accidentales.	R1/R3/R5/R7/D5/D9	Gestor autorizado
15 01 11*	Aerosoles vacíos	RP	Envases de aerosoles utilizados para la construcción o el mantenimiento de las instalaciones	R4/D5/D9	Gestor autorizado
16 05 04	Gases en recipientes a presión	RP	Recipientes que contienen gases	R3/R4/R1/D9/D10	
17 01 01	Hormigón	RNP	Restos de hormigón	R5/D5	
17 02 01	Madera	RNP	Embalajes de material de equipos y consumibles	R3/R1/D5	Gestor autorizado
17 02 03	Plástico	RNP	Retos de materiales plásticos	R3/R1/D5	Gestor autorizado
17 04 11	Cables distintos de los especificados en 17 04 10	RNP	Restos de cables	R5/R1/D5	Gestor autorizado
17 05 04	Tierras limpias y materiales pétreos	RNP	Restos de tierra y piedras provenientes de la excavación	R5/D5	Reaprovechamiento en obra / Gestor autorizado
20 01 01	Papel y Cartón	RNP	Restos de envases	R3	Gestor autorizado
20 03 01	Mezclas de residuos municipales	RNP	Restos de comida del personal en obra.	R3, R4, R5/D5	Traslado a Municipio
			Residuos de oficina de obra.		

Tabla 2. Tratamiento y destino de los residuos generados.

RNP= Residuo No Peligroso

RP= Residuo Peligroso

Operaciones de eliminación (D)	Operaciones de valorización (R)
D5: Depósito directo en vertedero.	R1: Valorización energética.
D9: Tratamiento físico-químico previo a depósito en vertedero.	R3: Recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes.
D10: Incineración en tierra.	R4: Recuperación de metales y compuestos metálicos.
	R5: Recuperación de otras materias inorgánicas.
	R7: Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación.
	R9: Regeneración u otro nuevo empleo de aceites.
	R11: Utilización de materias residuales obtenidas a partir de cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R10.

Tabla 3. Operaciones de eliminación y valorización

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

6 Medidas para la separación de los residuos en obra

Se realizará una segregación por fracciones, en caso de que dichas fracciones de forma individualizada superen las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Dicha segregación se realizará dentro de la propia obra, en caso de no haber espacio físico suficiente, se podrá realizar la segregación por un gestor autorizado en una instalación exterior, disponiendo entonces de una documentación acreditativa.

En caso de no alcanzar las cantidades mínimas de cada fracción, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente pero siempre de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello.

7 Prescripciones técnicas particulares

Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.

- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
- El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER. Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

Respecto a la segregación de los residuos

La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos:

- En el caso de Residuos Peligrosos (RP). siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las cantidades descritas en el apartado VIII.5 del presente estudio.
- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.

- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.
- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

Respecto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos:

- Los residuos peligrosos siempre se separarán en origen.

- Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (art. 15 del RD 833/1988 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RD 379/2001).
- Se definirá una zona específica para su almacenado.
- No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
- Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:
 - o 1 recipiente/cada tipo de residuo.
 - o Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
 - o Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.
- Requisitos generales de traslado:
 - o Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias.
 - o Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino.

8 Valoración del coste previsto de la gestión de los RDC de la obra

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos, para ello se ha calculado un coste unitario de:

Tipo de almacenamiento de residuos (Incluyendo alquiler, transporte, tasas y gestión)	Precio (€)	Precio / Volumen
1 saca de 1m ³	50	50€/m ³
1 bidón de 1 m ³	100	100€/m ³
1 contenedor de media capacidad (5 - 10 m ³), normalmente de 7 m ³	200	30€/m ³
1 contenedor de alta capacidad (más de 12 m ³)	300	25€/m ³
1 carga de camión de transporte de hasta 10t	58	8€/m ³

Tabla 4. Importes de la gestión del residuo

A partir de los precios expuesto, se obtiene el siguiente presupuesto:

Tipo de almacenamiento de residuos (Incluyendo alquiler, transporte, tasas y gestión)	Cantidad	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
Hormigón	0,684288	750	513
Tierras limpias y materiales pétreos.	151,21728	58 (camión 10t)	928
Madera (Palets)	31,2	300 (contenedores 12m ³)	900
Plástico	3	300 (contenedor 12 m ³)	300
Papel y cartón	18,72	300 (contenedores 12m ³)	600
Cables distintos al código 17 04 10	1,150	680	782
Mezclas de Residuos Municipales	0,100	600	60
Residuos peligrosos.	0,078		1.500
TOTAL PRESUPUESTO (€)			5.584

Tabla 5. Presupuesto de la gestión de residuos

9 Conclusión

Con lo anteriormente expuesto unido al resto de documentos que integran este Proyecto, se cree haber descrito suficientemente las instalaciones de referencia, por lo que se somete a la consideración de los Organismos Competentes para su aprobación si procede.



El ingeniero Industrial
Colegiado 1163. COIIAOR
Juan Navarro Navarro





Anexo Proyecto de desmantelamiento

Planta Fotovoltaica FV Villamartín CW y sus infraestructuras de evacuación

4,056 MWp/3,2 MW evacuables POC

T.M. Villamartín (Cádiz)

PROMOTOR:

CAPWATT ESPAÑA, S.L.



INGENIERÍA:



Julio 2024

Índice

1	Ficha resumen	3
2	Antecedentes	4
3	Instalaciones que comprende este proyecto	4
4	Titular	5
5	Normativa de aplicación	5
6	Situación y emplazamiento	5
7	Obras de desmantelamiento	7
7.1	Desconexión de la red.....	7
7.2	Desmantelamiento del campo fotovoltaico	7
7.3	Desmantelamiento de estructuras de seguimiento	8
7.4	Desmantelamiento de instalaciones eléctricas	8
7.5	Desmantelamiento línea aérea media tensión.....	9
7.6	Plazos.	10
7.7	Gestión de residuos.....	10
7.8	Medidas correctoras y restauración paisajística	10
7.9	Presupuesto	11

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Ficha resumen de la instalación</i>	<i>3</i>
<i>Tabla 2. Relación de parcelas afectadas</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 3. Esquema Medidas correctoras</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 4. Presupuesto</i>	<i>12</i>

1 Ficha resumen

Promotor	CAPWATT ESPAÑA, S.L.
Capacidad evacuable Punto de conexión	3.200 kW
Tecnología	Fotovoltaica
Potencia nominal	3.900 kW
Potencia Pico	4.056 kW
Término Municipal / Provincia	Villamartín / Cádiz
Referencias catastrales de la planta FV	53041A005000200000DJ
Centro Geométrico planta FV	UTM ETRS89 HUSO 30: 264.072, 4.085.522
Superficie vallada	7,616 Ha
Perímetro vallado	1.216 m
Superficie ocupada por módulos FV	19.383 m ²
Tipo de suelo	Suelo No Urbanizable
Producción de Energía de la planta FV	7.692 MWh/año
Nº módulos / potencia unitaria	6.240 / 650 w
Nº inversores / potencia unitaria	13 / 300 kVA (Tª diseño 40°C) La instalación quedará limitada mediante un PPC a la potencia de 3.200 kW
Tipo de estructura	Seguimiento a 1 eje horizontal
Tensión de conexión a red	15 kV
Punto de conexión a red	Barra de 15 kV de la SE VILLMART Latitud 36,85572577 y Longitud -5,65662369 UTM 30, 263.154,18, 4.082.162,57

Tabla 1. Ficha resumen de la instalación

2 Antecedentes

La mercantil Capwatt España S.L., . tiene entre sus objetivos la promoción, construcción, puesta en marcha y explotación de la futura Planta Solar Fotovoltaica FV Villamartín CW, de 3,2 MW de potencia activa concedida en el punto de conexión, y sus infraestructuras eléctricas de evacuación, ubicada íntegramente en el término municipal de Villamartín.

Dicha instalación cuenta con Punto de Acceso y Conexión a Red, otorgado por la mercantil E-distribución Redes Digitales, S.L., de fecha 2 de mayo de 2024, en la barra de la subestación Villamartín.

Para la conexión de esta instalación fotovoltaica al punto de conexión otorgado, se va a proyectar una línea en media tensión mixta, simple circuito.

3 Instalaciones que comprende este proyecto

Las instalaciones que se describen en este proyecto y de las que se pretende obtener su autorización administrativa previa y de construcción son las siguientes:

- Planta Fotovoltaica “FV Villamartín CW”, de 3,9 MWn / 4,056 MWp / 3,2 Evacuables
 - o Instalaciones de baja tensión, tanto en continua como en alterna
 - o Red subterránea en media tensión
 - o 2 centros de transformación 1 x 2.500 kVA + 1 x 2.000 kVA
 - o Obras civiles y vallado
 - o Instalaciones de comunicaciones
 - o Instalaciones auxiliares
- Infraestructuras de evacuación
 - o Centro de Seccionamiento, Protección y Medida. Este CPM estará albergado en un edificio prefabricado. Contendrá las celdas para protección y medida de la FV Villamartín CW. Concretamente estará compuesto por:
 - Celda de línea, salida hacia la SE Villamartín
 - Celda de interruptor automático con protecciones de generador
 - Celda de medida para facturación
 - 2 x Celda de línea (para conexión con Centros de Transformación interiores)
 - Celda de protección por fusibles con Transformadores de tensión para suministro de servicios auxiliares
 - o Línea de evacuación MIXTA, subterránea/aérea, Simple Circuito, en Media Tensión hasta su conexión en la barra de 15 kV de la subestación Villamartín.

Las adecuaciones de las instalaciones de E-distribución, concretamente en la SE Villamartín, están especificadas en la carta de condiciones técnicas, y serán realizadas directamente por la empresa distribuidora tal y como se expone en la propia carta de condiciones.

4 Titular

CAPWATT ESPAÑA SL
B02670966
Calle Ulises 16, planta 4ª
28043 Madrid

5 Normativa de aplicación

Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.

Artículo 12. La implantación de las actuaciones de generación de energía mediante fuentes energéticas renovables y el procedimiento urbanístico.

6 Situación y emplazamiento

Se ubica esta planta fotovoltaica en el término municipal de Villamartín, provincia de Cádiz, en el paraje conocido como “Puerto Maña”, ubicado a una distancia aproximada de 2,5 km, al norte, del núcleo de población de Villamartín.

El acceso a la instalación se realizará por la carretera provincial CA-7101, aproximadamente en el pk 3+205. Desde dicho punto se conecta con una carretera asfaltada denominada “Pista Cañada de la Cordillera”. A una distancia de aproximadamente 850 m se ejecutará un desvío hacia el este que da acceso al emplazamiento de la instalación fotovoltaica.

Este tramo servirá de vial de acceso que permita la entrada de los diferentes transportes para el suministro de equipos y maquinaria para la realización de la obra.

En los planos anexos se muestra el acceso a la instalación.

Se muestra a continuación una tabla con las parcelas afectadas en el municipio:

nº Parcela proyecto	Municipio	Polígono	Parcela	Referencia Catastral	Uso (Catastro)
1	Villamartín	43	9000	53041A04309000	Vía Pública
2	Villamartín	42	24	53041A042000240000DF	Labor o Labradío de Secano
3	Villamartín			3223201TF6832S0000PA	Urbano
4	Villamartín	43	9000	53041A04309000	Vía Pública
5	Villamartín			3326601TF6832N0001AR	Urbano
6	Villamartín	43	9000	53041A04309000	Vía Pública
7	Villamartín			3525910TF6832N0000OE	Urbano
8	Villamartín			3728602TF6832N0001ZR	Pastizal (Urbanizable)
9	Villamartín	43	9000	53041A04309000	Vía Pública
10	Villamartín			3821103TF6832S0000SA	Pastizal (Urbanizable)
11	Villamartín			3821104TF6832S0001XS	Pastizal (Urbanizable)
12	Villamartín			3821105TF6832S0001IS	Pastizal (Urbanizable)
13	Villamartín			3821106TF6832S0000HA	Pastizal (Urbanizable)
14	Villamartín	43	9000	53041A04309000	Vía Pública
15	Villamartín	43	9004	53041A043090040000DJ	Vía de Comunicación
16	Villamartín	44	9003	53041A044090030000DM	Camino
17	Villamartín	44	1	53041A044000010000DY	Labor o Labradío de Secano
18	Villamartín	44	9002	53041A044090020000DF	Camino de Bornos
19	Villamartín	4	16	53041A004000160000DH	Labor o Labradío de Secano
20	Villamartín	4	23	53041A004000230000DY	Labor o Labradío de Secano
21	Villamartín	4	15	53041A004000150000DU	Labor o Labradío de Secano
22	Villamartín	4	13	53041A004000130000DS	Labor o Labradío de Secano
23	Villamartín	4	11	53041A004000110000DJ	Labor o Labradío de Secano
24	Villamartín	5	9002	53041A005090020000DM	Camino (Vía Pecuaria)
25	Villamartín	5	20	53041A005000200000DJ	Labor o Labradío de Secano

Tabla 2. Relación de parcelas afectadas

El área que engloba el vallado de la planta fotovoltaica es de 7,616 hectáreas, y un perímetro de 1.216 metros lineales.

A su vez, la superficie de ocupación provocada por la ubicación de los módulos fotovoltaicos es de 19.383 m².

Todo el suelo utilizado para la implantación de la instalación es compatible con el uso destinado a instalaciones de generación fotovoltaica.

7 Obras de desmantelamiento

7.1 Desconexión de la red

Previamente a proceder al desmantelamiento de las instalaciones se procederá a la desconexión eléctrica de la instalación.

En primer lugar, se realizará la desconexión en el centro de seccionamiento mediante la apertura de las celdas de línea.

Seguidamente se procederá a la retirada de los conductores de media tensión y aparamenta de media tensión ubicada en el centro de protección y medida del cliente.

Todos estos materiales serán almacenados y entregados a un gestor autorizado para su reciclaje.

La siguiente fase será el desmantelamiento de toda la instalación de media tensión interna de la instalación que incluye las canalizaciones subterráneas y ambos centros de transformación.

De manera análoga a las operaciones en el centro de seccionamiento, se abrirán las celdas de línea de los centros de transformación, y todas las salidas de baja tensión. Se retirarán todos los materiales y los transformadores y serán almacenados y entregados a un gestor autorizado para su reciclaje.

7.2 Desmantelamiento del campo fotovoltaico

En primer lugar, se debe realizar la desconexión eléctrica de las series de los módulos. Una vez que se haya garantizado la desconexión del sistema eléctrico se procederá en retirar los módulos de la estructura de soporte siguiendo el proceso inverso al adoptado durante su instalación.

Los módulos se irán desmontando y acopiando en zonas habilitadas para ese fin del vial más próximo, donde se irán colocando en pallets. Los módulos se repartirán por categorías en función de su estado de degradación para poder reutilizarlos en caso de que se considere conveniente. El resto se reciclaría separando los principales elementos que los componen. Las juntas aislantes colocadas entre los módulos y los marcos se separarán y se reciclarán de forma independiente.

Desde las zonas de acopio se trasladarán los pallets a un camión situado a la salida de la planta, para su traslado al destino final.

7.3 Desmantelamiento de estructuras de seguimiento

En primer lugar, se procederá a desensamblar todos los elementos metálicos que constituyen la estructura. Estos se acopiarán en las zonas habilitadas para ello, desde donde se trasladarán para su carga en camión por medio del manipulador telescópico y el camión pluma.

El desmontaje de las estructuras se hará secuencialmente y solo tras el desmontaje de los módulos fotovoltaicos, y tras la desinstalación de los cuatros y materiales eléctricos y de control que pertenecen a los mismos seguidores.

Todos los materiales retirados se trasladarán desde las zonas de acopio hasta el camión para trasladarlos a un vertedero autorizado o a una planta de tratamiento para su aprovechamiento, separando los distintos materiales en función de su destino.

7.4 Desmantelamiento de instalaciones eléctricas

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- Desconectar y retirar el cableado solar de los módulos fotovoltaicos
- Desconectar y retirar el cable de continua desde los módulos a los inversores.
- Desconectar y retirar el cable corriente alterna desde los inversores a los centros de transformación
- Desconectar y retirar el cable corriente alterna en media tensión desde los centros de transformación hasta el centro de seccionamiento.

El cable se organizará por tipo de cable y se acopiará en contenedores distribuidos por la obra para dicho fin.

Para desmontar las líneas subterráneas se abrirán las zanjas para extraer los cables. En caso de canalizaciones entubadas, se procederá a extraer en primer lugar el cable y después se abrirá la zanja para extraer los tubos. También se demolerán las arquetas de registro distribuidas en el trazado de dicha red subterránea.

Tras la retirada del cableado se procederá con el desmontaje de los inversores, los transformadores, las celdas de media tensión, los equipos de medida protección y control.

Las celdas y transformadores, así como las casetas donde se alojan son equipos de grandes dimensiones, por lo que será necesaria la ayuda del camión pluma o el manipulador telescópico para su traslado hasta el camión situado a la entrada de la Planta.

Todos los elementos recuperados, entre los que fundamentalmente hay cables de aluminio y cobre y material eléctrico, se acopiarán en los puntos habilitados para ello, para después llevarlos al camión separados según su destino, ya sea para su posterior reciclado o reutilización cuando sea posible o para su entrega a vertedero autorizado de cada tipo de material en caso contrario.

7.4.1 Desmantelamiento de obra civil

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 70 cm, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas.

En el caso de edificios fabricados en la Planta, se procederá a su demolición y retirada de escombros a vertedero autorizado.

Los viales y caminos interiores, y correspondientes cunetas y bordillos, se desmantelarán una vez finalizado el desmantelamiento de todas las instalaciones de la Planta, siempre y cuando los servicios forestales o las autoridades competentes no expresen su deseo de contar con ellos en el futuro.

7.4.2 Desmantelamiento del Vallado Perimetral

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo manualmente, retirando los postes y vallas metálicas. Los residuos generados serán acopiados en camión para su traslado a una planta de tratamiento o vertedero autorizado para su reciclado.

7.5 Desmantelamiento línea aérea media tensión

7.5.1 Desmontaje de la línea

Se procederá a esta tarea siguiendo las siguientes fases:

- Desconexión de circuitos
- Desmontaje de aparamenta (aisladores, cadenas, amarres...)
- Desmontaje o demolición de los apoyos de acero galvanizado para transporte a centro de tratamiento de metales

7.5.2 Desbroce y limpieza del terreno

Se procederá al desbroce y limpieza del terreno por medios mecánicos y carga de restos de demolición o cualesquiera otros del proceso de desmantelamiento a camión para traslado a centro de residuos.

7.5.3 Homogeneizado de la superficie

Homogeneizado por medios mecánicos de la superficie limpia existente en todas las zonas que han sido objeto de los trabajos de extracción de partes de la instalación

7.6 Plazos.

El inicio de las obras de desmantelamiento se producirá al final de la vida útil de la planta fotovoltaica o cuando el sistema de producción deje de ser operativo o rentable.

El plazo de desmantelamiento será de aproximadamente tres meses.

7.7 Gestión de residuos

Como se ha mencionado en apartados anteriores, todos aquellos elementos resultantes del desmantelamiento de la Instalación se llevarán a centros autorizados para su reciclaje o a vertederos controlados para su eliminación.

Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de reutilización reciban un control y tratamiento adecuado antes de ser reutilizado como repuestos u otras funciones que cumplan con un desarrollo sostenible de la actividad en cuestión.

7.7.1 Plan de Seguridad y Salud

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de estos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

7.8 Medidas correctoras y restauración paisajística

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr algunos de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones.
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.
- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

En la tabla siguiente aparece un esquema simplificado de los aspectos a considerar para el buen desarrollo de las medidas correctoras a realizar.

Factor Ambiental	Medidas Correctoras
Contaminación Atmosférica	Reducir los niveles de polvo.
Contaminación acústica	Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento. Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas. Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud.
Suelo	Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase. Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones.
Vegetación	Revegetación de los puntos ocupados por las instalaciones, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima.
Paisaje	Restauración paisajística de las zonas ocupadas por las instalaciones

Tabla 3. Esquema Medidas correctoras

7.9 Presupuesto

Cantidad	unidad	Concepto	Precio unitario	Importe
Generador Fotovoltaico				
6.240	uds	Desmontaje, carga y transporte de módulos fotovoltaicos	0,64 €	3.993,60 €
208	uds	Desmontaje, carga y transporte de módulos estructuras de seguimiento	76,26 €	15.862,08 €
Instalación eléctrica BT				
8.704	ml	Desconexión, retirada y transporte del cableado BT, DC	0,29 €	2.524,16 €
816	ml	Desconexión, retirada y transporte del cableado BT, AC	4,95 €	4.039,94 €
13	uds	Desmontaje, carga y transporte de inversores y cuadros asociados	98,10 €	1.275,30 €
Instalación eléctrica MT				
3.532	ml	Desconexión, retirada y transporte del cableado MT	3,45 €	12.185,32 €
2	uds	Desmontaje de Centros de Transformación, incluyendo celdas, transformadores y equipos auxiliares	600,00 €	1.200,00 €
673	ml	Desmontaje de la red de tierras	2,50 €	1.682,50 €
Obra Civil				
1.040	uds	Desmontaje de perfiles de hincado de las estructuras de seguimiento	4,70 €	4.888,00 €
8	Ha	Movimiento de tierras para restauración	200,00 €	1.523,18 €
Cerramiento perimetral				
1.216	ml	Desmontaje del vallado perimetral	2,18 €	2.650,88 €
1	uds	Desmontaje puerta de acceso	250,00 €	250,00 €
Restauración paisajística				
8	Ha	Restauración de la capa vegetal	88,00 €	670,20 €
Línea aérea en media tensión				
1,20	km	Desmantelamiento LAMT	4.250,00 €	5.094,99 €

Resumen del Presupuesto	Importe
Generador Fotovoltaico	19.855,68 €
Instalación eléctrica BT	7.839,40 €
Instalación eléctrica MT	15.067,82 €
Obra Civil	6.411,18 €
Cerramiento perimetral	2.900,88 €
Restauración paisajística	670,20 €
Línea aérea en media tensión	5.094,99 €
Total Presupuesto	57.840,15 €

Tabla 4. Presupuesto

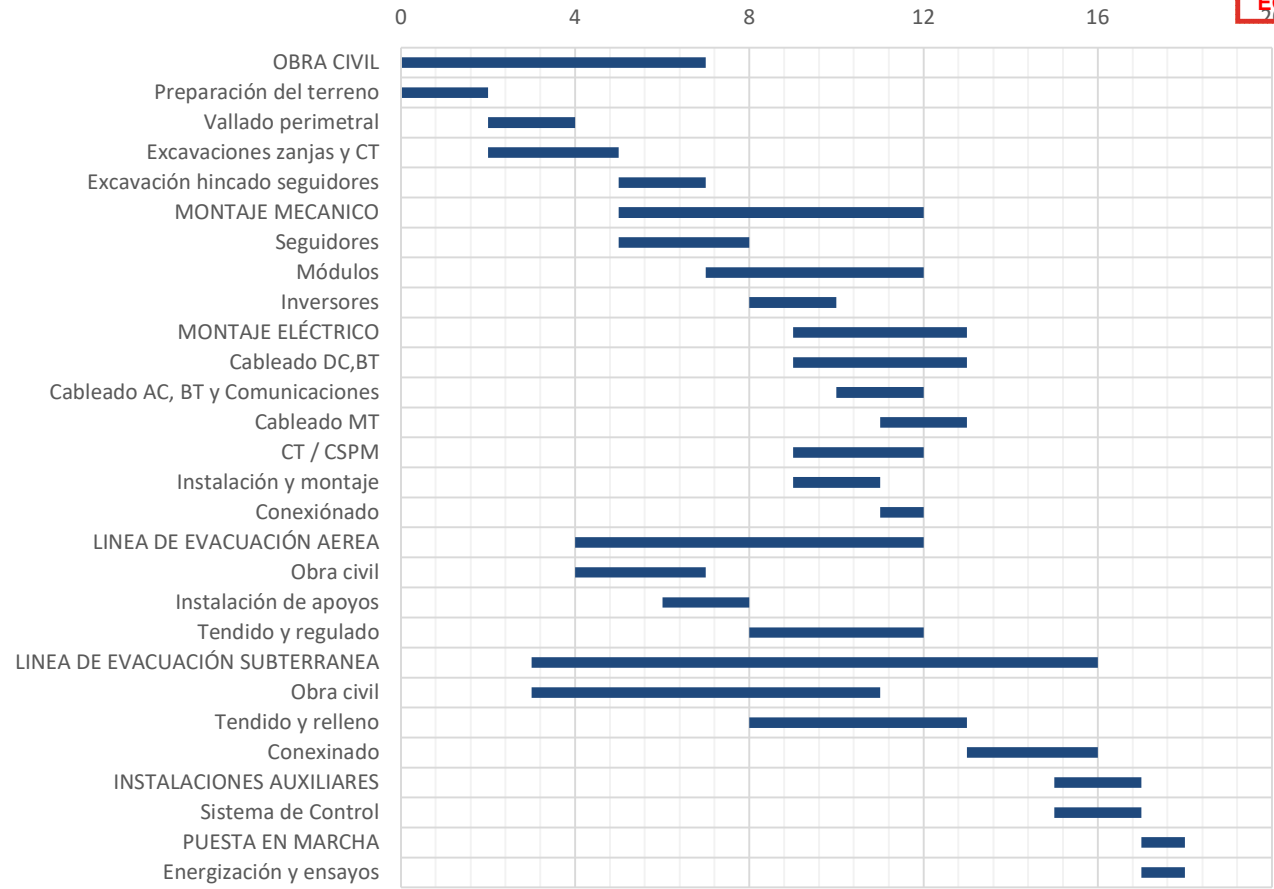
El ingeniero Industrial
Colegiado 1163. COIIAOR
Juan Navarro Navarro





CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Cronograma. (duración en semanas)





ANEXO DE FICHAS TÉCNICAS

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg54929202412818812



MÓDULO PERC MONOCRISTALINO DE ALTO RENDIMIENTO



* Como existen diferentes requisitos de certificación en diferentes mercados, comuníquese con su representante de ventas local de Risen Energy para obtener los certificados específicos aplicables a los productos en la región en la que se utilizarán los productos.

Acerca de Risen Energy

Risen Energy es un fabricante líder mundial de primer nivel de productos fotovoltaicos solares de alto rendimiento y proveedor de soluciones comerciales totales para la generación de energía a escala residencial, comercial y de servicios públicos. La empresa, fundada en 1986 y que cotiza en bolsa en 2010, impulsa la generación de valor para sus clientes globales elegidos. La innovación tecnológica y comercial, respaldada por una calidad y un soporte integrales, engloba a Risen Energy como una de las soluciones comerciales totales y completas de energía solar fotovoltaica, que se encuentran entre las más poderosas y rentables de la industria. Con presencia en el mercado local y un sólido estado de bancabilidad financiera, estamos comprometidos y somos capaces de construir colaboraciones estratégicas y mutuamente beneficiosas con nuestros socios, ya que juntos capitalizamos el creciente valor de la energía verde.

Tashan Industry Zone, Meilin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC
Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599
E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com



RSM132-8-645M-670M

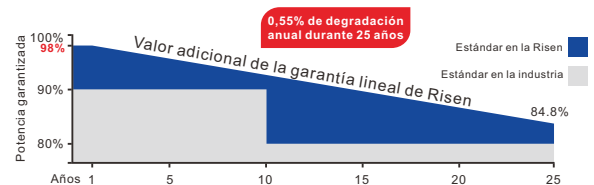
132 celdas Módulo PERC mono	645-670Wp Rango de potencia de salida
1500VDC Voltaje máximo del sistema	21.6% Máxima eficiencia

Principales características destacadas:

- Marca global, financiable de nivel 1, con fabricación automatizada de última generación certificada de forma independiente.
- El menor coeficiente térmico de energía líder en la industria
- 12 años de garantía de producto líder en la industria
- Excelente rendimiento de baja irradiancia
- Excelente resistencia a PID
- Tolerancia de potencia ajustada positiva (0~+3%)
- Inspección 100% EL de doble etapa que garantiza un producto sin defectos
- La agrupación de módulos por Corriente (Imp) reduce las pérdidas por desajuste en los arreglos de string.
- Excelente resistencia a carga mecánica, 2400Pa y a carga de nieve 5400Pa.
- Certificación integral de productos y sistemas
 - ◆ IEC61215: 2016; IEC61730-1 / -2: 2016;
 - ◆ Sistema de gestión de calidad ISO 9001: 2015
 - ◆ ISO 14001: 2015 Sistema de gestión ambiental
 - ◆ ISO 45001: 2018 Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional

GARANTÍA DE RENDIMIENTO LINEAL

Garantía de producto de 12 años / Garantía de potencia lineal de 25 años



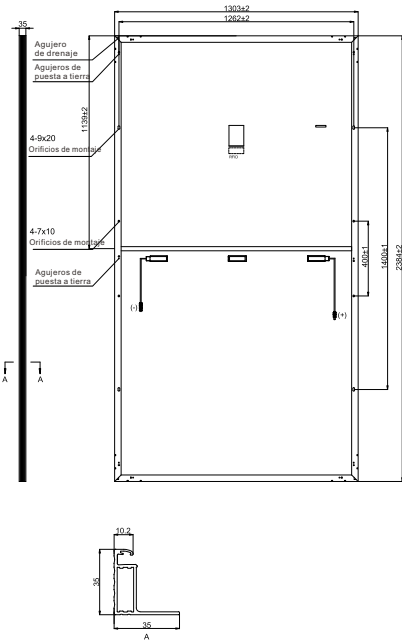
* Verifique la versión válida de la Garantía limitada del producto que es oficialmente publicada por Risen Energy Co., Ltd

THE POWER OF RISING VALUE

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido del documento. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg54929202412818812

Dimensiones del módulo fotovoltaico

Unidad: mm



DATOS ELÉCTRICOS (STC)

Número de modelo	RSM132-8-645M	RSM132-8-650M	RSM132-8-655M	RSM132-8-660M	RSM132-8-665M	RSM132-8-670M
Potencia nominal en Watts-Pmax (Wp)	645	650	655	660	665	670
Voltaje de circuito abierto-Voc (V)	45.15	45.35	45.55	45.75	45.95	46.15
Corriente de cortocircuito-Isc (A)	18.18	18.23	18.28	18.33	18.38	18.43
Voltaje de potencia máximo-Vmpp (V)	37.58	37.76	37.94	38.12	38.30	38.48
Corriente de potencia máxima-Impp (A)	17.17	17.22	17.27	17.32	17.37	17.42
Eficiencia del módulo (%) *	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4	21.6

STC: Irradiancia 1000 W/m², Temperatura de celda 25 °C, Masa de aire AM1.5 según EN 60904-3.

* Eficiencia del módulo (%): redondeo al número más cercano

DATOS ELÉCTRICOS (NMOT)

Número de modelo	RSM132-8-645M	RSM132-8-650M	RSM132-8-655M	RSM132-8-660M	RSM132-8-665M	RSM132-8-670M
Potencia máxima-Pmax (Wp)	488.6	492.4	496.2	500.0	503.8	507.6
Voltaje de circuito abierto-Voc (V)	41.99	42.18	42.36	42.55	42.73	42.92
Corriente de cortocircuito-Isc (A)	14.91	14.95	14.99	15.03	15.07	15.11
Voltaje de potencia máximo-Vmpp (V)	34.87	35.04	35.21	35.38	35.54	35.71
Corriente de potencia máxima-Impp (A)	14.01	14.05	14.09	14.13	14.17	14.21

NMOT: Irradiancia a 800 W/m², temperatura ambiente 20 °C, velocidad del viento 1 m/s.

DATOS MECANICOS

Células solares	Monocrystalline Monocristalino
Configuración de celda	132 celdas (6×11+6×11)
Dimensiones del módulo	2384×1303×35mm
Peso	34kg
Superar	Alta transmisión, bajo contenido de hierro, vidrio ARC templado
Sustrato	Sábana blanca
Marco	Aleación de aluminio anodizado tipo 6005-2T6, color plateado
Caja J	Encapsulado, IP68, 1500VDC, 3 diodos de derivación Schottky
Cables	4.0mm ² (12AWG), positivo(+)350mm, negativo(-)230mm (Conector incluido)
Conector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

TEMPERATURA Y CLASIFICACIONES MÁXIMAS

Temperatura nominal de funcionamiento del módulo (NMOT)	44°C±2°C
Coefficiente de temperatura de Voc	-0.25%/°C
Coefficiente de temperatura de Isc	0.04%/°C
Coefficiente de temperatura de Pmax	-0.34%/°C
Temperatura operacional	-40°C~+85°C
Voltaje máximo del sistema	1500VDC
Clasificación máxima del fusible de la serie	30A
Limitar la corriente inversa	30A

CONFIGURACIÓN DEL EMBALAJE

	40ft(HQ)
Número de módulos por contenedor	558
Número de módulos por pallet	31
Número de pallets por contenedor	18
Dimensiones de la caja de embalaje (L x An x Al) en mm	1320×1120×2515
Peso bruto de la caja [kg]	1105

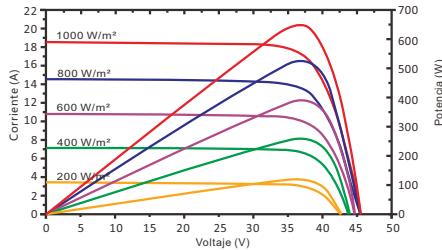
PRECAUCIÓN: LEA LAS INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD E INSTALACIÓN ANTES DE UTILIZAR EL PRODUCTO.

© 2022 Risen Energy. Todos los derechos reservados. Los contenidos incluidos en esta hoja de datos están sujetos a cambios sin previo aviso. No se otorga ningún compromiso o garantía especial por la idoneidad de un propósito especial o la instalación en un entorno extraordinario, a menos que el fabricante se comprometa específicamente de otra manera en el documento del contrato.

THE POWER OF RISING VALUE

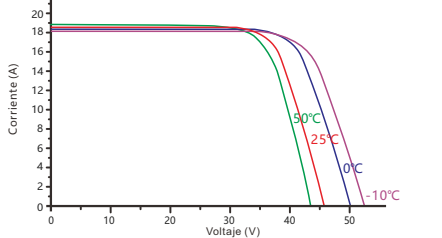
RSM132-8-655M

Características IV a diferentes irradiancias



Características I-V a diferentes temperaturas

(AM1.5, 1000W/m²)



Nuestros compañeros:

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnecter(SSLD)	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤112 kg
Operating Temperature Range	-25 °C ~ 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

PRYSUN H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.)
1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)
Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930
Designación genérica: H1Z2Z2-K



ECOLÓGICO



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2
NFC 32070-C2



LIBRE DE HALÓGENOS | HALOGEN FREE
IEC 62821-1 Anexo B
EN 50525-1 Anexo B



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2



MÁXIMA RESISTENCIA AL AGUA (AD7)



RESISTENCIA AL FRÍO



CABLE FLEXIBLE



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA A LOS GOLPES



RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS



RESISTENCIA AL OZONO



RESISTENCIA AL CALOR HÚMEDO



DESCÁRGATE la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
<https://es.prysmiangroup.com/DoP>



Nº DoP 1009483



ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV PRYSUN

Vida estimada	25 años
Certificación	Bureau Veritas LCIE
Servicios móviles	SI
Doble aislamiento (clase II)	SI
Tª máxima de conductor	90°C (120°C, 20 000 h)
Resistencia al ozono	IEC 62930 Tab.3 según IEC 60811-403 ; EN 50618 Tab.2 según EN 50396 tipo de prueba B
Resistencia a los rayos UVA	IEC 62930 Anexo E; EN 50618 Anexo E
Protección contra el agua	(AD7) Inmersión
Resistencia a ácidos y bases	IEC 62930 y EN 50618 Anexo B 7 días, 23 °C N-ácido oxálico, N-hidróxido sódico (según IEC 60811-404; EN 60811-404)
Prueba de contracción	IEC 62930 Tab 2 según IEC 60811-503; EN 50618 Tab 2 según EN 60811-503 (máxima contracción 2 %)
Resistencia al calor húmedo	IEC 62930 Tab.2 y EN 50618 Tab.2 1000h a 90°C y 85% de humedad según IEC 60068-2-78, EN- 60068-2-78
Resistencia de aislamiento a largo plazo	IEC 62821-2 ; EN 50395-9 (240h/85°C water/1,8kV DC)
Respetuoso con el medioambiente	Directiva RoHS 2011/65/EU de la Unión Europea
Ensayo de penetración dinámica	IEC 62930 Anexo D; EN 50618 Anexo D
Doblado a baja temperatura	Doblado y alargamiento a -40°C según IEC 62930 Tab.2 según IEC 60811-504 y -505 y EN 50618 Tab.2 según EN 60811-1-4 y EN 60811-504 y -505
Resistencia al impacto en frío	Resistencia al impacto a -40° C según IEC 62930 Anexo C según IEC 60811-506 y EN 50618 Anexo C según EN 60811-506
Durabilidad del marcado	IEC 62930; EN 50396

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (120 °C, 20 000 h).
- Tensión continua de diseño: 1,5/1,5 kV.
- Tensión continua máxima: 1,8 kV.
- Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
- Tensión alterna máxima: 1,2 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
- Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV.
- Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado): 4D (D = diámetro exterior del cable máximo).

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Eca**. 8secciones desde 1x4 a 1x25.
- 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; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: IEC 62821-1 Anexo B, EN 50525-1 Anexo B.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

PRYSUN

H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.)
1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)

Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930

Designación genérica: H1Z2Z2-K



ECOLÓGICO



CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cobre estañado.
Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C (120 °C, por 20 000 h)
Compuesto reticulado libre de halógenos: 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: Compuesto reticulado según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

CUBIERTA

Material: Compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.
Colores: negro, rojo o azul.

APLICACIONES

• Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores)... Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos.

Indicado también el lado de corriente continua en instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico.

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA DINÁMICO	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA ESTÁTICO	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)
1 x 1,5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	27,4
1 x 2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	16,42
1 x 4	3,0	6,6	26	20	61	5,09	46	55	10,18
1 x 6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	6,78
1 x 10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	3,90
1 x 16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	2,48
1 x 25	7,8	12,5	63	50	286	0,759	140	176	1,59
1 x 35	9,2	14,0	70	56	390	0,565	182	218	1,13
1 x 50	11,0	16,3	82	65	542	0,393	220	276	0,786
1 x 70	13,1	18,7	94	75	792	0,277	282	347	0,554
1 x 95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	0,42
1 x 120	17,0	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	0,328
1 x 150	19,0	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	0,264
1 x 185	21,0	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	0,216
1 x 240	24,0	32,1	193	128	2394	0,0817	617	775	0,1634

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (25 años).



HarmOHny[®] All Ground[®]

RESISTENCIA Y FÁCIL INSTALACIÓN



El visado, revisión o registro del documento acredita la idoneidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg5492992024128183812

Máxima resistencia.
Soterramiento rápido y directo
en cualquier tipo de terreno.



El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



LA GRAN RESISTENCIA DE ALL GROUND® PERMITE SU SOTERRAMIENTO DIRECTO EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO



Los cables estándar de baja tensión están diseñados para ser directamente enterrados en el terreno solo cuando están rodeados de arena fina, para evitar que se produzca cualquier daño en la cubierta externa. Esto implica tener que utilizar zanjas más grandes usando materiales específicos.

Para no tener estas limitaciones relacionadas con el tendido directo de cables en el terreno, General Cable ha desarrollado la solución All Ground®, que permite poder enterrar los cables directamente en la mayoría de terrenos existentes, sobre todo aquellos considerados “duros”, sin necesidad de tener que realizar una preparación específica ni añadir materiales externos tales como arena o rellenos especiales.

La solución All Ground® ofrece excepcionales ventajas:

- **Una zanja simplificada:** No hay necesidad de utilizar arena o rellenos especiales y los materiales excavados pueden utilizarse directamente para el relleno sin tener que llevar a cabo el proceso de filtrado habitual (triturado, cribado...).
- **Una zanja más pequeña:** La ausencia de arena permite una excavación más superficial (solo de 10 cm de profundidad) y más estrecha que la estándar.
- **Una zona de obras optimizada:** La supresión de los transportes de entrada y salida de materiales reduce los costes, los plazos de finalización de las obras y las emisiones a la atmósfera de forma considerable, disminuyendo la huella de carbono de las obras y contribuyendo a la conservación del medio ambiente.
- **Un soterramiento rápido y sencillo:** Esta solución de fácil uso simplifica los trabajos en las obras, acortando el tiempo de instalación y, en consecuencia, reduciendo su coste total. En el caso de instalación de cables al lado de la carretera, la solución All Ground® permite liberar las carreteras de forma más rápida para que el tráfico pueda volver a la normalidad mucho antes.
- **Un entorno de obras más seguro:** La zanja más pequeña, los transportes de material reducidos de forma considerable y el menor uso de equipamientos motorizados también convierten el lugar de las obras en un lugar mucho más seguro para todos los trabajadores.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES

El diseño del concepto All Ground® reside específicamente en su cubierta externa acanalada que permite que el cable pueda enterrarse directamente en cualquier tipo de terreno gracias a sus excelentes características mecánicas y térmicas.

Protección mecánica mejorada: más resistencia

El diseño de All Ground® ofrece una excelente resistencia a los impactos mecánicos y a la abrasión. La referencia para los impactos mecánicos es la norma francesa NF C 33-226, que incluye una prueba de impacto en el párrafo B.3.3.1.2:

Los impactos se llevan a cabo mediante un peso de 6 kg que cae encima de una muestra de cable de una longitud aproximada de 1,5 m situada sobre una base metálica rígida. Al final del peso hay una pieza metálica rígida con un ángulo de 90 °, cuyo radio de curvatura es de 1 mm y cuyo eje es perpendicular al del cable.

Ajustando la altura de la caída puede determinarse la energía del impacto.

El procedimiento establece cuatro puntos de impacto separados por una distancia de 150 mm. Una vez llevados a cabo los impactos, se realiza una prueba a la muestra:

1. Dimensionalmente, comprobando que el grosor del aislamiento mínimo en el punto de impacto sigue cumpliendo con los requisitos de la norma.
2. Eléctricamente, realizando una prueba de tensión de 3,5 kV durante 5 minutos.

Los resultados de la prueba determinan que las muestras cumplen con un impacto de energía de 35 joules. Esta energía de impacto es muy superior al límite de 20 joules que establece la norma IEC 60364-5-51 para un choque mecánico extremadamente severo. Como comparación, el cable estándar resiste una energía de impacto de 5 joules, siete veces menos que la solución All Ground®.

Cables resistentes a la intemperie

Los cables HarmOHny® All Ground® están diseñados para resistir a las condiciones atmosféricas extremas, puesto que el material de su cubierta cumple con los ensayos bajo las condiciones estándar establecidas en la norma UNE 211605. Los cables también puede utilizarse a temperaturas ambientales muy bajas (-40 °C).

Buenas propiedades térmicas: mejor disipación del calor

La cubierta acanalada proporciona una zona ampliada para la disipación de calor y el material utilizado tiene una resistividad térmica muy baja, lo que permite que el cable pueda disipar el calor de forma muy eficiente manteniendo las pérdidas por el efecto Joule al mismo nivel que el cable estándar.



ENSAYOS MECÁNICOS COMPARATIVOS / 26 KG – 27 CM

Impacto energético de 35 Joules

HARMOHNY



HARMOHNY



Las imágenes muestran como el cable HarmOHny® All Ground® después de recibir una fuerza de impacto de 35 Joules no muestra daños significativos en el aislamiento, mientras que al HarmOHny® estandar muestra un fuerte impacto en su conductor de aluminio.



Ejemplo de instalación mecanizada: 3 cables unipolares en haz tendidos al mismo tiempo y directamente enterrados.



El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024.128183812

HARMOHNY® ALL GROUND®

XZ1 Al - Cable unipolar libre de halógenos

0.6/1 kV

NORMAS:

- IEC 60502-1 – Norma de diseño y ensayos
- IEC 60332-1-2 – No propagación de la llama
- IEC 60754-1 – Libre de halógenos
- IEC 60754-2 – Baja acidez y corrosividad de los gases emitidos



CONSTRUCTION:

1. CONDUCTOR:

Aluminio, clase 2 según IEC 60228.

2. AISLAMIENTO:

Polietileno reticulado (XLPE).

3. CUBIERTA EXTERIOR:

Polioléfina termoplástica libre de halógenos, tipo ST7.

RANGO DE TEMPERATURA:

Temperatura máxima del conductor: +90 °C

Temperatura mínima de trabajo: -40 °C



DATOS TÉCNICOS

Sección	Diámetro exterior	Peso	Radio mínimo de curvatura		Intensidad admisible			Caída de tensión		Reactancia a 50 Hz
			Durante el tendido	Tras la instalación ⁽¹⁾	Al aire ⁽²⁾	Enterrados en tubo ⁽³⁾	Directamente enterrados ⁽³⁾	cos $\phi = 0,8$	cos $\phi = 1$	
mm ²	mm	kg/km	mm	mm	A	A	A	V/A·km	V/A·km	Ohms/km
70	20,7	455	311	155	206	130	144	0,875	0,984	0,111
95	22,3	555	335	167	253	154	172	0,653	0,711	0,104
120	24,0	660	360	180	296	174	197	0,534	0,562	0,102
150	25,8	765	387	194	343	197	220	0,449	0,457	0,099
185	27,7	920	416	208	395	220	250	0,373	0,364	0,096
240	30,5	1.115	458	229	471	253	290	0,303	0,278	0,093
300	32,8	1.335	492	246	547	286	326	0,257	0,222	0,090

(1) También es aplicable cuando el doblado se controla cuidadosamente utilizando una preforma o es adyacente a las juntas y terminaciones, bajo una temperatura de cable mínima de 15 °C.

(2) Al aire a 30 °C (IEC 60364-5-52, tabla A.52-13, método F, disposición en triángulo).

(3) Temperatura del terreno de 20 °C, resistividad térmica de 2,5 K·m/W, profundidad de 0,7 m (IEC 60364-5-52, tabla B.52.5, tres conductores cargados).



Para más información, consulte el vídeo siguiente:





PROXIMIDAD y SERVICIO
a nuestros clientes.



NUEVO TELÉFONO DE ATENCIÓN
93 271 31 40



General Cable

A company of the

**Prysmian
Group**

GRUPO GENERAL CABLE SISTEMAS, S.L.
Polígono Can Sucarrats · Calle del Metall, 4 · 08630 Abrera (Barcelona)
Tel: +34 93 7734880 · contact@generalcable.com
R.M. de Barcelona, T 43555, F. 217, H. B18317, Insc. 254ª, CIF: B-08/102790

www.generalcable.com

Toda la información contenida en este catálogo constituye únicamente una guía para la selección de productos y se considera fiable. Los requisitos normativos indicados han sido validados mediante ensayos tipo sobre muestras seleccionadas cubriendo el rango de productos. Los posibles errores de impresión serán subsanados en posteriores ediciones del presente catálogo. Antes de proceder a su publicación, General Cable ha tomado las debidas precauciones a fin de garantizar la exactitud de todas las especificaciones de los productos que aquí se detallan. No obstante, dichas especificaciones podrán ser modificadas sin previo aviso.

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado. Aviso: No registre el documento. Visado electrónico. Documento. EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812

HERSATENE® Class

RH5Z1-OL AL

12/20 (24) kV y 18/30 (36) kV



HERSATENE

NORMAS

CONSTRUCCIÓN

ENDESA GSC001
DND001
UNE 211620

REACCIÓN AL FUEGO

UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2

CLASIFICACIÓN CPR

DOP 000018
Clase **F_{ca}**

CONSTRUCCIÓN

1. CONDUCTOR

Aluminio clase 2 según UNE-EN 60228.

2. PANTALLA SOBRE CONDUCTOR

Semiconductor extruido separable en frío.

3. AISLAMIENTO

Poliétileno reticulado (XLPE).

4. PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO

Semiconductor extruido.

5. PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA

Obturación longitudinal con cinta hinchante.

6. PANTALLA METÁLICA

Cinta de aluminio.

7. CUBIERTA EXTERNA

Polioléfina tipo DMZ1.
Color rojo.

APLICACIONES

Puede instalarse al aire, en bandejas o enterrado directamente o bajo tubo.

Cubierta resistente a la abrasión y al desgarro.

Fácil deslizamiento.

Libre de halógenos con pantalla metálica obturada longitudinalmente.

Resistencia a los rayos UVA (HD 605 S3 y UNE 211605).

Temperatura máxima del conductor: 90°C.
Temperatura ambiente mínima de servicio: -25°C.

CERTIFICACIONES



NORMALIZADO POR

GRUPO ENDESA



DESCÁRGATE LA DOP
(declaración de prestaciones)
<https://es.prysmiangroup.com/dop>

N° DoP 000018

General Cable

A Brand of Prysmian Group

Prysmian
Group

HERSATENE® Class

RH5Z1-OL AL

12/20 (24) kV y 18/30 (36) kV



HERSATENE

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

12/20 (24) kV

Sección conductor Al (mm ²)	Diametro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diametro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω /km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω /km)	Reactancia a 50 Hz (Ω /km)	Capacidad (μ F/km)
1X95 *	21,2	29,0	885	435	255	205	190	0,320	0,403	0,119	0,251
1X150 *	23,9	31,6	1090	474	335	260	245	0,206	0,262	0,111	0,294
1X240 *	28,0	35,6	1460	534	455	345	320	0,125	0,161	0,102	0,358
1X400 *	33,0	40,7	1985	611	610	445	415	0,0778	0,102	0,096	0,436
1X500	36,7	44,6	2470	669	715	505	480	0,0605	0,084	0,093	0,494
1X630	40,8	48,4	2930	726	830	575	545	0,0469	0,0636	0,090	0,557

18/30 (36) kV

Sección conductor Al (mm ²)	Diametro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diametro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω /km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω /km)	Reactancia a 50 Hz (Ω /km)	Capacidad (μ F/km)
1X95 *	25,6	33,3	1105	500	255	205	190	0,320	0,403	0,128	0,187
1X150 *	28,3	36,0	1330	540	335	260	245	0,206	0,262	0,119	0,216
1X240 *	32,4	40,0	1720	600	455	345	320	0,125	0,161	0,109	0,260
1X400 *	37,4	45,1	285	677	610	445	415	0,0778	0,102	0,102	0,313
1X500	41,1	49,0	2790	735	715	505	480	0,0605	0,084	0,099	0,329
1X630	45,4	53,3	3310	800	830	575	545	0,0469	0,0636	0,095	0,396

*Secciones normalizadas por las compañías de grupo Endesa.

(1) Valores sujetos a variación en función de las tolerancias dimensionales.

(2) Intensidades máximas admisibles de acuerdo con UNE 211435 Tabla A.3.2. e ITC-LAT 06 del RLAT. Tres conductores dispuestos en trébol, al aire a 40 °C (a la sombra). Enterrados a 25 °C, 1 m de profundidad y 1,5 K·m/W.

General Cable

A Brand of Prysmian Group

HERSATENE® Class

RH5Z1-OL AL

12/20 (24) kV y 18/30 (36) kV



HERSATENE

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS

A continuación figuran los valores homopolares de resistencia reactancia y capacidad, útiles para cálculo de sistemas trifásicos desequilibrados.

En las tablas anteriores figuran los valores de secuencia directa e inversa, que son coincidentes entre sí.

12/20 (24) kV

Sección conductor Al (mm ²)	Resistencia homopolar R ₀ (Ω/km)	Reactancia homopolar X ₀ (Ω/km)	Capacidad homopolar C ₀ (μF/km)
1X95 *	1,128	0,466	0,251
1X150 *	0,985	0,428	0,294
1X240 *	0,832	0,344	0,358
1X400 *	0,720	0,284	0,436
1X500	0,651	0,241	0,494
1X630	0,604	0,216	0,557

18/30 (36) kV

Sección conductor Al (mm ²)	Resistencia homopolar R ₀ (Ω/km)	Reactancia homopolar X ₀ (Ω/km)	Capacidad homopolar C ₀ (μF/km)
1X95 *	1,050	0,391	0,187
1X150 *	0,890	0,341	0,216
1X240 *	0,768	0,297	0,260
1X400 *	0,650	0,237	0,313
1X500	0,618	0,225	0,329
1X630	0,561	0,195	0,396

Valores homopolares

General Cable

A Brand of Prysmian Group



ANEXO

ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg54929202412818812



PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Proyecto: FV VILLAMARTÍN CW

Tracking system
System power: 4056 kWp
Villamartín - España

Ciente

CAPWATT ESPAÑA, SL



Author

LNK ENERGIA SL (Spain)





PVsyst V7.4.7

VC2, Simulation date:
11/07/24 12:27
with V7.4.7

LNK ENERGIA SL (Spain)

Project summary

Geographical Site		Situation		Project settings	
Villamartín		Latitude	36.86 °N	Albedo	0.20
España		Longitude	-5.64 °W		
		Altitude	153 m		
		Time zone	UTC+1		
Weather data					
Villamartín					
Meteonorm 8.1 (1996-2015), Sat=100% - Sintético					

System summary

Grid-Connected System		Tracking system		Near Shadings	
PV Field Orientation		Tracking algorithm		Linear shadings : Fast (table)	
Orientation		Astronomic calculation		Diffuse shading Automatic	
Tracking plane, horizontal N-S axis					
Axis azimuth 0 °					
System information					
PV Array					
Nb. of modules	6240 units	Inverters		Nb. of units 13 units	
Pnom total	4056 kWp			Pnom total 3900 kWac	
				Pnom ratio 1.040	
User's needs					
Unlimited load (grid)					

Results summary

Produced Energy	7879244 kWh/year (*)	Specific production	1943 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	77.06 %
-----------------	----------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	5
Main results	6
Loss diagram	7
Predef. graphs	8
Single-line diagram	9

(*) Ver página 7/9 incluyendo pérdidas hasta barras de subestación

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación e integridad format del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable; así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor. e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024.128183812



PVsyst V7.4.7

VC2, Simulation date:
11/07/24 12:27
with V7.4.7

LNK ENERGIA SL (Spain)

General parameters

Grid-Connected System

PV Field Orientation

Orientation

Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °

Models used

Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteonorm
Circumsolar separate

Horizon

Free Horizon

Tracking system

Tracking algorithm

Astronomic calculation

Near Shadings

Linear shadings : Fast (table)
Diffuse shading Automatic

Trackers configuration

Nb. of trackers 208 units

Sizes

Tracker Spacing 11.0 m
Collector width 4.78 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 43.5 %
Phi min / max. +/- 60.0 °

Shading limit angles

Phi limits for BT +/- 64.1 °

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer Risen Solar
Model RSM132-8-650BMDG
(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 650 Wp
Number of PV modules 6240 units
Nominal (STC) 4056 kWp
Modules 208 string x 30 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp 3711 kWp
U mpp 1033 V
I mpp 3592 A

Total PV power

Nominal (STC) 4056 kWp
Total 6240 modules
Module area 19384 m²
Cell area 18162 m²

Inverter

Manufacturer Huawei Technologies
Model SUN2000-330KTL-H1
(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 300 kWac
Number of inverters 13 units
Total power 3900 kWac
Operating voltage 550-1500 V
Max. power (=>30°C) 330 kWac
Pnom ratio (DC:AC) 1.04
Power sharing within this inverter

Total inverter power

Total power 3900 kWac
Max. power 4290 kWac
Number of inverters 13 units
Pnom ratio 1.04

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 3.0 %

Serie Diode Loss

Voltage drop 0.7 V
Loss Fraction 0.1 % at STC

Module mismatch losses

Loss Fraction 2.0 % at MPP

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 1.6 %

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %

DC wiring losses

Global array res. 4.7 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.8 %



PVsyst V7.4.7

VC2, Simulation date:
11/07/24 12:27
with V7.4.7

LNK ENERGIA SL (Spain)



Array losses

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

System losses

Unavailability of the system

Time fraction 2.0 %
 7.3 days,
 3 periods

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor. e-visado.net/validar.aspx Código: ros2:pg5:49292024:128:183812



PVsyst V7.4.7
 VC2, Simulation date:
 11/07/24 12:27
 with V7.4.7

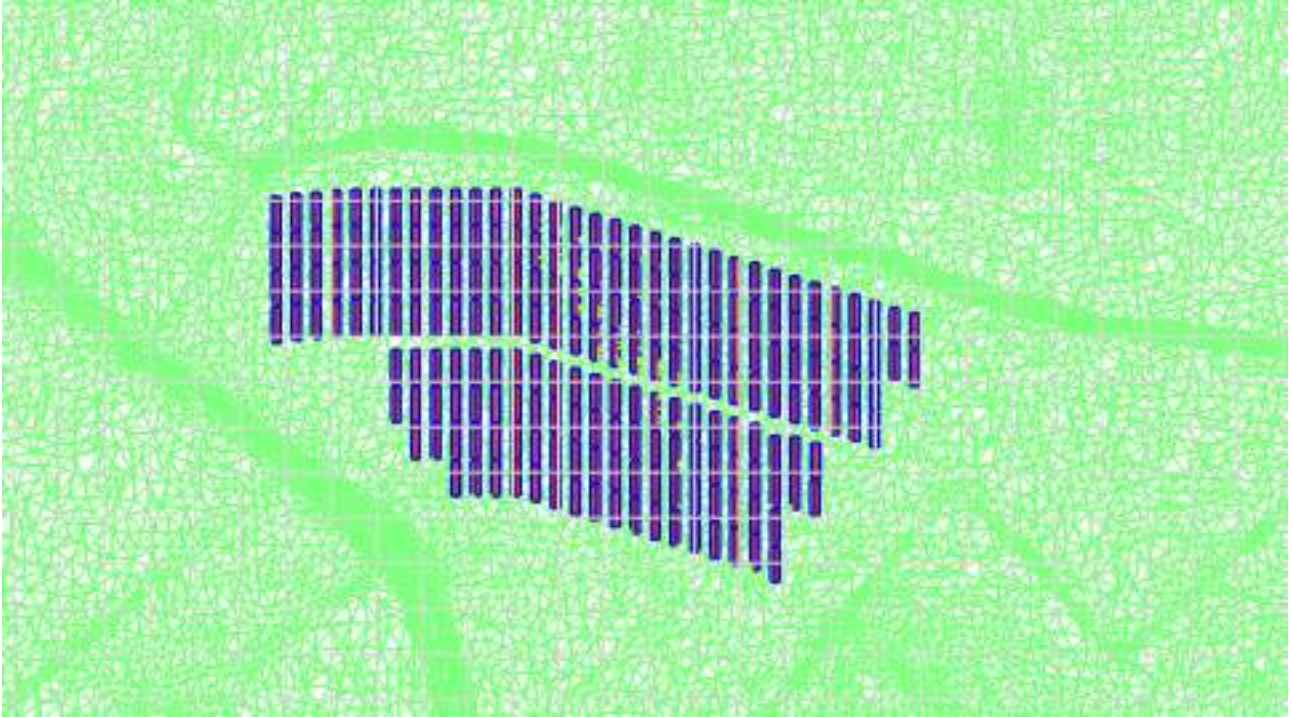
Project: VILLAMARTIN

LNK ENERGIA SL (Spain)



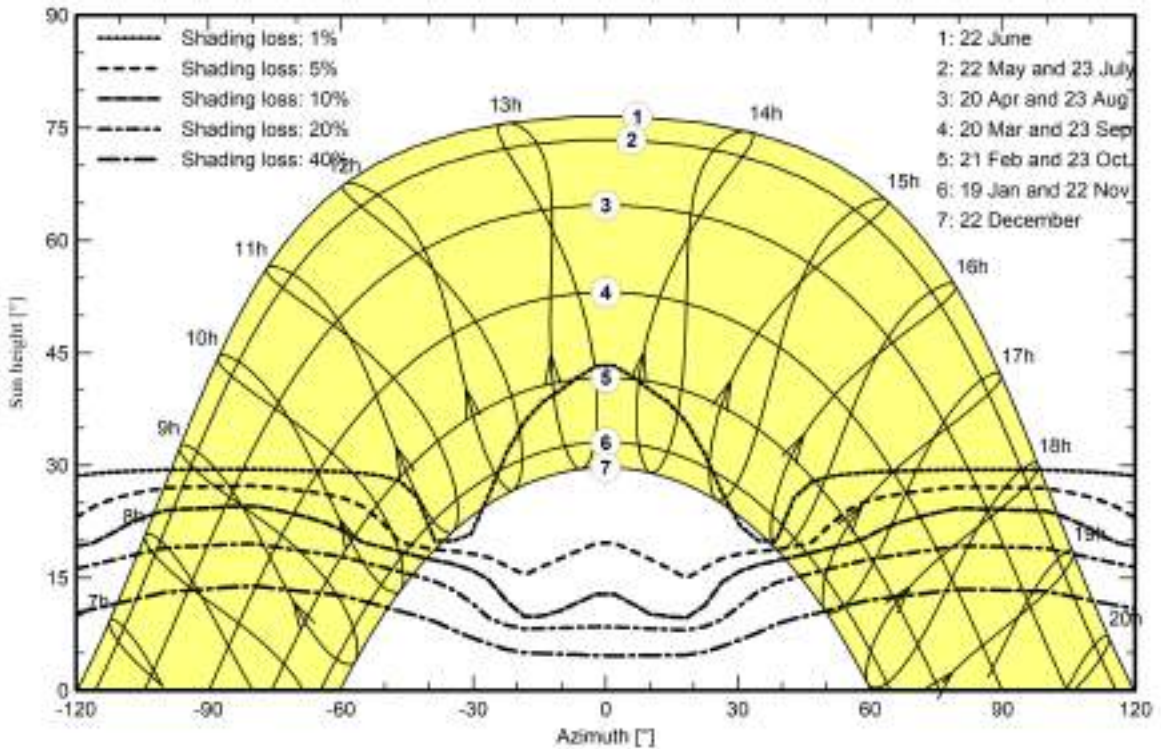
Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Orientation #1



El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros:2:pg5:49292024:128:183812



PVsyst V7.4.7

VC2, Simulation date:
11/07/24 12:27
with V7.4.7

LNK ENERGIA SL (Spain)

Main results

System Production

Produced Energy 7879244 kWh/year

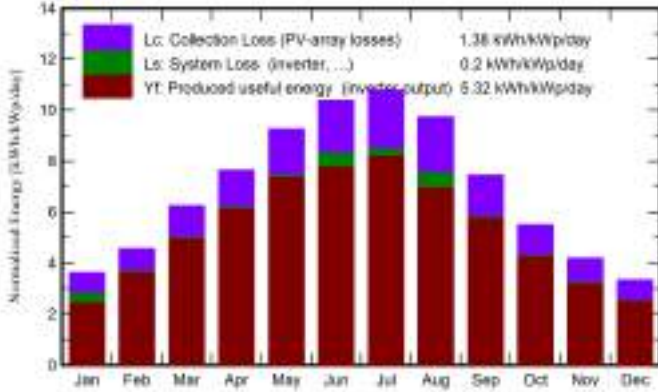
Specific production

1943 kWh/kWp/year

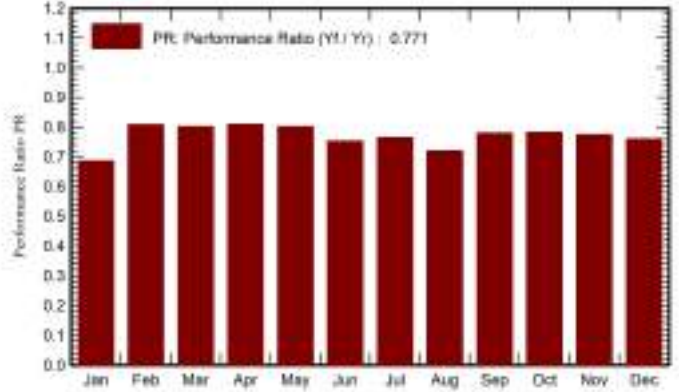
Perf. Ratio PR

77.06 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	77.4	29.79	9.75	112.2	93.7	364148	312322	0.686
February	93.5	38.87	10.92	127.9	110.9	425894	419193	0.808
March	139.1	57.79	13.83	193.6	168.6	637943	629373	0.802
April	167.9	66.87	16.04	229.2	204.2	761873	751919	0.809
May	211.9	77.32	20.01	287.0	258.5	944433	933163	0.802
June	230.9	70.18	23.85	311.6	284.0	1020019	951641	0.753
July	241.6	63.50	26.72	334.8	303.3	1074206	1039043	0.765
August	214.2	63.52	27.33	301.7	269.8	958082	880308	0.719
September	159.8	49.16	23.50	223.4	197.5	716208	707064	0.780
October	121.3	46.01	19.87	170.6	147.6	549720	541979	0.783
November	84.9	31.26	13.64	125.5	104.6	400799	393964	0.774
December	69.9	29.85	10.94	103.5	83.9	325882	319274	0.761
Year	1812.4	624.12	18.08	2520.9	2226.7	8179208	7879244	0.771

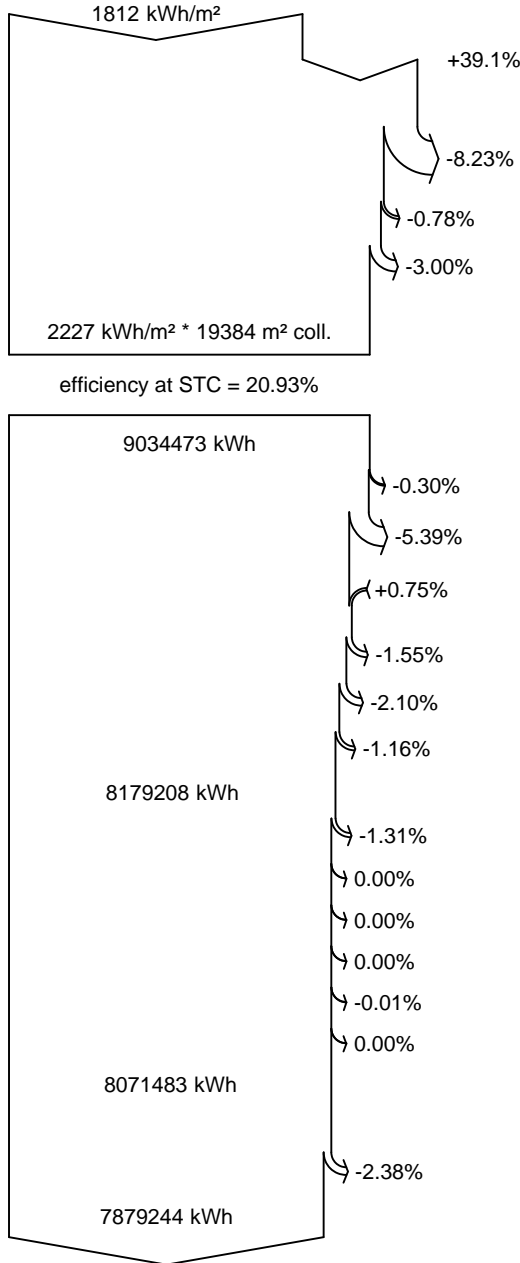
Legends

- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad format del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2zpg549292024128183812



Loss diagram



- Global horizontal irradiation**
- Global incident in coll. plane**
- Near Shadings: irradiance loss
- IAM factor on global
- Soiling loss factor
- Effective irradiation on collectors**
- PV conversion
- Array nominal energy (at STC effic.)**
- PV loss due to irradiance level
- PV loss due to temperature
- Module quality loss
- LID - Light induced degradation
- Mismatch loss, modules and strings
- Ohmic wiring loss
- Array virtual energy at MPP**
- Inverter Loss during operation (efficiency)
- Inverter Loss over nominal inv. power
- Inverter Loss due to max. input current
- Inverter Loss over nominal inv. voltage
- Inverter Loss due to power threshold
- Inverter Loss due to voltage threshold
- Available Energy at Inverter Output**
- System unavailability
- Energy injected into grid**

PERDIDAS TOTALES DE POTENCIA

Tramos AC BT (Inversores - CTs)	13,8 kW	0,43%
CT1	20,1 kW	0,63%
CT2	16,3 kW	0,51%
Tramo MT CT1-CPM	0,9 kW	0,03%
Tramo MT CT2-CPM	1,4 kW	0,04%
Tramo CPM-Apoyo 8	0,2 kW	0,01%
Tramo Aereo	20,3 kW	0,63%
Tramo Apoyo 1 - SE	23,2 kW	0,72%
Perdidas de potencia	96,22 kW	3,0%

PERDIDAS TOTALES DE ENERGÍA

perdidas de energía valoradas @heq	186.955 kWh	4,4%
Inyección a red en barras de Subestación	7.692.289 kWh	
	1897 heq s/kWh	



PVsyst V7.4.7

VC2, Simulation date:
11/07/24 12:27
with V7.4.7

Project: VILLAMARTIN

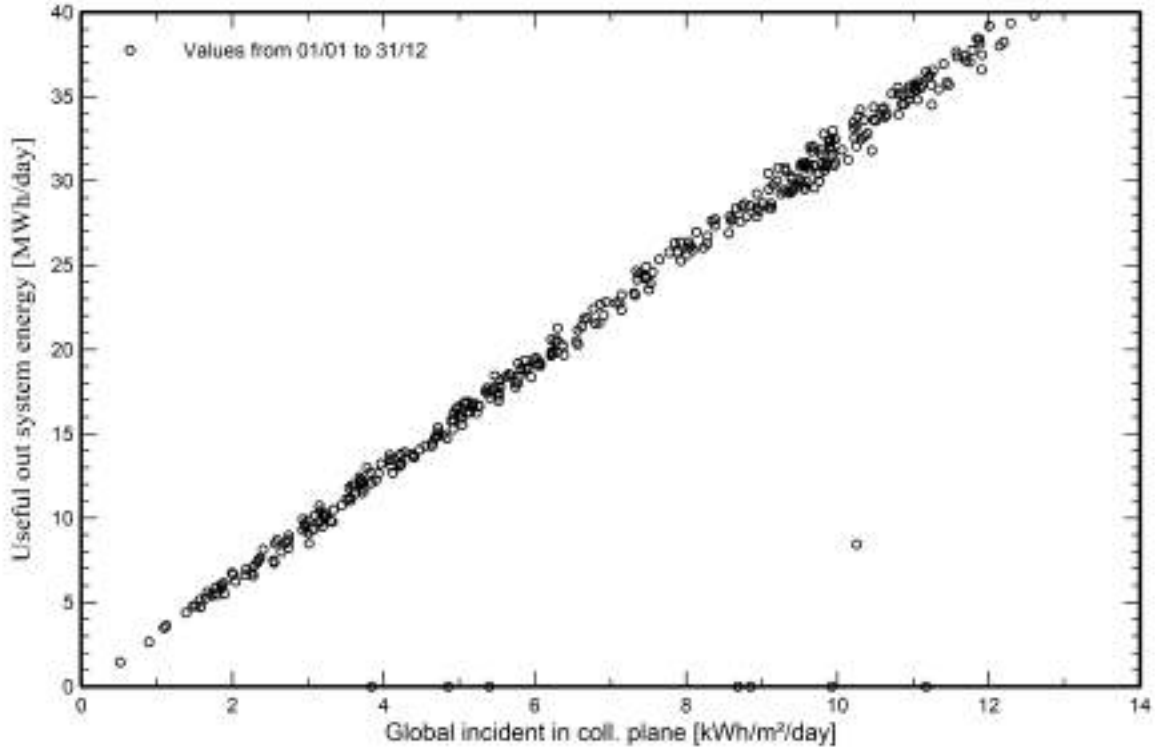
Variant: misma implant pero con transformacion objeto a PV array

LNK ENERGIA SL (Spain)

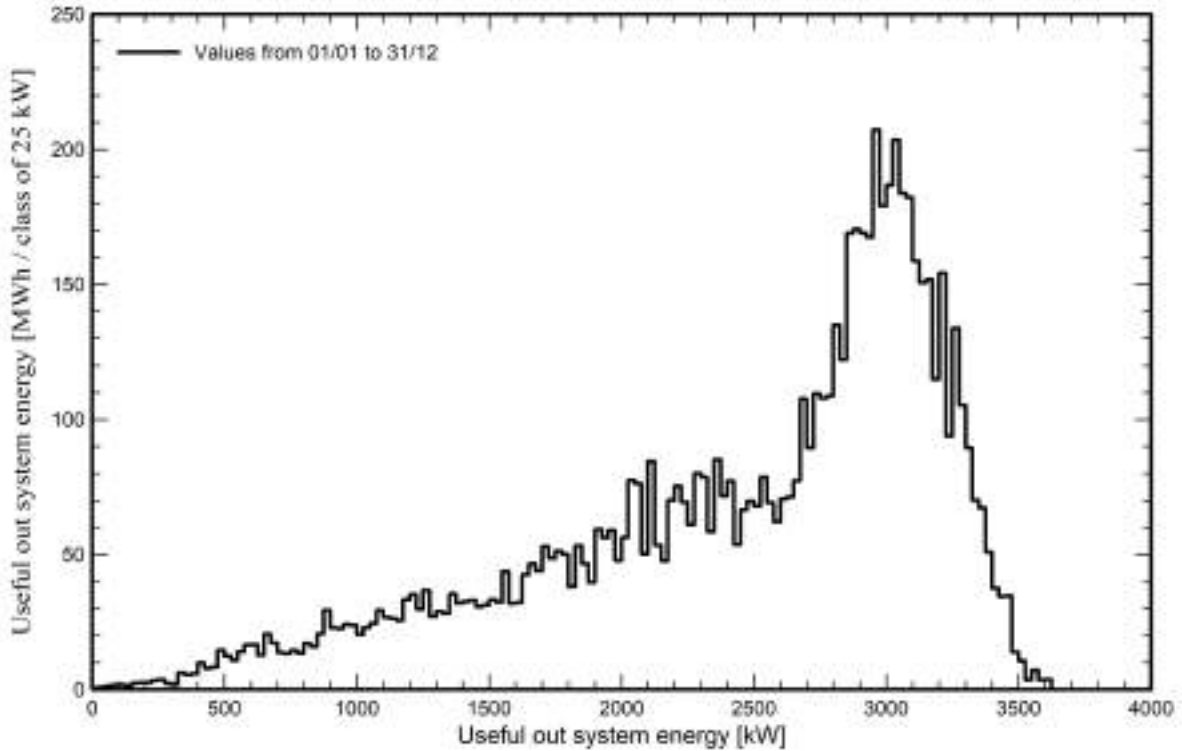


Predef. graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema





RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS



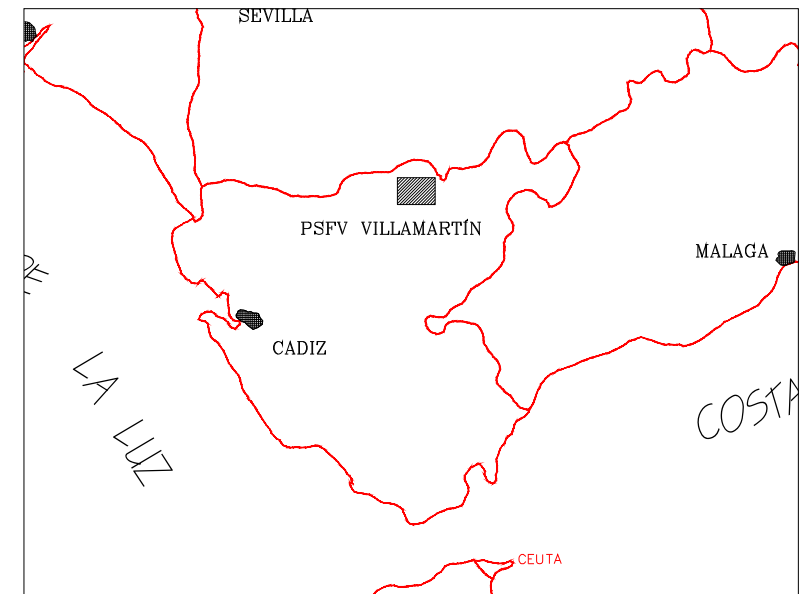
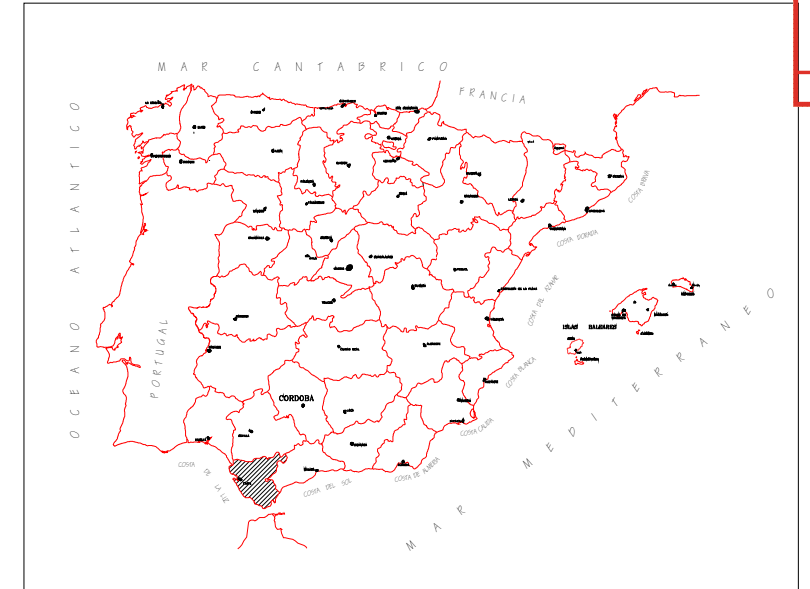
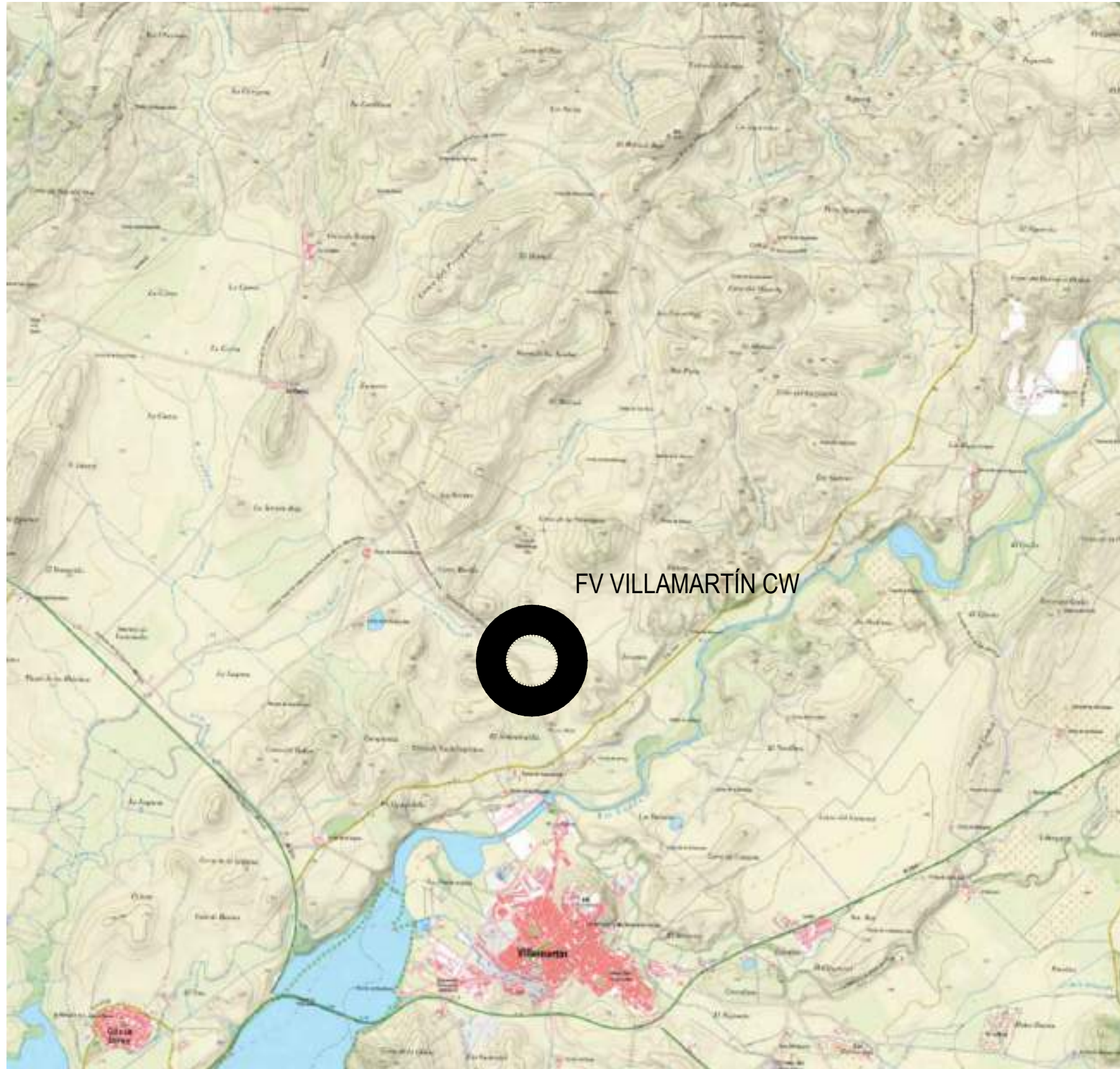
documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online chiiaor.e-visado.net/validar.asp?Codigo=ms271920241281838 y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online chiiaor.e-visado.net/validar.asp?Codigo=ms271920241281838

nº Parcela proyecto	Municipio	Poligono	Parcela	Referencia Catastral	Tipo de ocupación	Vial de acceso (m²)	Ocupación planta FV (m2)	Longitud Zanja (m)	Ocupación de zanja (m2)	Ocupación Temporal de Obras zanjias-viales (m²)	Vuelo LAMT (m)	Servidumbre Vuelo LAMT (m²)	Apoyos Nº	Superficie Apoyos (m²)	Ocupación Temporal acceso apoyos (m)	Ocupación temporal apoyos (m²)
1	Villamartín			CALLE ASFALTADA	LSMT			45,1	54,1	135,2						
2	Villamartín	42	24	53041A042000240000DF	LSMT					3,0						
3	Villamartín			3223201TF6832S0000PA	LSMT			74,6	89,6	223,9						
4	Villamartín			CALLE ASFALTADA	LSMT			164,4	197,3	493,2						
5	Villamartín			3326601TF6832N0001AR	LSMT			145,3	174,3	435,8						
6	Villamartín			CALLE ASFALTADA	LSMT			205,9	247,0	617,6						
7	Villamartín			3525910TF6832N0000OE	LSMT			214,0	256,8	642,1						
8	Villamartín			3728602TF6832N0001ZR	LSMT			126,1	151,3	378,4						
9	Villamartín			CALLE ASFALTADA	LSMT			21,5	25,8	64,6						
10	Villamartín			3821103TF6832S0000SA	LSMT			41,8	50,1	125,3						
11	Villamartín			3821104TF6832S0001XS	LSMT			80,4	96,4	241,1						
12	Villamartín			3821105TF6832S0001IS	LSMT			50,2	60,3	150,7						
13	Villamartín			3821106TF6832S0000HA	LSMT			138,5	166,2	415,4						
14	Villamartín			CALLE ASFALTADA	LSMT			405,0	486,0	1.215,1						
15	Villamartín	43	9004	53041A043090040000DJ	LSMT			274,3	329,1	822,8						
16	Villamartín	44	9003	53041A044090030000DM	LSMT			711,2	853,5	2.133,6						
17	Villamartín	44	1	53041A044000010000DY	LSMT					640,0						
18	Villamartín	44	9002	53041A044090020000DF	LSMT			14,5	17,3	43,4						
19	Villamartín	4	16	53041A004000160000DH	LSMT, LAMT			178,4	214,1	535,3	291,3	5.077,8	1,2	2,9	692,3	128



Documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro de la obra en el registro de proyectos de obra.
Fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online chiiaor.e-visado.net/validar.asp. Código: ms270241281838

nº Parcela proyecto	Municipio	Poligono	Parcela	Referencia Catastral	Tipo de ocupación	Vial de acceso (m²)	Ocupación planta FV (m2)	Longitud Zanja (m)	Ocupación de zanja (m2)	Ocupación Temporal de Obras zanjás-viales (m²)	Vuelo LAMT (m)	Servidumbre Vuelo LAMT (m²)	Apoyos Nº	Superficie Apoyos (m²)	Ocupación Temporal acceso apoyos (m)	Ocupación temporal apoyos (m²)
20	Villamartín	4	23	53041A004000230000DY	LAMT						98,2	1.826,3				
21	Villamartín	4	15	53041A004000150000DU	LAMT						111,5	1.896,0	3	1,2	2.260,8	64,0
22	Villamartín	4	13	53041A004000130000DS	LAMT						188,6	3.131,9	4	1,2	380,5	64,0
23	Villamartín	4	11	53041A004000110000DJ	LAMT						430,4	6.673,5	5,6,7	3,5	1.430,9	192,0
24	Villamartín	5	9002	53041A005090020000DM	ACCESO	4.410,6					60,4	977,8			26,6	
25	Villamartín	5	20	53041A005000200000DJ	ACCESO, PLANTA FV	68,7	76.159,2				20,0	211,1	8	1,1		64,0



CENTRO GEOMÉTRICO DEL PROYECTO
 X: 264.072 Y: 4.085.522
 UTM ETRS89

VISADO
 COII

 ANDALUCÍA
 ORIENTAL
 EGR2400571

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.aspx Código: ros22pg54929202412818381

LNK energía
LNK Energía
 Plaza del Campillo 2
 Edificio Maciá plt.3ª, oficina G
 18009 GRANADA
 Teléfono 958940476
 e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		
HOJA	ESCALA	FORMATO	
	1/50.000	A3	

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/2024
PLANO Nº	1	REV.



LEYENDA

	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	LÍNEA SUBTERRANEA MT. LSMT
	OCUPACIÓN PERMANENTE LSMT
	OCUPACIÓN TEMPORAL LSMT
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
	VALLADO PERIMETRAL
	LÍNEA DE VIAL PERIMETRAL
	Acceso
	Límite Catastral
	Vía Pecuaría
	Anchura legal de la Vía Pecuaría
	Cauce
	Servidumbre de Cauces
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVÍO DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	ARQUETA
	10 m de offset a linderos

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la correcta e íntegra formalización del expediente de ejecución, así como el registro, archivio y conservación integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571.

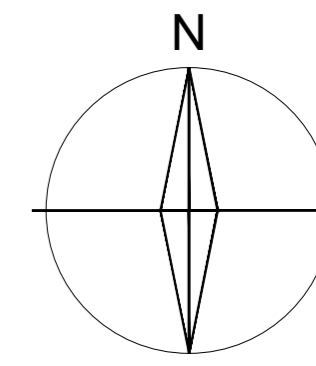
LNK energía
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pl.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkennergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	IMPLANTACIÓN GENERAL		
HOJA	1/8	ESCALA	1/16.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	2	REV.



LEYENDA

	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	LÍNEA SUBTERRANEA MT. LSMT
	OCUPACIÓN PERMANENTE LSMT
	OCUPACIÓN TEMPORAL LSMT
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
	VALLADO PERIMETRAL
	LÍNEA DE VIAL PERIMETRAL
	Acceso
	Límite Catastral
	Vía Pecuaría
	Anchura legal de la Vía Pecuaría
	Cauce
	Servidumbre de Cauces
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVÍO DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	ARQUETA
	10 m de offset a linderos

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la conexión e integración formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable así como el registro, archivio y custodia integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571.

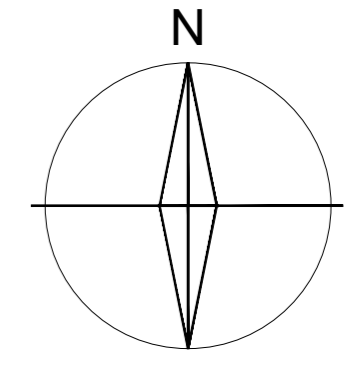
LNK energía
 Plaza del Campillo 2
 Edificio Maciá pl.3ª, oficina G
 18009 GRANADA
 Teléfono 958940476
 e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	IMPLANTACIÓN GENERAL		
HOJA	2/8	ESCALA	1/2.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	2	REV. <input type="text"/>



LEYENDA

	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	LÍNEA SUBTERRANEA MT. LSMT
	OCUPACIÓN PERMANENTE LSMT
	OCUPACIÓN TEMPORAL LSMT
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
	VALLADO PERIMETRAL
	LÍNEA DE VIAL PERIMETRAL
	Acceso
	Límite Catastral
	Vía Pecuaría
	Anchura legal de la Vía Pecuaría
	Cauce
	Servidumbre de Cauces
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVÍO DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	ARQUETA
	10 m de offset a linderos



El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la correcta e inscripcón formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable así como el registro, archiva y custodia integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571.

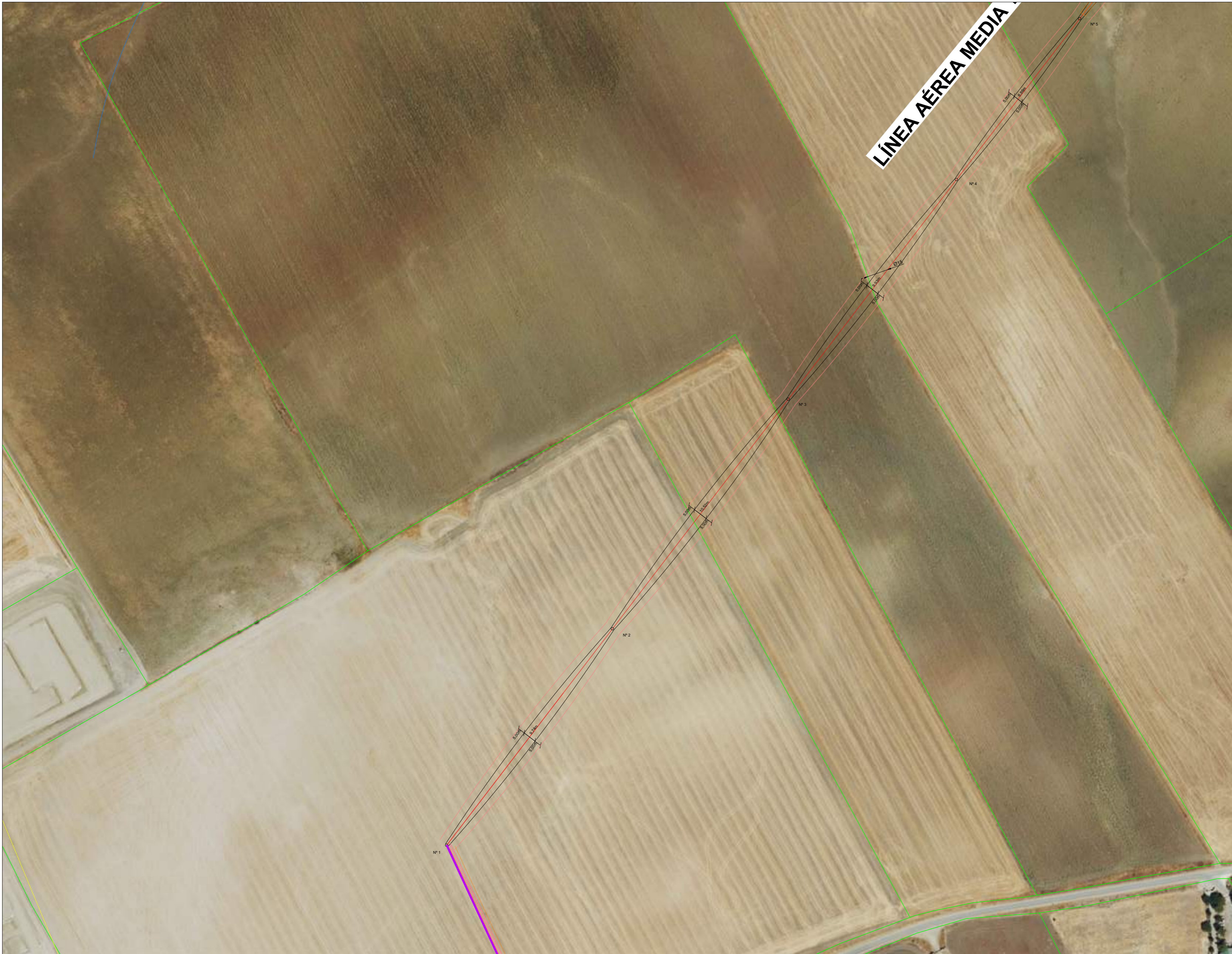
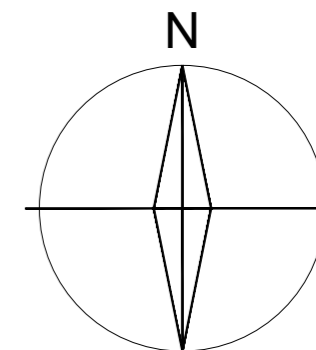
LNK energía
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pit.3º, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkennergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	IMPLANTACIÓN GENERAL		
HOJA	3/8	ESCALA	1/2.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	2	REV.



LEYENDA

	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	LÍNEA SUBTERRANEA MT. LSMT
	OCUPACIÓN PERMANENTE LSMT
	OCUPACIÓN TEMPORAL LSMT
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
	VALLADO PERIMETRAL
	LÍNEA DE VIAL PERIMETRAL
	Acceso
	Límite Catastral
	Vía Pecuaría
	Anchura legal de la Vía Pecuaría
	Cauce
	Servidumbre de Cauces
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVÍO DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	ARQUETA
	10 m de offset a linderos

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la conexión e inscripción formal del trabajo de ejecución a la normativa aplicable así como el registro, archivo y custodia integral del documento a la fecha y hora del visado. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el visado con el código: ros2p2p5f48262024128183912

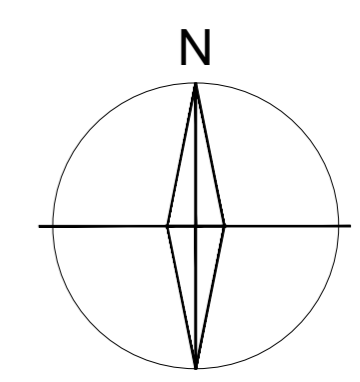
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pit.3º, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkennergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA! FV VILLAMARTÍN CW
----------	---

PLANO	IMPLANTACIÓN GENERAL		
HOJA	4/8	ESCALA	1/2.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	2	REV.



LEYENDA

	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	LÍNEA SUBTERRANEA MT. LSMT
	OCUPACIÓN PERMANENTE LSMT
	OCUPACIÓN TEMPORAL LSMT
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
	VALLADO PERIMETRAL
	LÍNEA DE VIAL PERIMETRAL
	Acceso
	Límite Catastral
	Vía Pecuaría
	Anchura legal de la Vía Pecuaría
	Cauce
	Servidumbre de Cauces
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVÍO DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	ARQUETA
	10 m de offset a linderos



El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la consecución e inscripción formal del trabajo de ejecución, a la normativa aplicable así como el registro, archivar y custodia integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571.

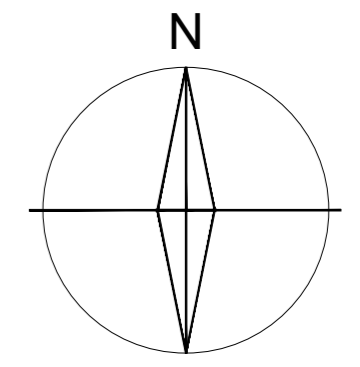
LNK energía
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pl.3º, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	IMPLANTACIÓN GENERAL		
HOJA	5/8	ESCALA	1/2.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	2	REV.



Cruzamiento con Rio Guadalete
X: 263.748
Y : 4.083.652
Paso entubado y grapeado por puente existente

LEYENDA

	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	LÍNEA SUBTERRANEA MT. LSMT
	OCUPACIÓN PERMANENTE LSMT
	OCUPACIÓN TEMPORAL LSMT
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
	VALLADO PERIMETRAL
	LÍNEA DE VIAL PERIMETRAL
	Acceso
	Límite Catastral
	Vía Pecuaria
	Anchura legal de la Vía Pecuaria
	Cauce
	Servidumbre de Cauces
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVÍO DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	ARQUETA
	10 m de offset a linderos

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la correcta e inalterable formalización del proyecto de ejecución, así como el registro, archivio y conservación integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571.

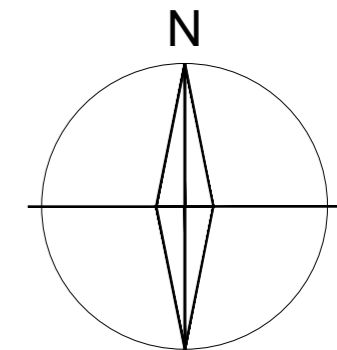
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pl.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkennergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	IMPLANTACIÓN GENERAL		
HOJA	6/8	ESCALA	1/2.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	2	REV.



LEYENDA

	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	LÍNEA SUBTERRANEA MT. LSMT
	OCUPACIÓN PERMANENTE LSMT
	OCUPACIÓN TEMPORAL LSMT
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
	VALLADO PERIMETRAL
	LÍNEA DE VIAL PERIMETRAL
	Acceso
	Límite Catastral
	Vía Pecuaría
	Anchura legal de la Vía Pecuaría
	Cauce
	Servidumbre de Cauces
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVÍO DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	ARQUETA
	10 m de offset a linderos

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la correcta e inalterable integridad formal del trabajo de soporte a la memoria, así como el registro, archivo y custodia integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571.

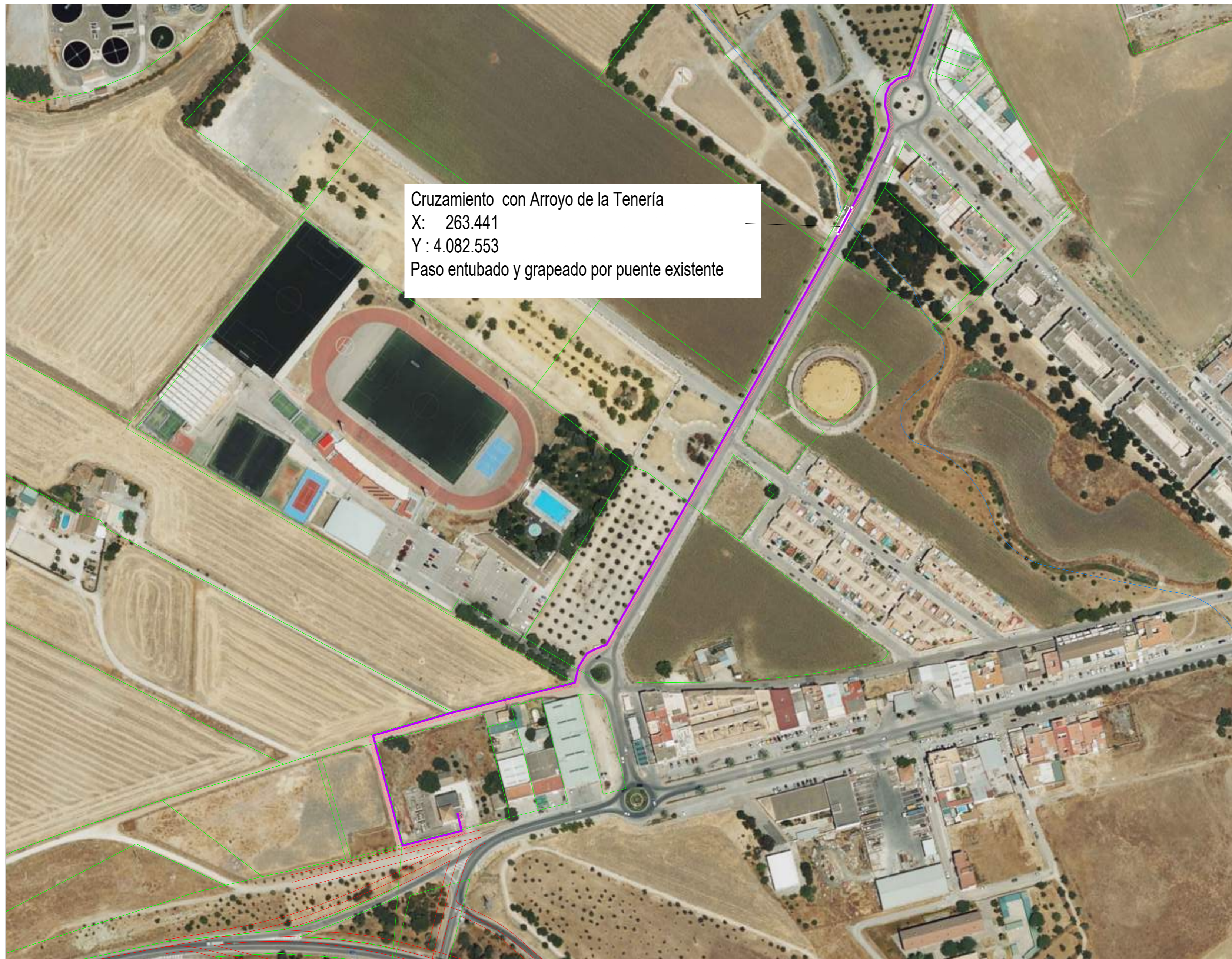
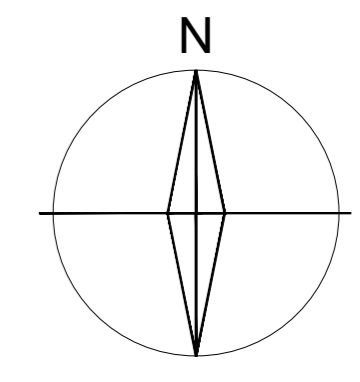
LNK energía
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pl.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	IMPLANTACIÓN GENERAL		
HOJA	7/8	ESCALA	1/2.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	2	REV.



Cruzamiento con Arroyo de la Tenería
X: 263.441
Y : 4.082.553
Paso entubado y grapeado por puente existente

LEYENDA

	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	LÍNEA SUBTERRANEA MT. LSMT
	OCUPACIÓN PERMANENTE LSMT
	OCUPACIÓN TEMPORAL LSMT
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
	VALLADO PERIMETRAL
	LÍNEA DE VIAL PERIMETRAL
	Acceso
	Límite Catastral
	Vía Pecuaria
	Anchura legal de la Vía Pecuaria
	Cauce
	Servidumbre de Cauces
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVÍO DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	ARQUETA
	10 m de offset a linderos

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la correcta e inalterable forma del trabajo de ejecución, así como el registro, archivio y conservación integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento: VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el visado de EGR2400571. Código: 12002024120103012

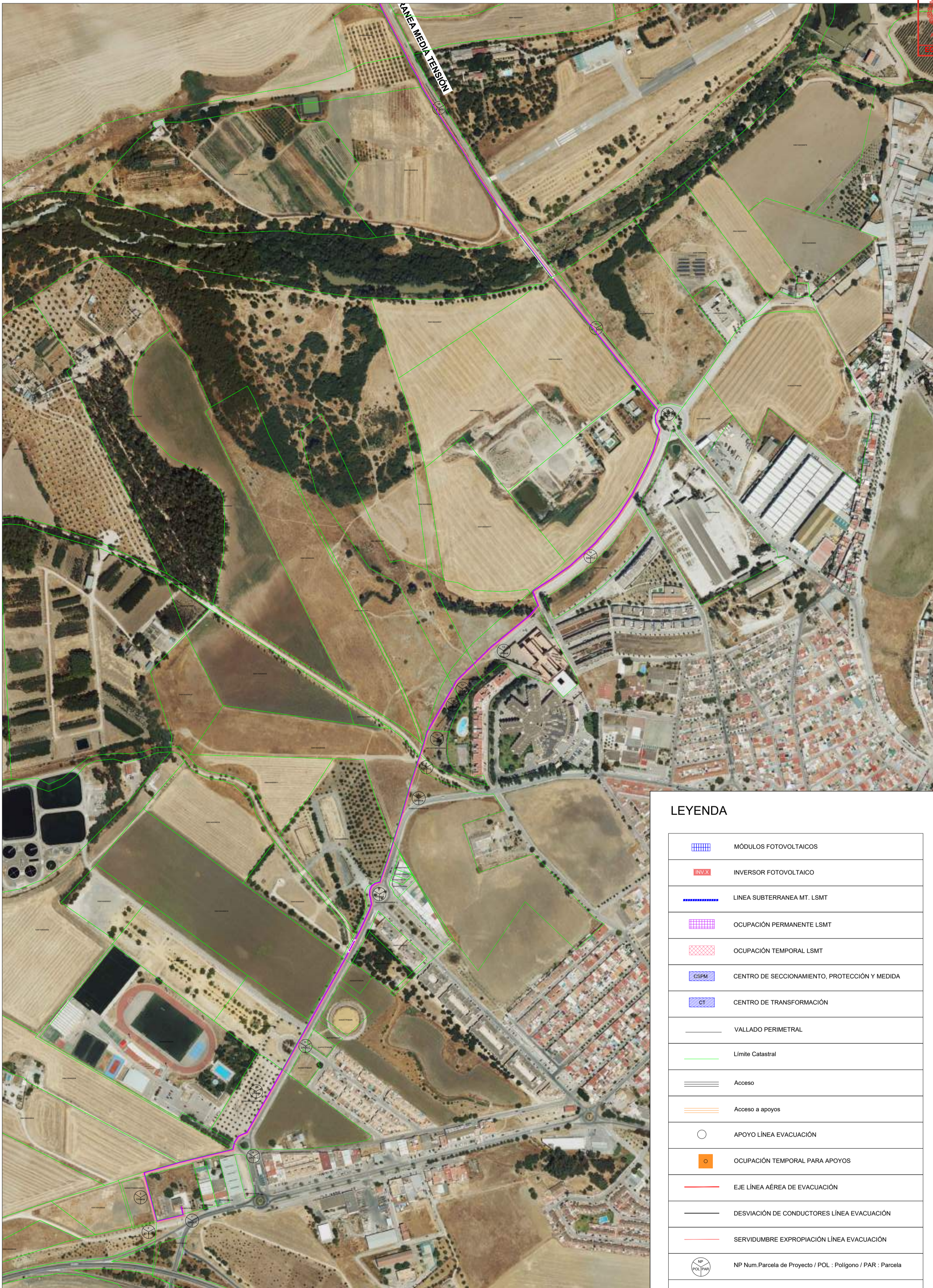
LNK energía
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pl.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	IMPLANTACIÓN GENERAL		
HOJA	8/8	ESCALA	1/2.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	2	REV.



LEYENDA

	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	LINEA SUBTERRANEA MT. LSMT
	OCUPACIÓN PERMANENTE LSMT
	OCUPACIÓN TEMPORAL LSMT
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
	VALLADO PERIMETRAL
	Límite Catastral
	Acceso
	Acceso a apoyos
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	OCUPACIÓN TEMPORAL PARA APOYOS
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVIACIÓN DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN
	NP Num.Parcela de Proyecto / POL : Polígono / PAR : Parcela

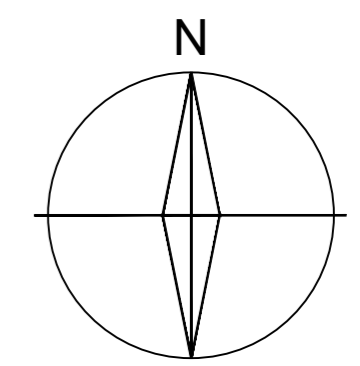
El visado, inscripción o registro del documento garantiza la identidad y habilitación del técnico firmante. La conexión e inscripción formal del trabajo de soporte a la conexión e inscripción en el registro, archivar y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, inscripción o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con: https://www.inec.es/validador.aspx. Código: R2400571



LEYENDA

	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	LINEA SUBTERRÁNEA MT. LSMT
	OCUPACIÓN PERMANENTE LSMT
	OCUPACIÓN TEMPORAL LSMT
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
	VALLADO PERIMETRAL
	Límite Catastral
	Acceso
	Acceso a apoyos
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	OCUPACIÓN TEMPORAL PARA APOYOS
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVIACIÓN DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN
	NP Num.Parcela de Proyecto / POL : Polígono / PAR : Parcela

El visado, inscripción o registro del documento garantiza la identidad y habilitación del técnico firmante. La conexión e inscripción formal del trabajo de soporte a la conexión e inscripción, así como el registro, archivar y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, inscripción o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con: https://www.inec.es/validador.aspx. Código: 120022024128103812



LEYENDA

	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
	INVERSOR FOTOVOLTAICO
	LÍNEA SUBTERRANEA MT. LSMT
	OCUPACIÓN PERMANENTE LSMT
	OCUPACIÓN TEMPORAL LSMT
	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
	VALLADO PERIMETRAL
	LÍNEA DE VIAL PERIMETRAL
	Acceso
	Límite Catastral
	Vía Pecuaría
	Anchura legal de la Vía Pecuaría
	Cauce
	Servidumbre de Cauces
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVÍO DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	ARQUETA
	10 m de offset a linderos

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la correcta inscripción formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable así como el registro, archivo y conservación integral del documento a la fecha y hora del visado, Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571.

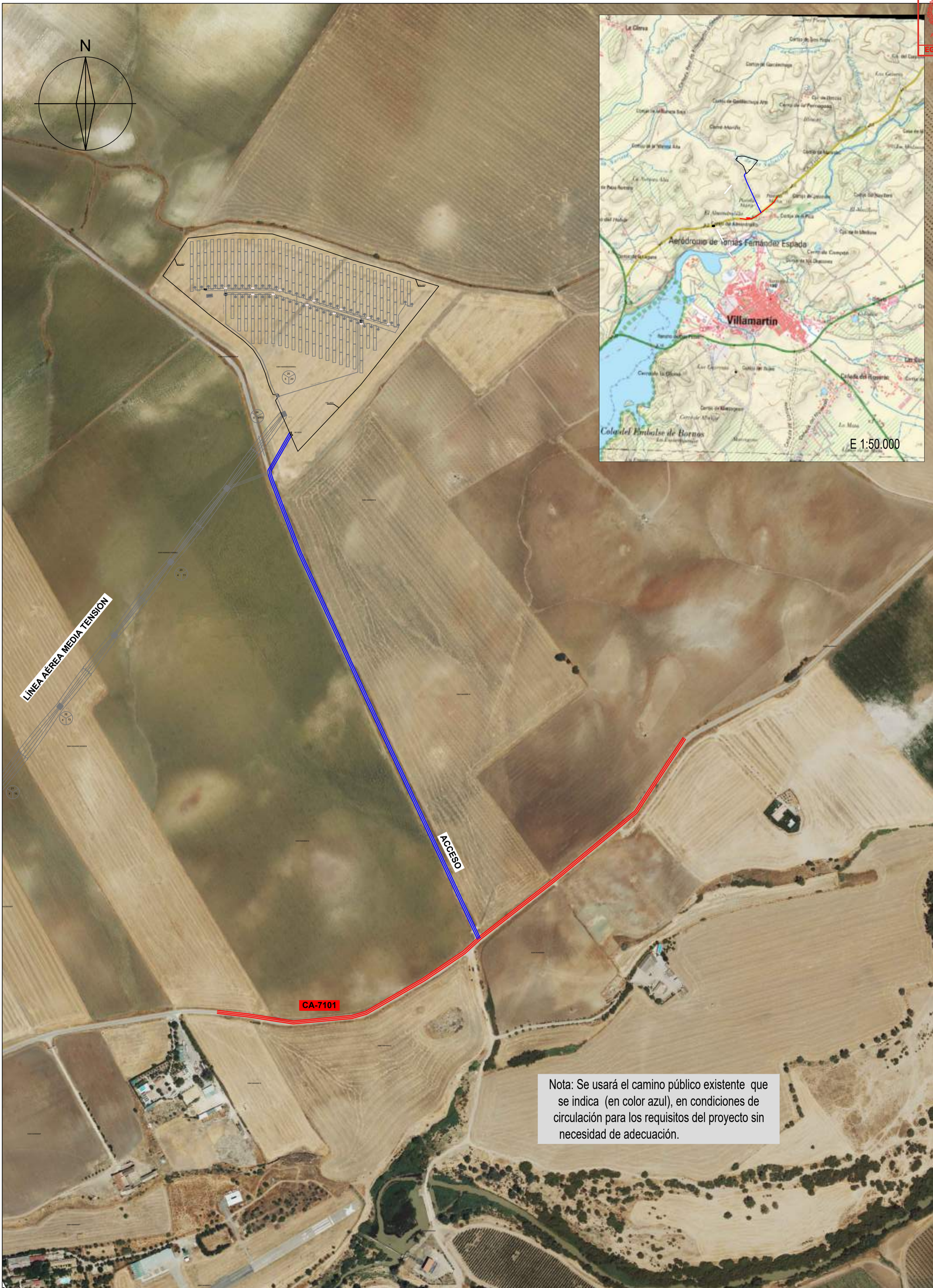
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pit.3º, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

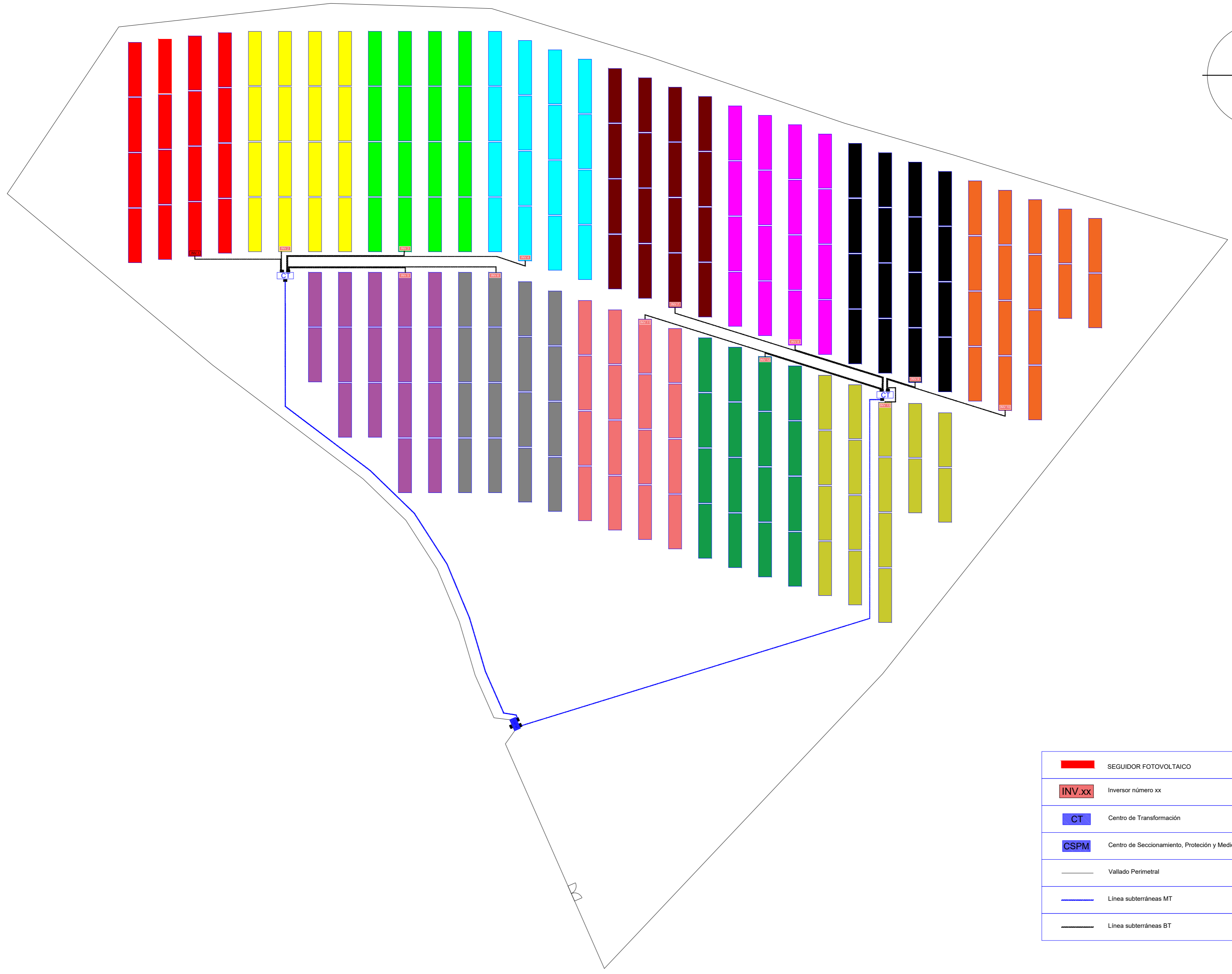
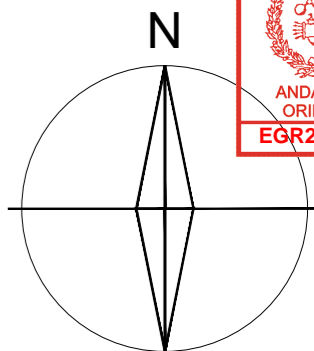
PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	VALLADO PERIMETRAL		
HOJA	1/1	ESCALA	1/1.250
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	4	REV.



Nota: Se usará el camino público existente que se indica (en color azul), en condiciones de circulación para los requisitos del proyecto sin necesidad de adecuación.



	SEGUIDOR FOTOVOLTAICO
	Inversor número xx
	Centro de Transformación
	Centro de Seccionamiento, Protección y Medida
	Vallado Perimetral
	Línea subterráneas MT
	Línea subterráneas BT

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante. La conexión e integración formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable así como el registro, archivar y custodia integral del documento a la fecha y hora del visado. Documento: Documento: VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de validación: EGR2400571.

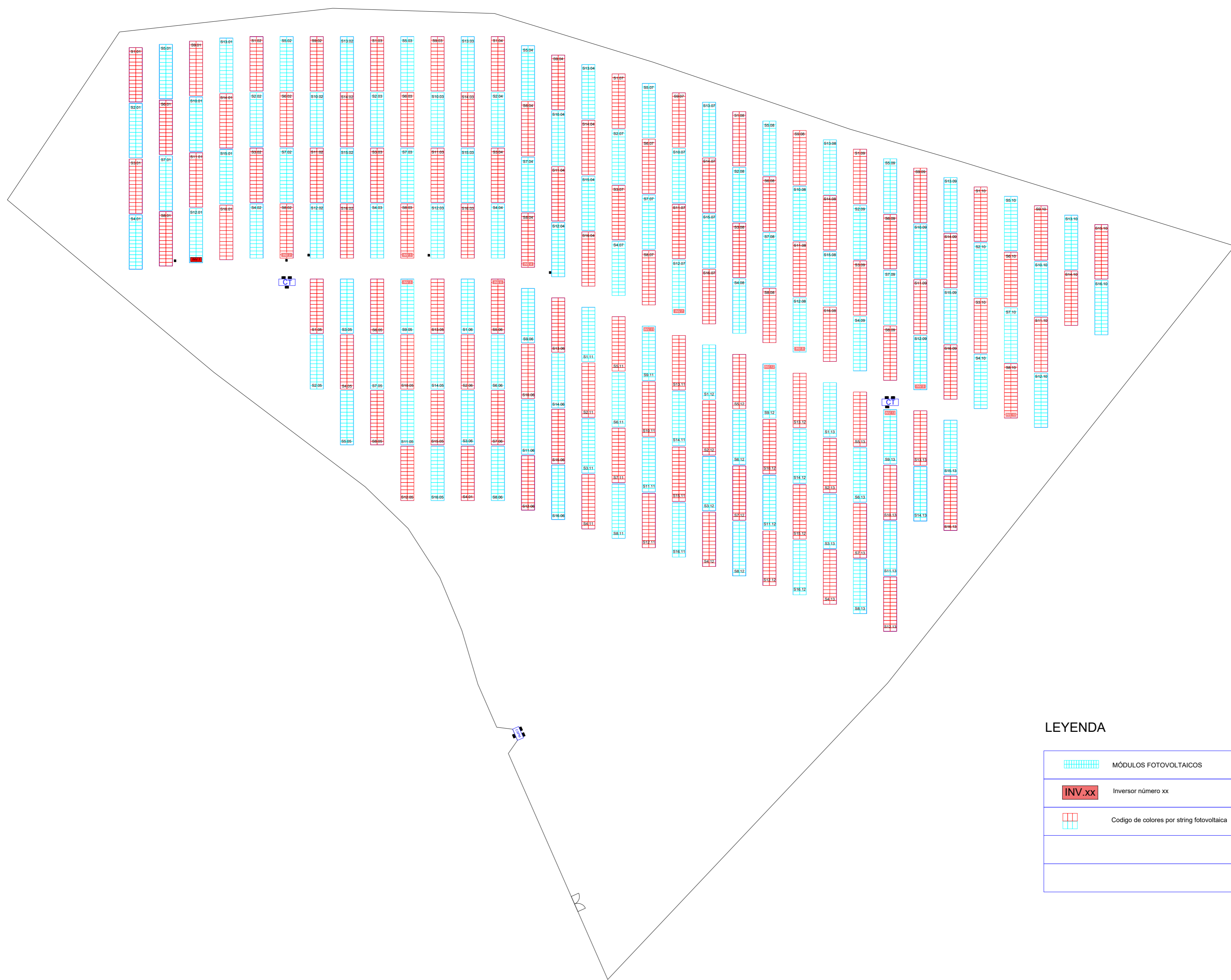
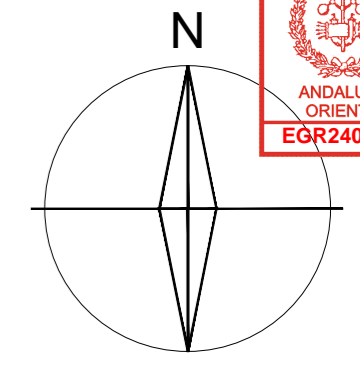
LNK energía
 Plaza del Campillo 2
 Edificio Maciá pit.3º, oficina G
 18009 GRANADA
 Teléfono 958940476
 e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz


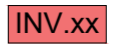

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	REPLANTEO DE MÓDULOS EN INVERSORES			
HOJA	ESCALA	1/1.000	FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/23
PLANO Nº	6	REV.



LEYENDA

	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
	Inversor número xx
	Código de colores por string fotovoltaica

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la conexión e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivio y conservación integral del documento a la fecha y hora del visado. Documento: VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con: coniar-e-visado.net/validar.aspx?Codigo=roszpf5f48262024128183812



LNK Energía
 Plaza del Campillo 2
 Edificio Maciá pit 3ª, oficina G
 18009 GRANADA
 Teléfono 958940476
 e-mail: jnavarro@lnkennergia.com

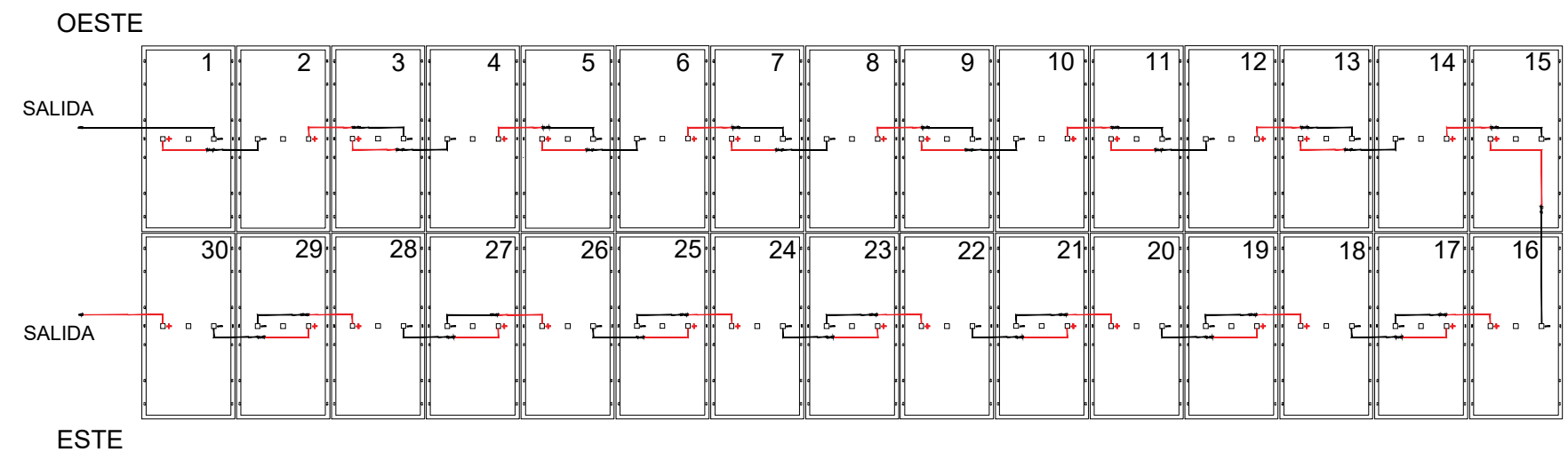
PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	REPLANTEO DE MÓDULOS EN STRINGS		
HOJA	ESCALA	FORMATO	A2
	1/500		

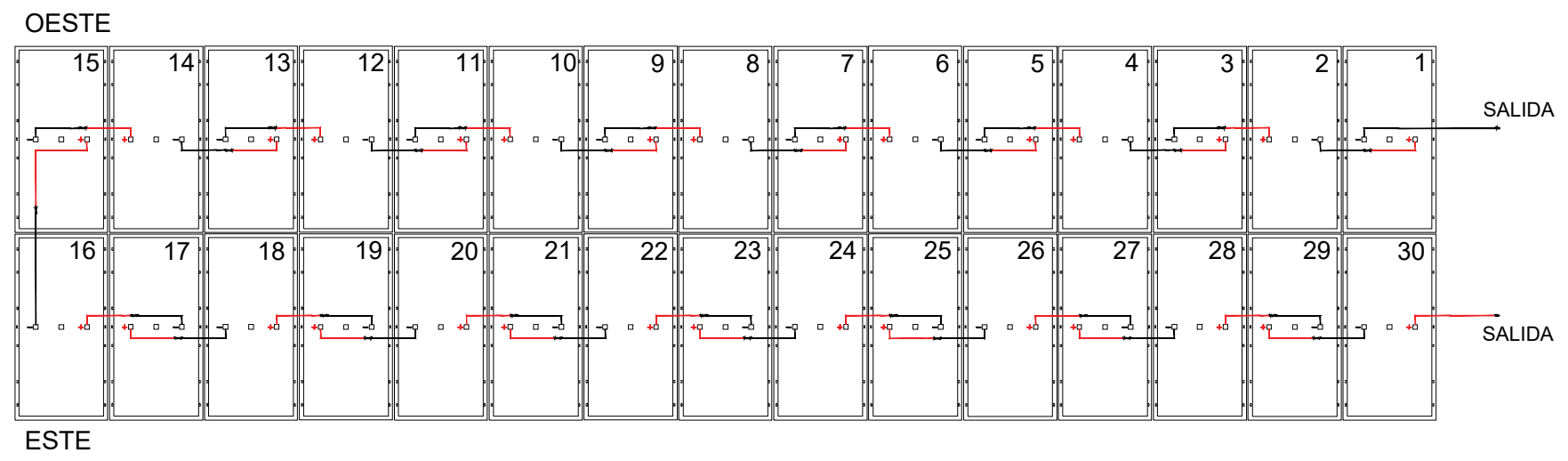
DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/23
PLANO Nº	7	REV.

TIPO 1'



E 1:75

TIPO 1'



E 1:75



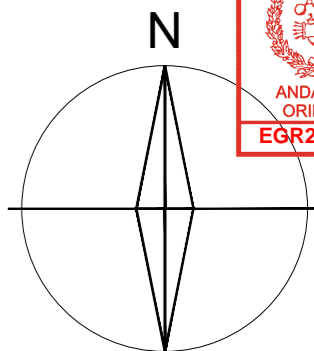
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá plt.3º, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR
CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN
Término municipal de Villamartín,
Provincia de Cádiz





PROYECTO
**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
FV VILLAMARTÍN CW**

PLANO
CONEXIONADO DE MÓDULOS
HOJA ESCALA 1/75 FORMATO A3

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	8	REV.



LEYENDA

	MODULOS FOTOVOLTAICOS
	Inversor número xx
	Codigo de colores por string fotovoltaica
	Cableado DC

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante. La conexión e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable así como el registro, archivar y contestar integral del documento a la fecha y hora del visado. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de registro: EGR2400571.



LNK Energía
 Plaza del Campillo 2
 Edificio Maciá pit.3º, oficina G
 18009 GRANADA
 Teléfono 958940476
 e-mail: jnavarro@lnkennergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

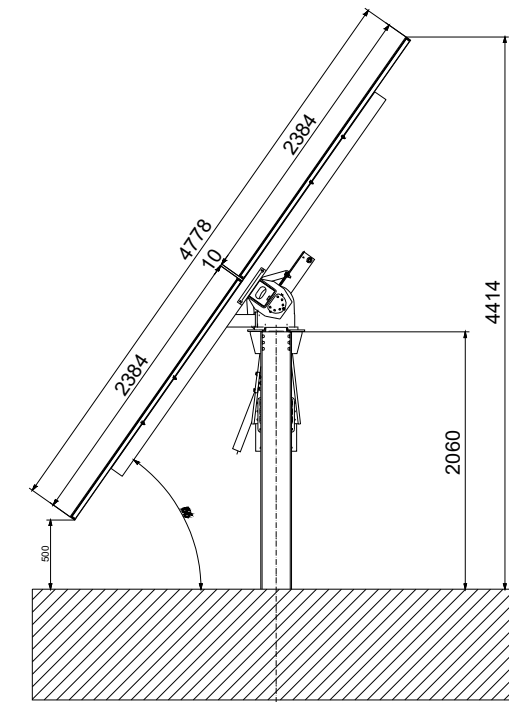
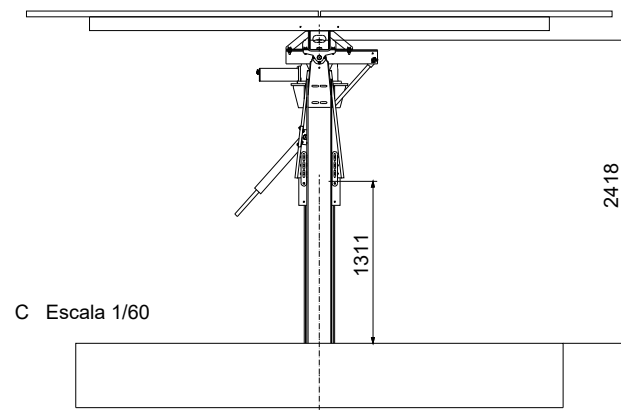
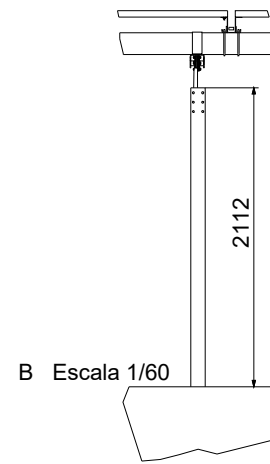
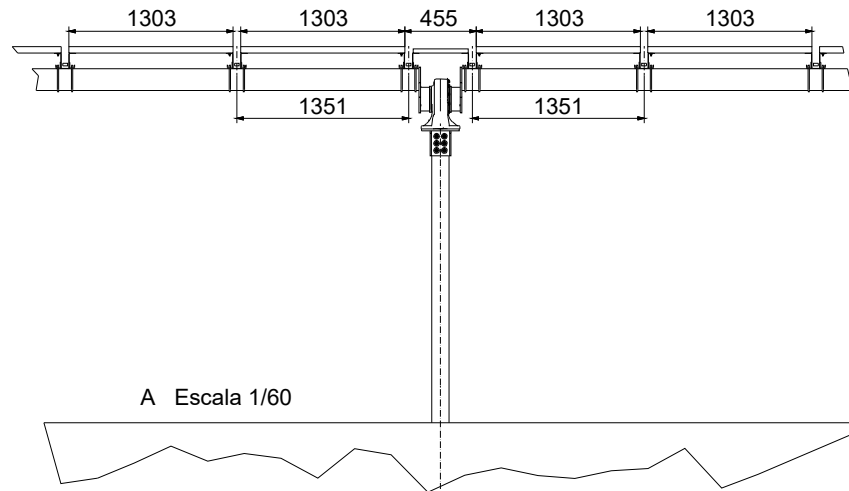
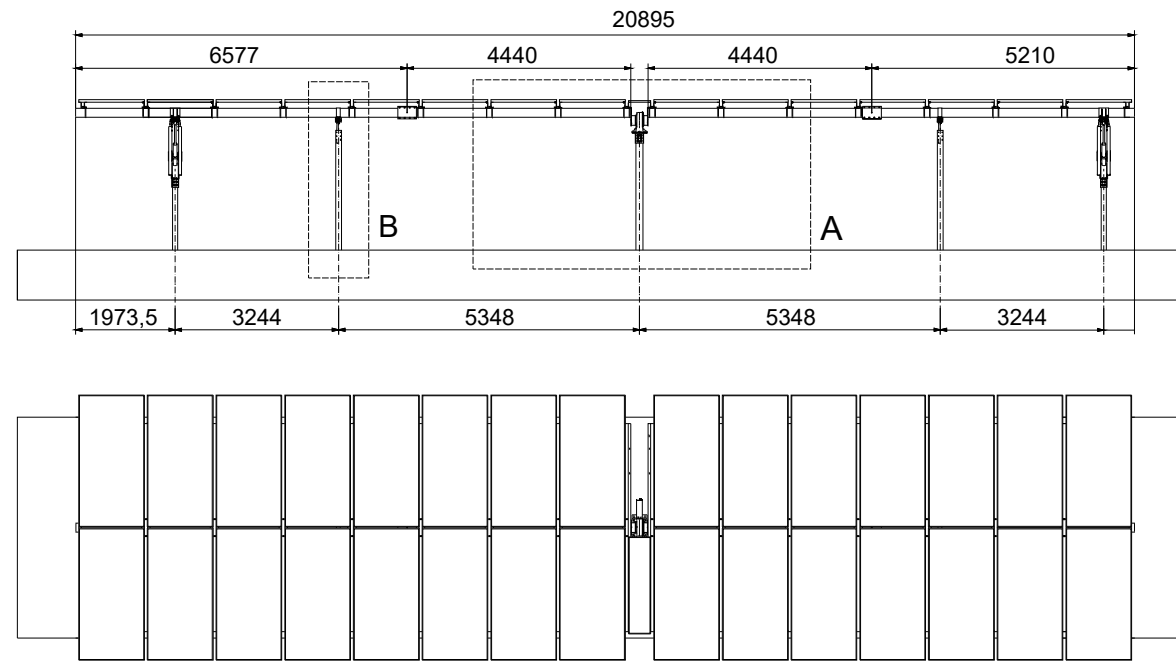
PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	CABLEADO DE CONTÍNUA	
HOJA	ESCALA 1/500	FORMATO A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	9	REV. <input type="text"/>

Escala 1/150

C



LNK Energía

Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá plt.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR

CAPWATT ESPAÑA S.L.

UBICACIÓN

Término municipal de Villamartín,
Provincia de Cádiz

PROYECTO

PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
FV VILLAMARTÍN CW

PLANO

**ESTRUCTURA DE SOPORTE
SEGUIDOR A UN EJE**

HOJA

ESCALA

VARIAS

FORMATO

A3

DIBUJADO

REVISADO

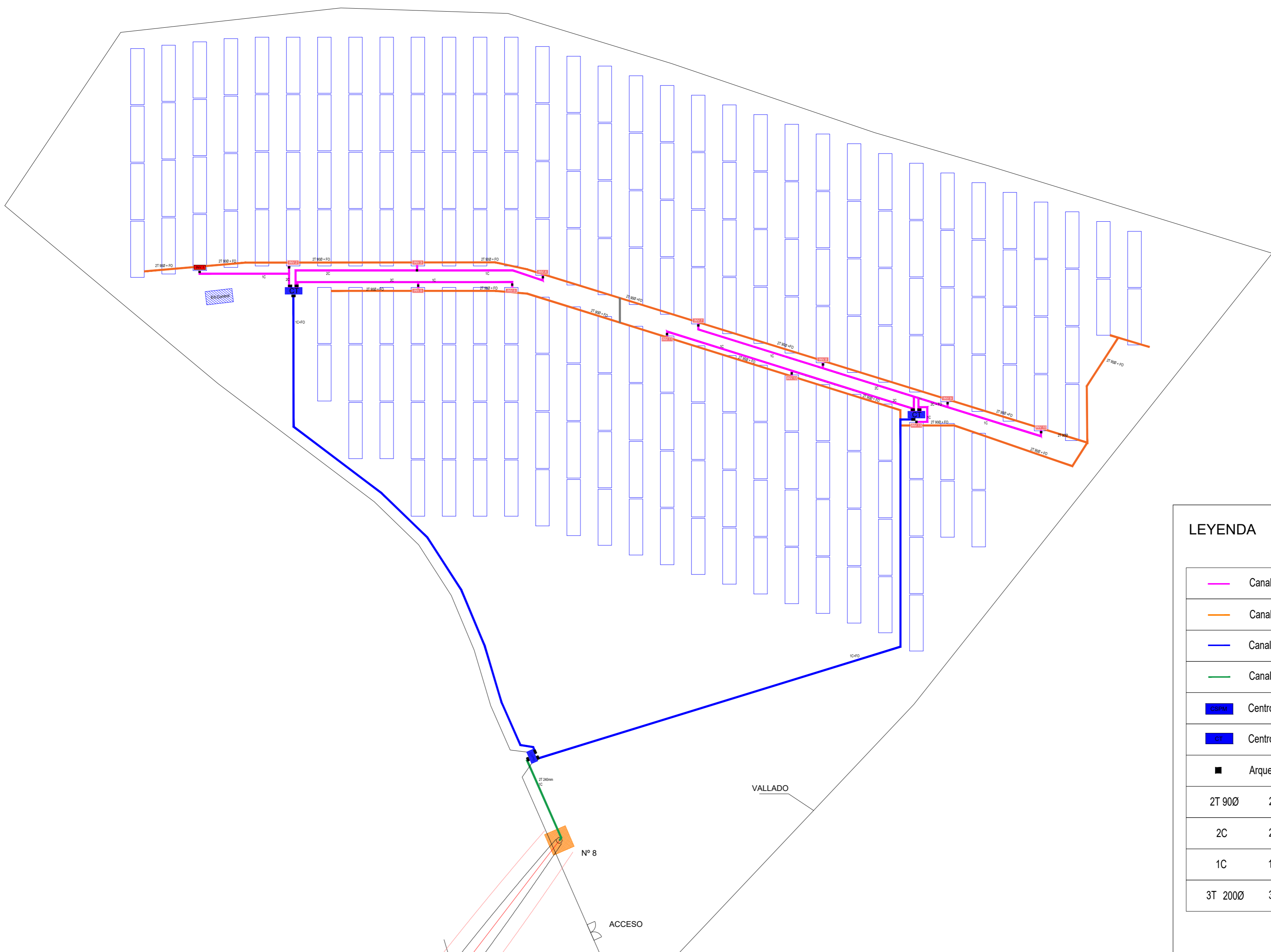
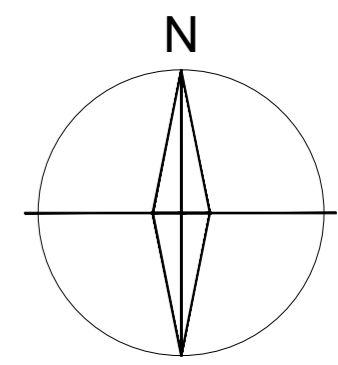
PLANO Nº

J.N.N.

REV.

07/24

10



LEYENDA

	Canalización subterránea BT/AC. Directamente enterrada
	Canalización subterránea BT/DC. Enterrada Bajo Tubo
	Canalización subterránea MT. Directamente Enterrada
	Canalización subterránea MT. Enterrada bajo Tubo
	Centro de Seccionamiento, Protección y Medida
	Centro de Transformación
	Arqueta
2T 90Ø	2 Tubos de 90 mm de diámetro
2C	2 circuitos
1C	1 circuito
3T 200Ø	3 Tubos de 200 mm de diámetro

Detalles en Plano nº 14

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante. La conexión e integración formal del trabajo de ejecución a la normativa aplicable así como el registro, archivar y custodia integral del documento a la fecha y hora del visado. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571.

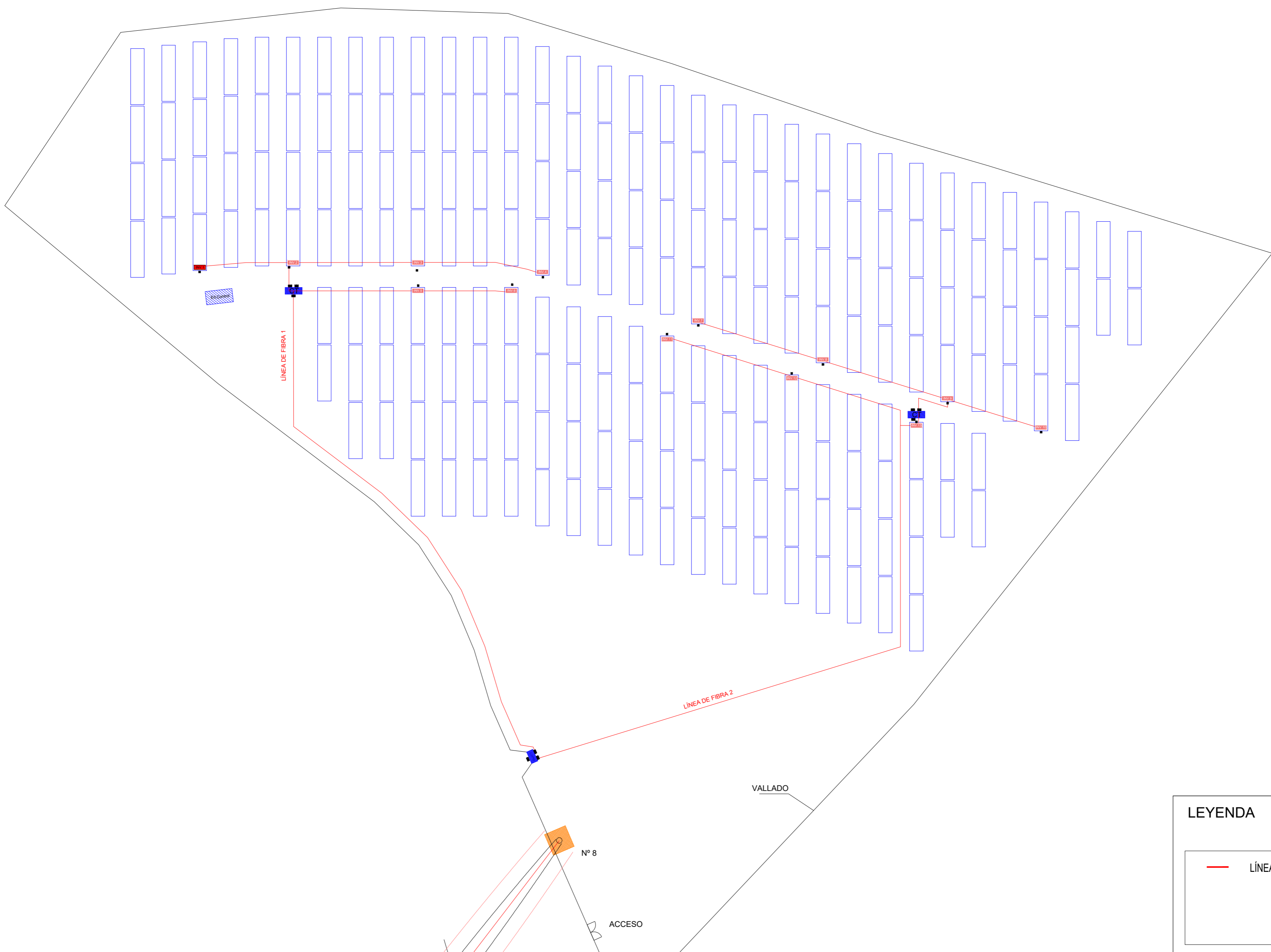
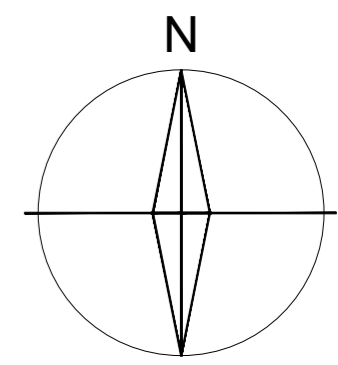
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pit.3º, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkennergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	RED DE CANALIZACIONES SUBTERRANEAS		
HOJA	1/1	ESCALA	1/1.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	11	REV.



LEYENDA

- LÍNEAS DE FIBRA ÓPTICA. CABLE 0.8x50 DSP1
- LÍNEA 1: INV1 - INV6 - CT 2000 KVA
- LÍNEA 2: INV7 - INV13 - CT 2500 KVA

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante. La conexión e integración formal del trabajo de acuerdo a las normativas aplicables así como el registro, archivar y contestar integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento: VISADO electrónico con número: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571.

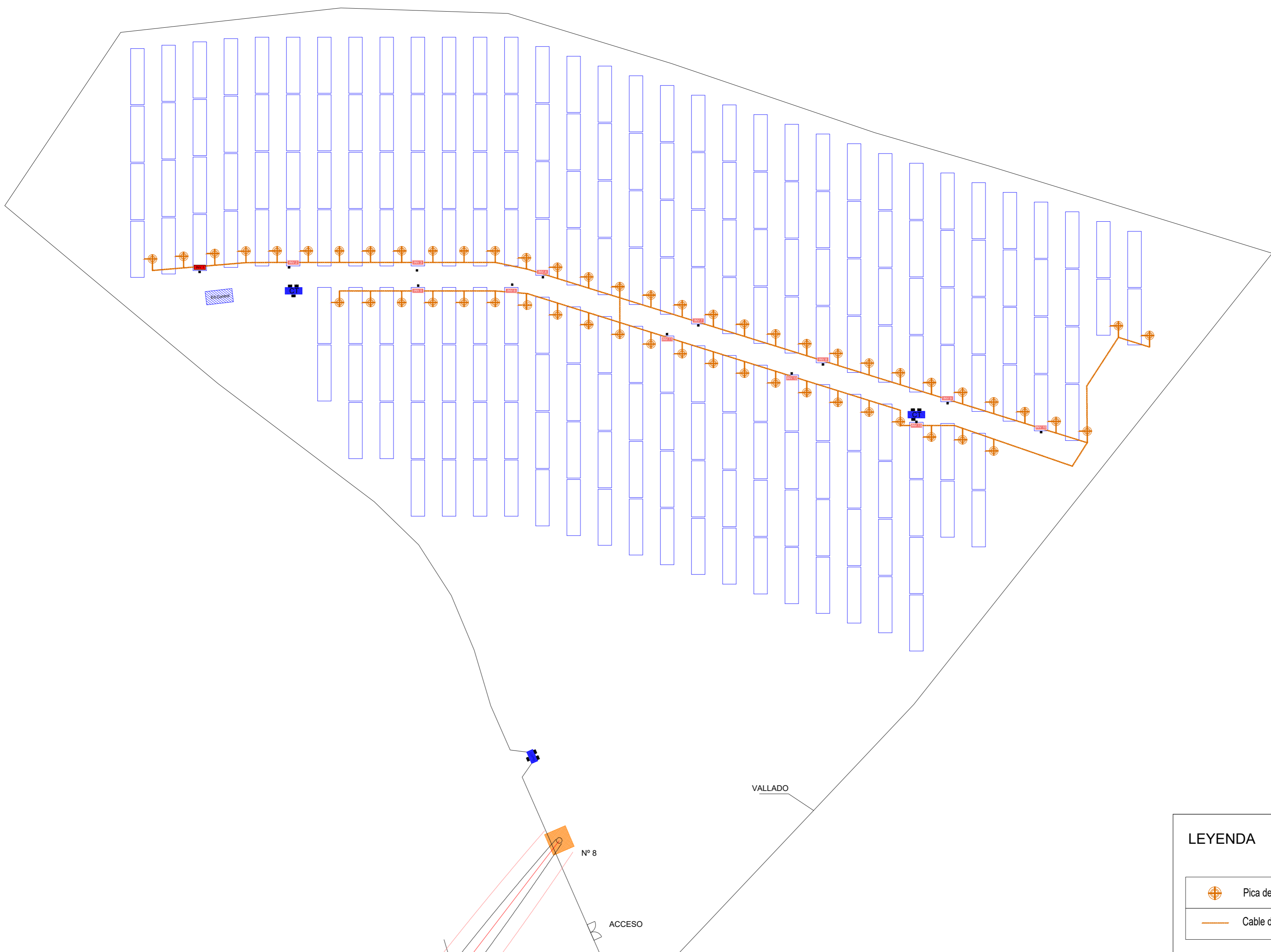
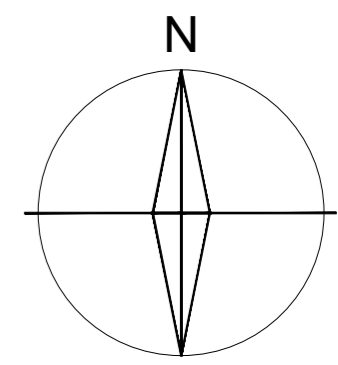

LNK Energía
 Plaza del Campillo 2
 Edificio Maciá pit.3º, oficina G
 18009 GRANADA
 Teléfono 958940476
 e-mail: jnavarro@lnkennergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	RED DE FIBRA OPTICA		
HOJA	1/1	ESCALA	1/1.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	12	
REV.		



LEYENDA

	Pica de Tierra. L : 2m D: 14mm
	Cable de Tierra. Cu 35 mm ²

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante. La conexión e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable así como el registro, archivar y custodia integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571.

LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pit.3º, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

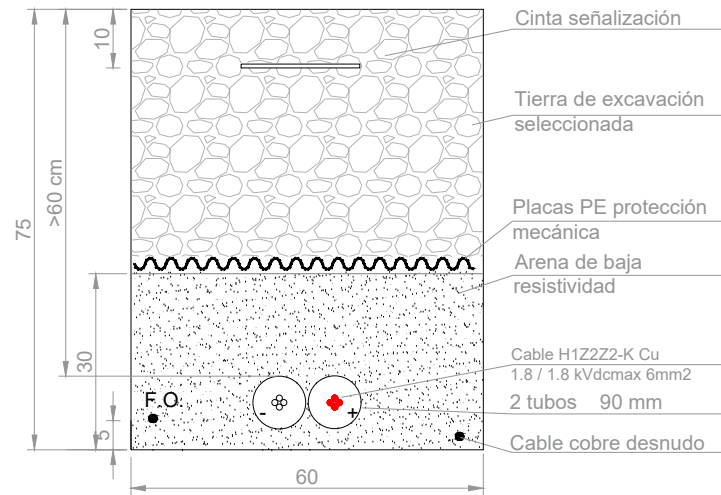
PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

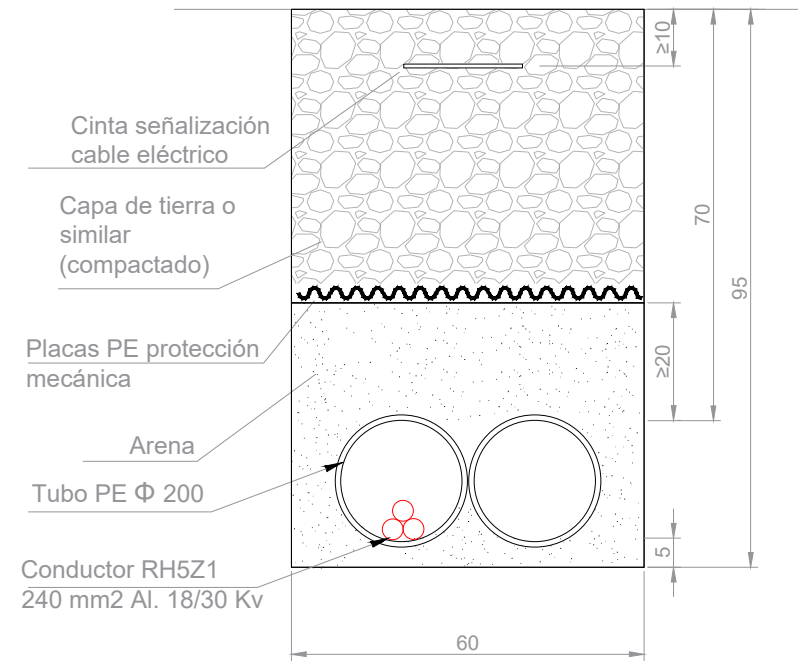
PLANO	RED DE TIERRAS PLANTA FV		
HOJA	1/1	ESCALA	1/1.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	13	REV.

ZANJA B.T. / D.C.

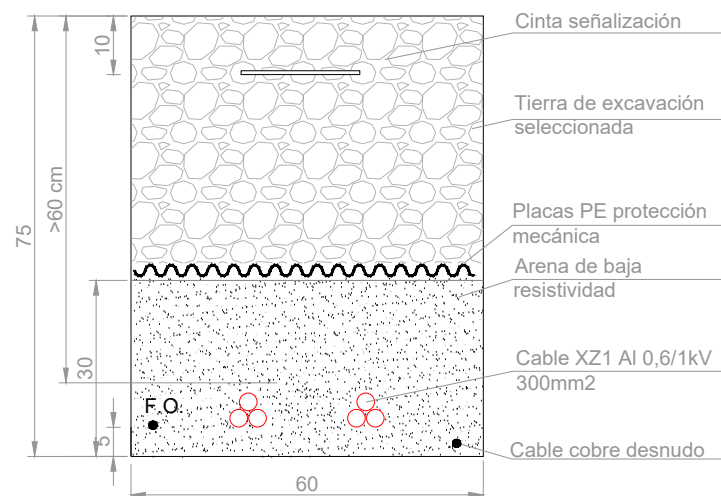


ZANJA MT ENTUBADA

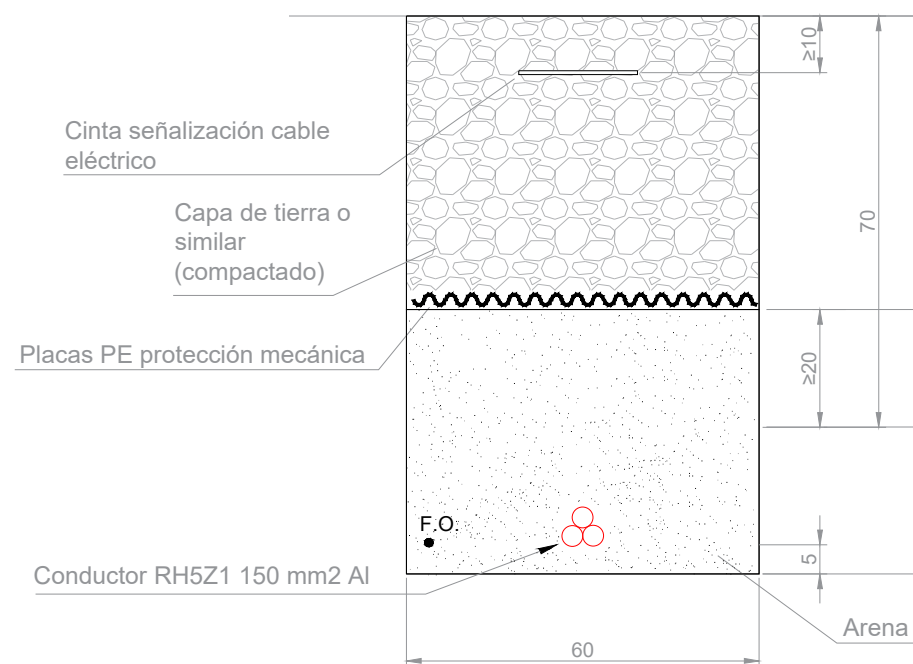


TRAMOS:
- CSPM - AP 8
- Apoyo 1- SE Villamartín

ZANJA B.T. / A.C.



ZANJA MT DIRECTAMENTE ENTERRADA



TRAMOS CTs - CSPM

Cotas en cm

DETALLE DE ZANJAS EN PLANTA FV.
PLANO Nº 13



LNK Energía

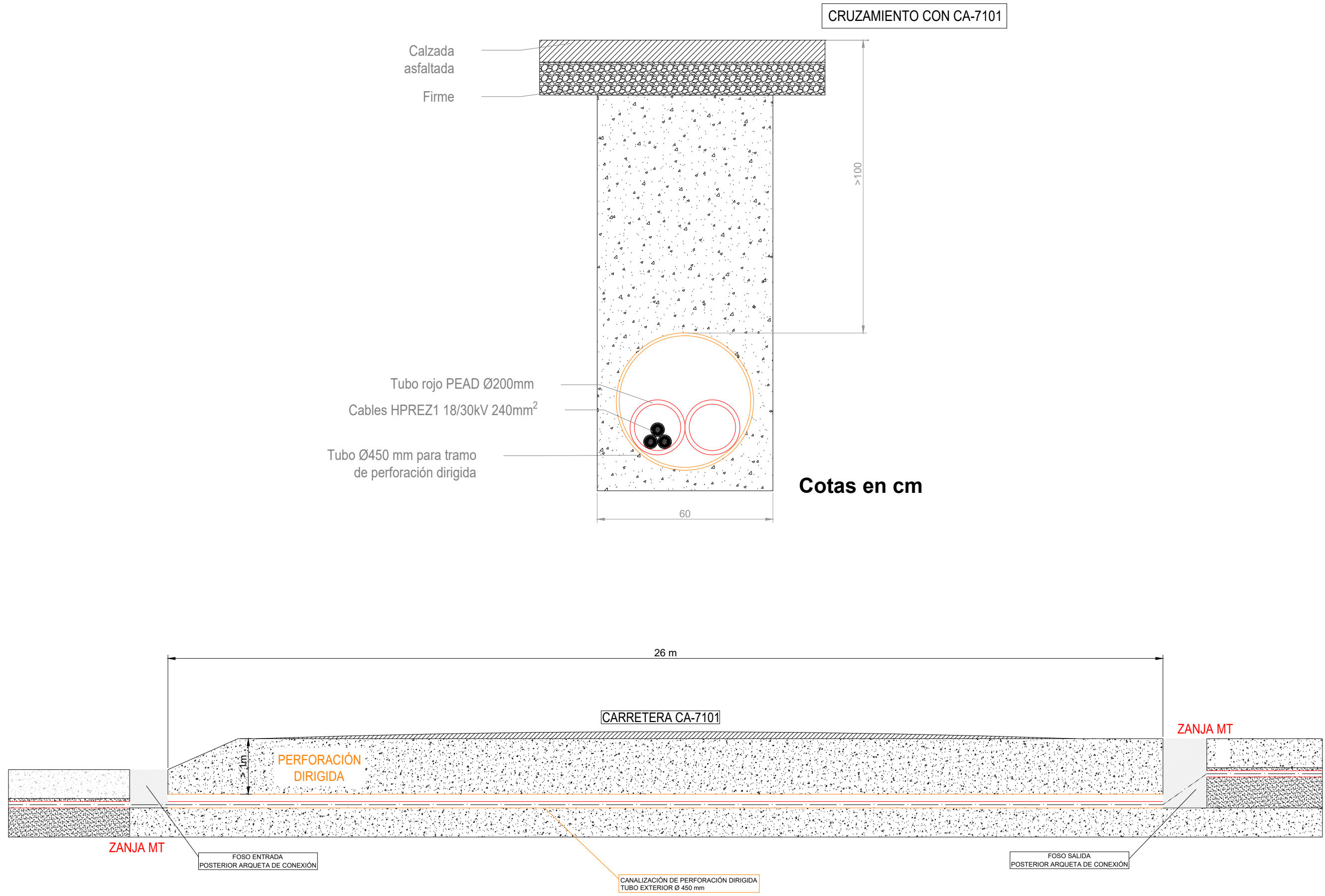
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá plt.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR
CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN
**Término municipal de Villamartín,
Provincia de Cádiz**

PROYECTO
**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
FV VILLAMARTÍN CW**

PLANO
**CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS
DETALLES**
HOJA 1/6 ESCALA S/E FORMATO A3

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	14	
REV.		



LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá plt.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

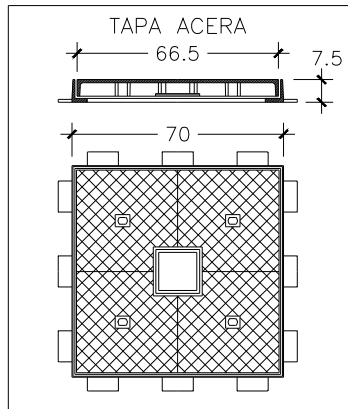
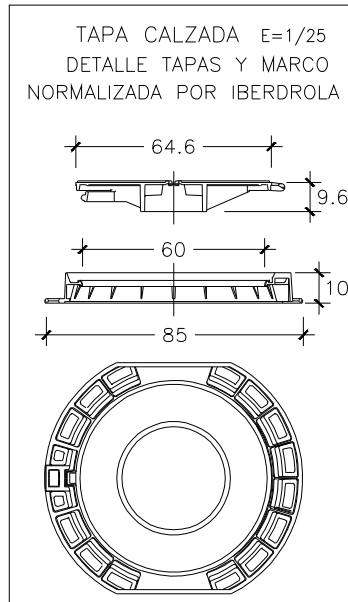
PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA		
HOJA	2/6	ESCALA	S/E
		FORMATO	A3

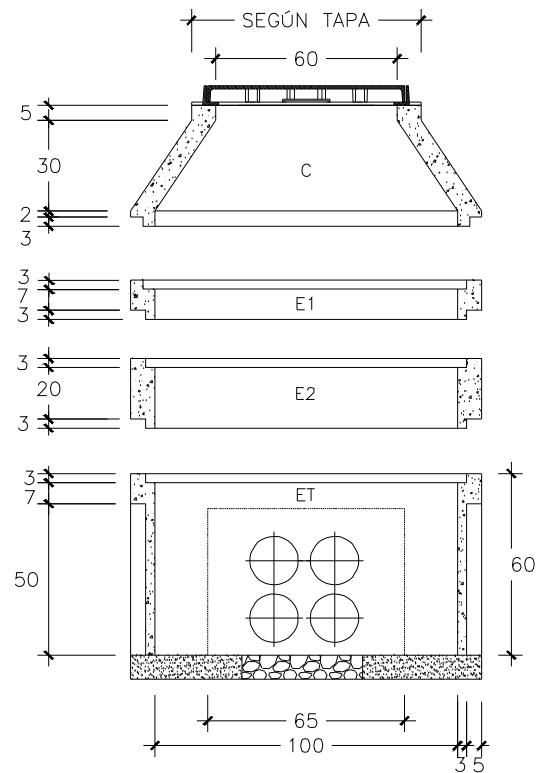
DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	14	
REV.		

ARQUETA SIMPLE
TIPO A E=1/25

DETALLE TAPAS Y MARCO
NORMALIZADA POR IBERDROLA



ARQUETA REGISTRABLE MODULAR
Para Marco y Tapa de Fundición
M2/T2 - M3/T3

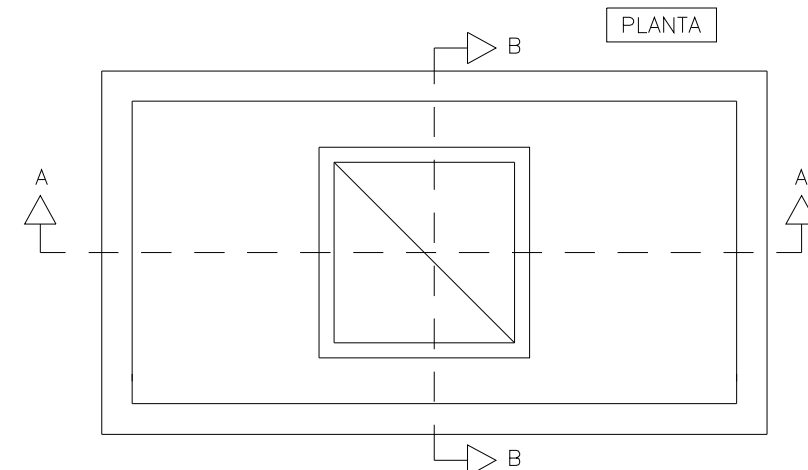
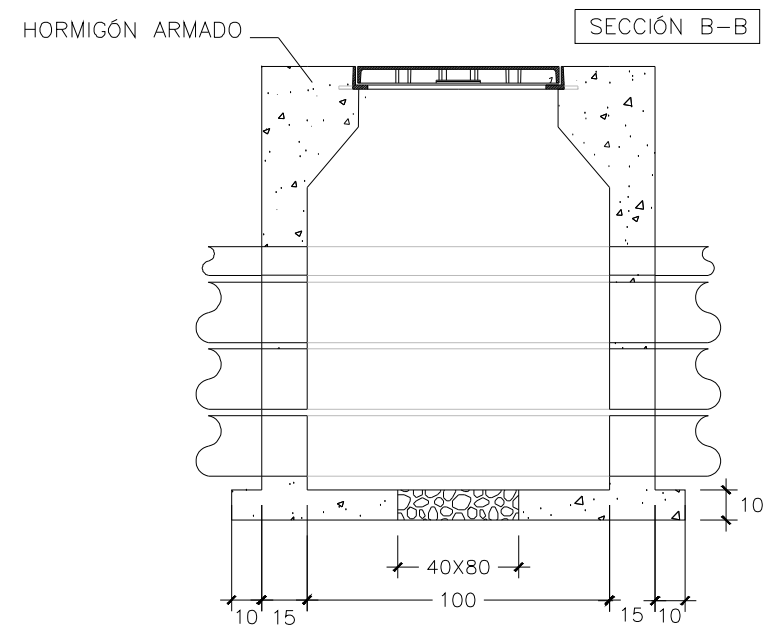
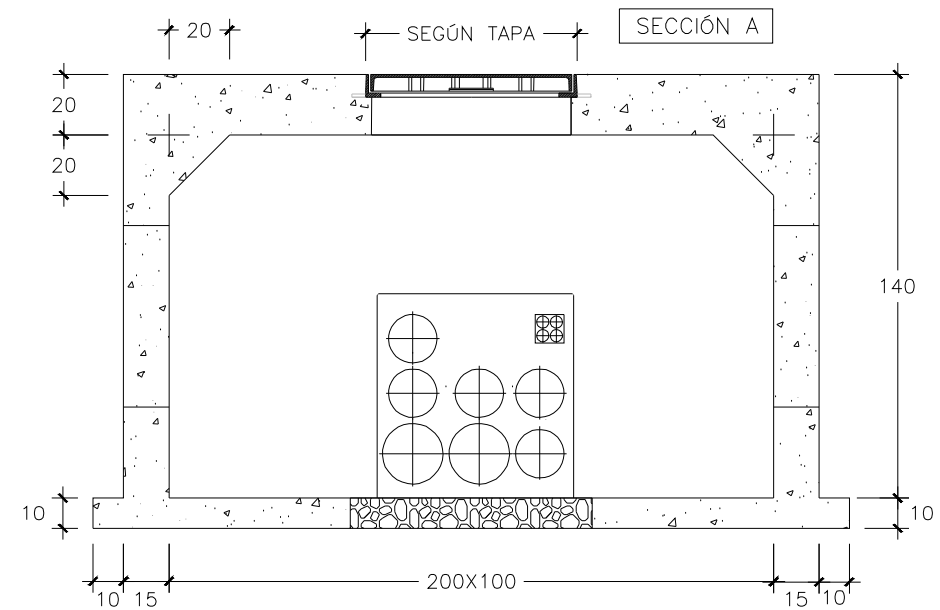


DESIGNACION	ALTURA (cm)	ESPESOR PARED (cm)		MASA MINIMA (kg)
		PARED	PASO TUBOS	
C-350X1000	35	80	30	230
E1-100X1000	10			340
E2-200X1000	20			80
ET-600X1000	60			160

CONSTRUCCIÓN DE ARQUETAS

- SOLERA DE HORMIGÓN EN MASA DEJANDO EN LA PARTE CENTRAL HUECO PARA COLOCAR PIEDRA PARA DRENAJE.
- MURAS O LOSAS DE HORMIGÓN EN MASA LIGERAMENTE ARMADO.
- PERFIL EN N°8 PARA ASENTAMIENTO DE LAS TAPAS LA PROFUNDIDAD SE ADAPTARÁ A LA SECCIÓN TIPO DE CANALIZACIÓN QUE CORRESPONDA
- TAPA Y MARCO DE FUNDICIÓN CON EL LOGOTIPO DE IBERDROLA S.A.
- EL TRAVESAÑO CENTRAL DE APOYO DE LAS TAPAS SERÁ DESMONTABLE (EN TAPAS DOBLES)

ARQUETA DOBLE
TIPO B E=1/25



NOTA: ARQUETA DOBLE DELANTE DE LOS C.T. O EMPALMES

VISADO
COII



El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiiar.e-visado.net/validar.aspx Código: ros22pg54929202412818381



LNK Energía

Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá plt.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR
CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN
Término municipal de Villamartín,
Provincia de Cádiz

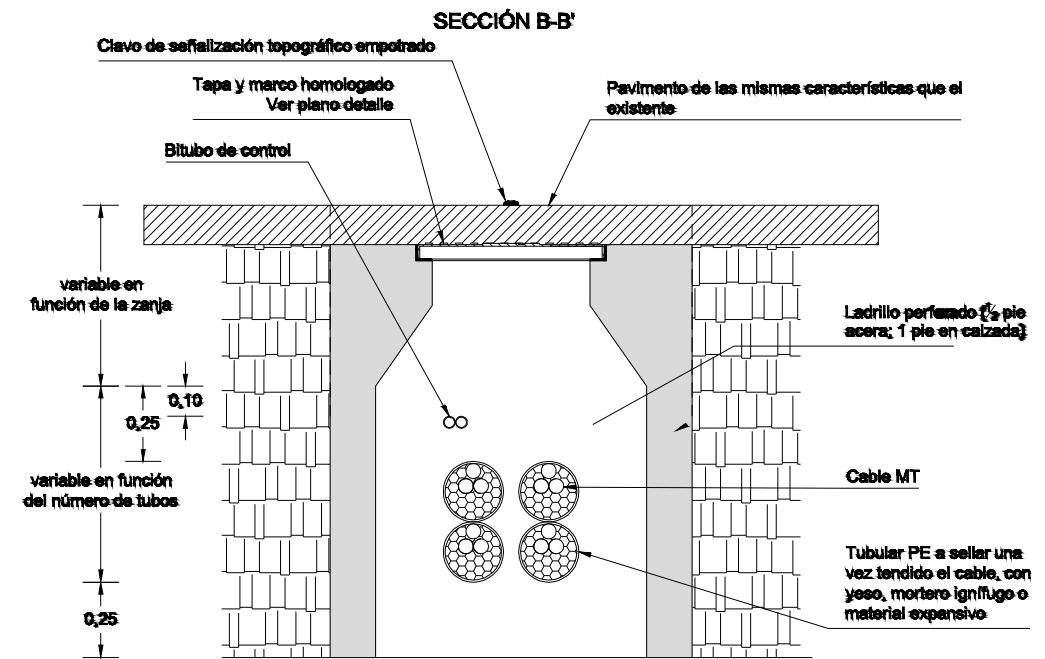
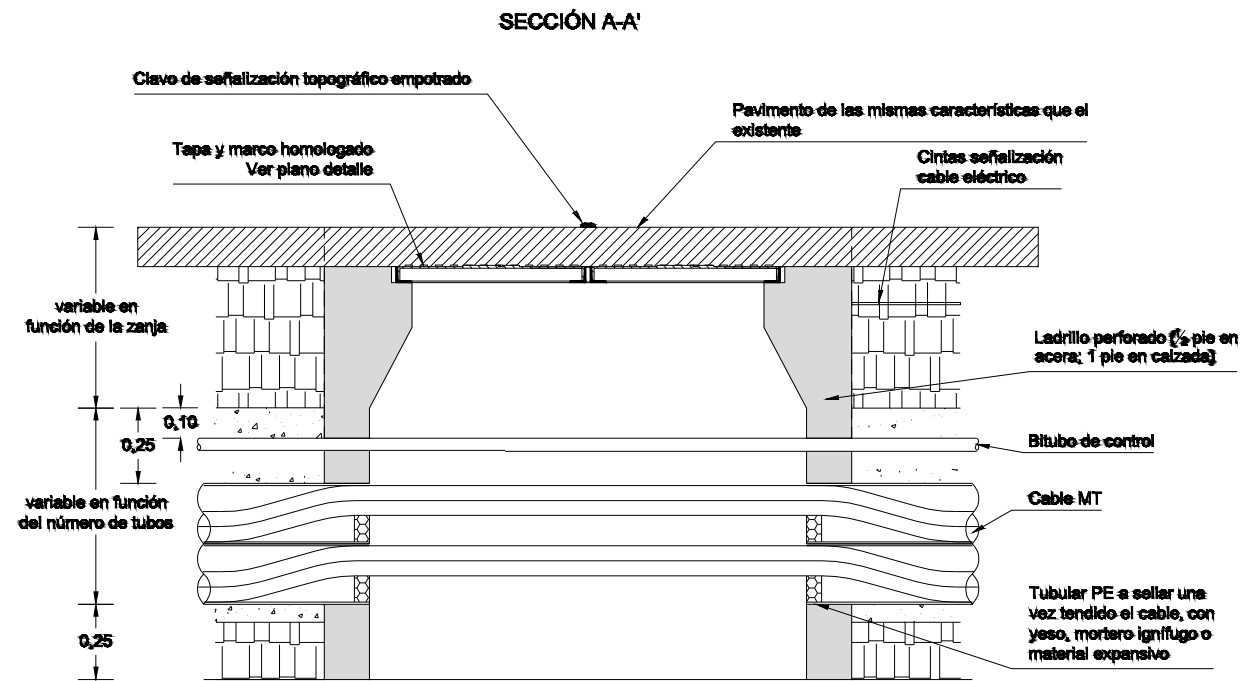
PROYECTO
**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
FV VILLAMARTÍN CW**

PLANO
**CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS
ARQUETAS**
HOJA 3/6 ESCALA Acotado FORMATO A3

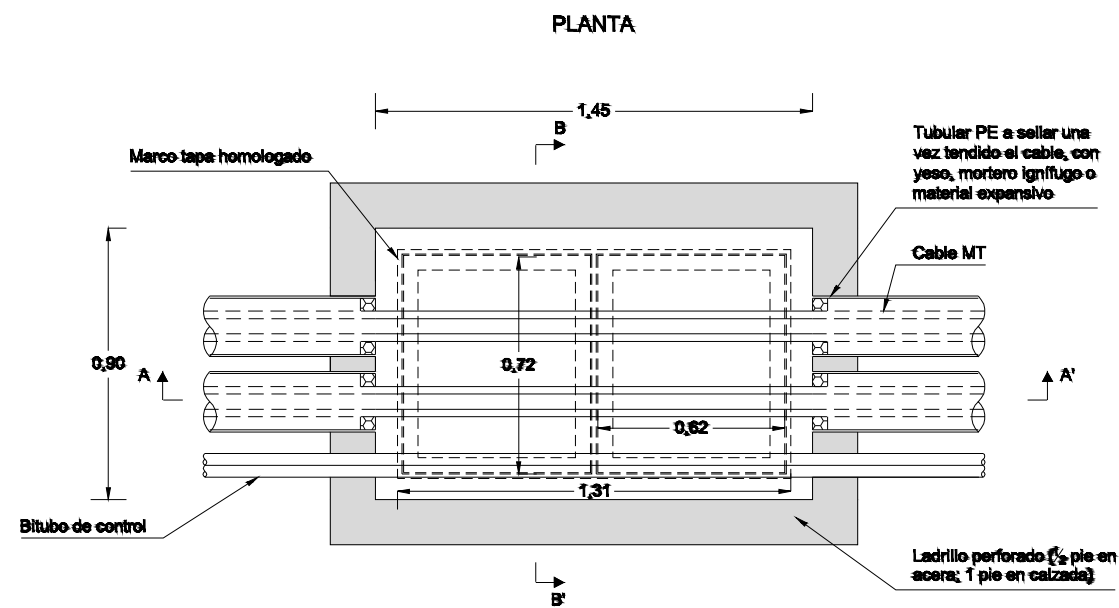
DIBUJADO
REVISADO J.N.N. 07/24
PLANO Nº **14**
REV.

ARQUETA A2 REGISTRABLE

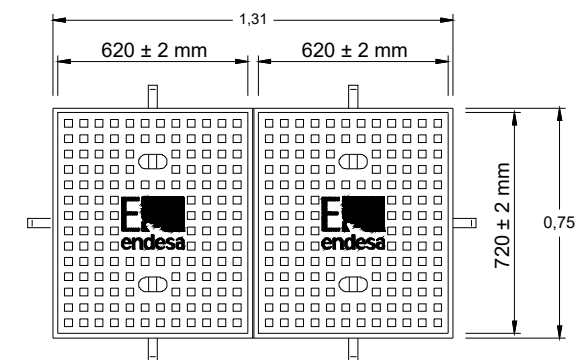
ARQUETA EN ALINEACIÓN



DETALLE TAPAS PARA ARQUETAS REGISTRABLES



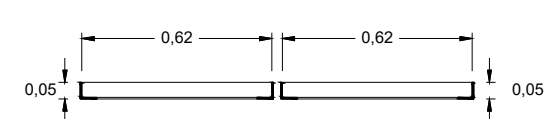
PLANTA TAPA DE FUNDICIÓN
PARA ARQUETAS TIPO A2



DETALLE SECCIÓN TAPA



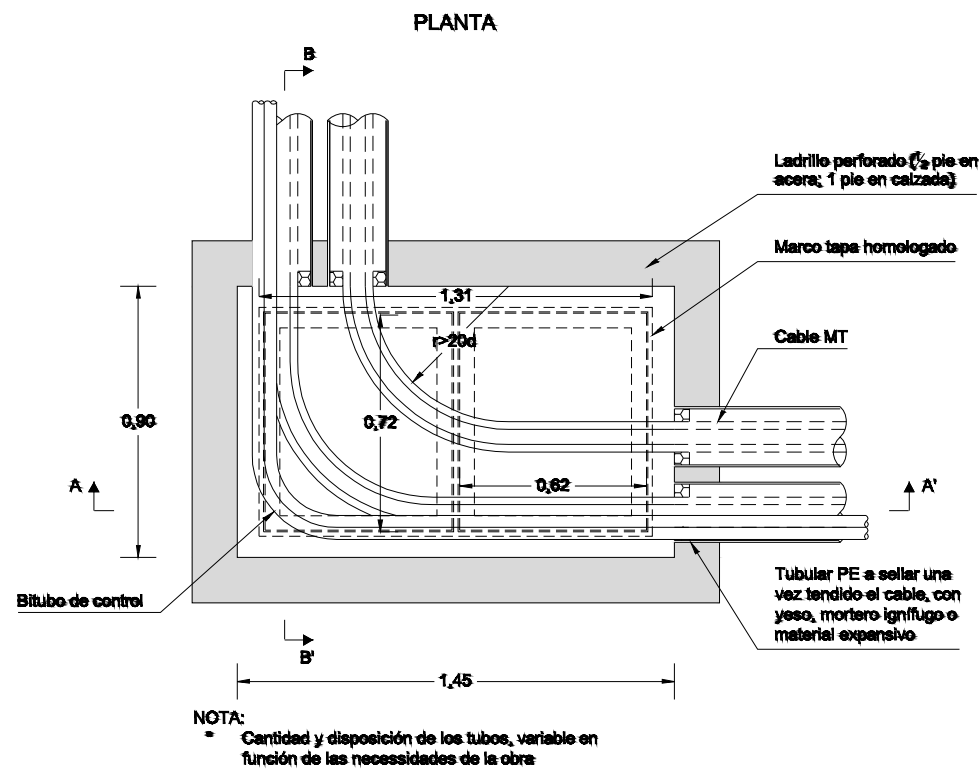
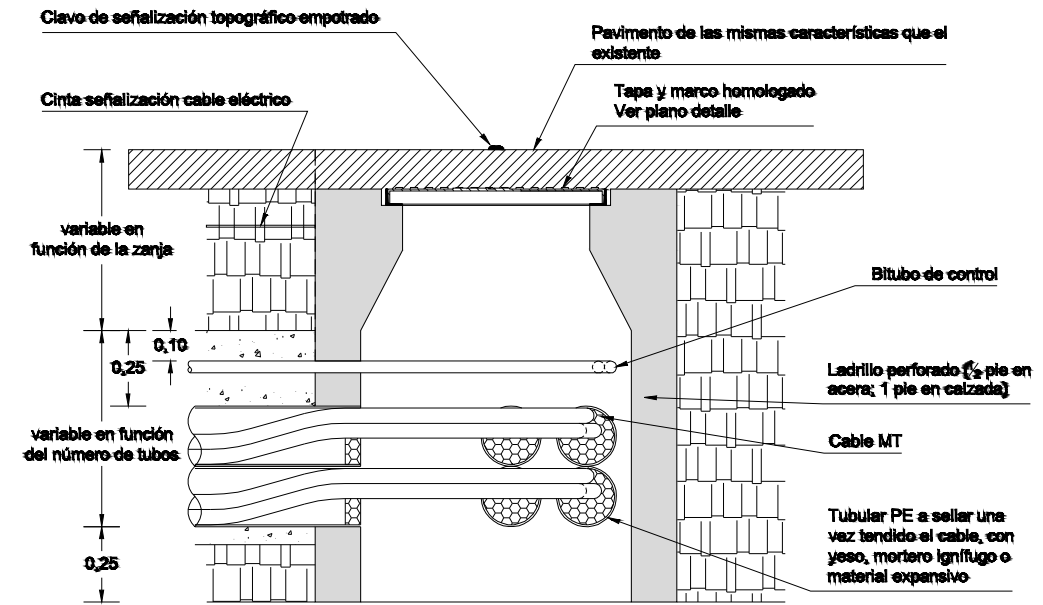
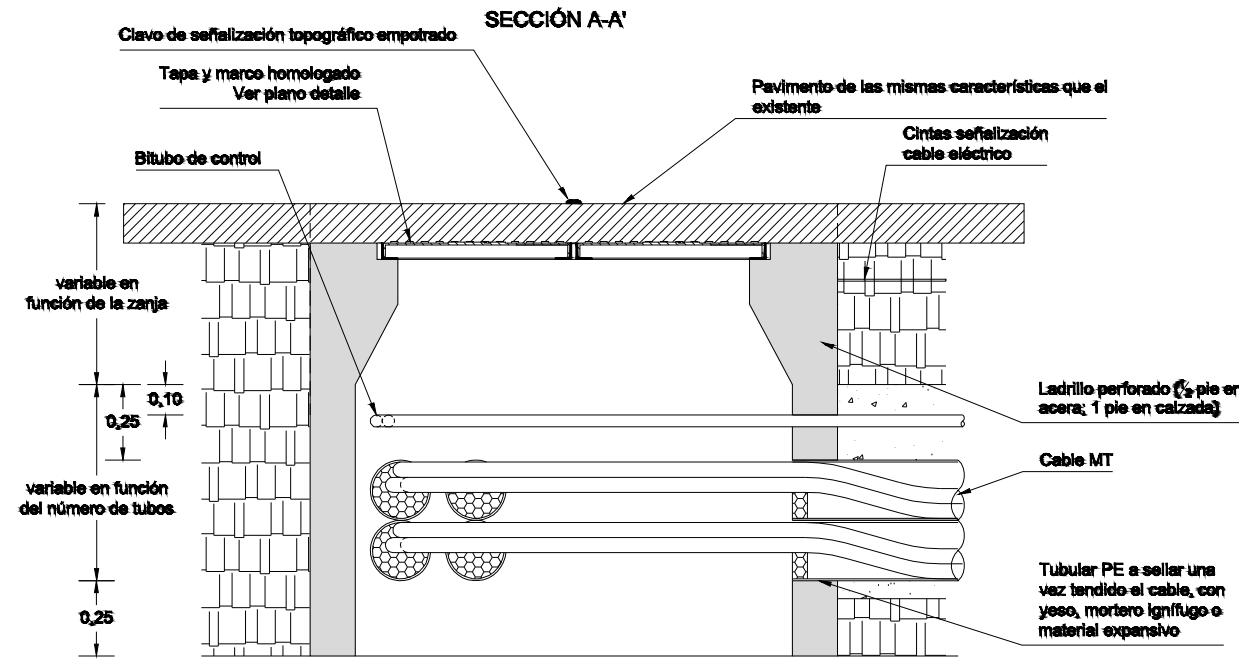
SECCIÓN MARCO A-2



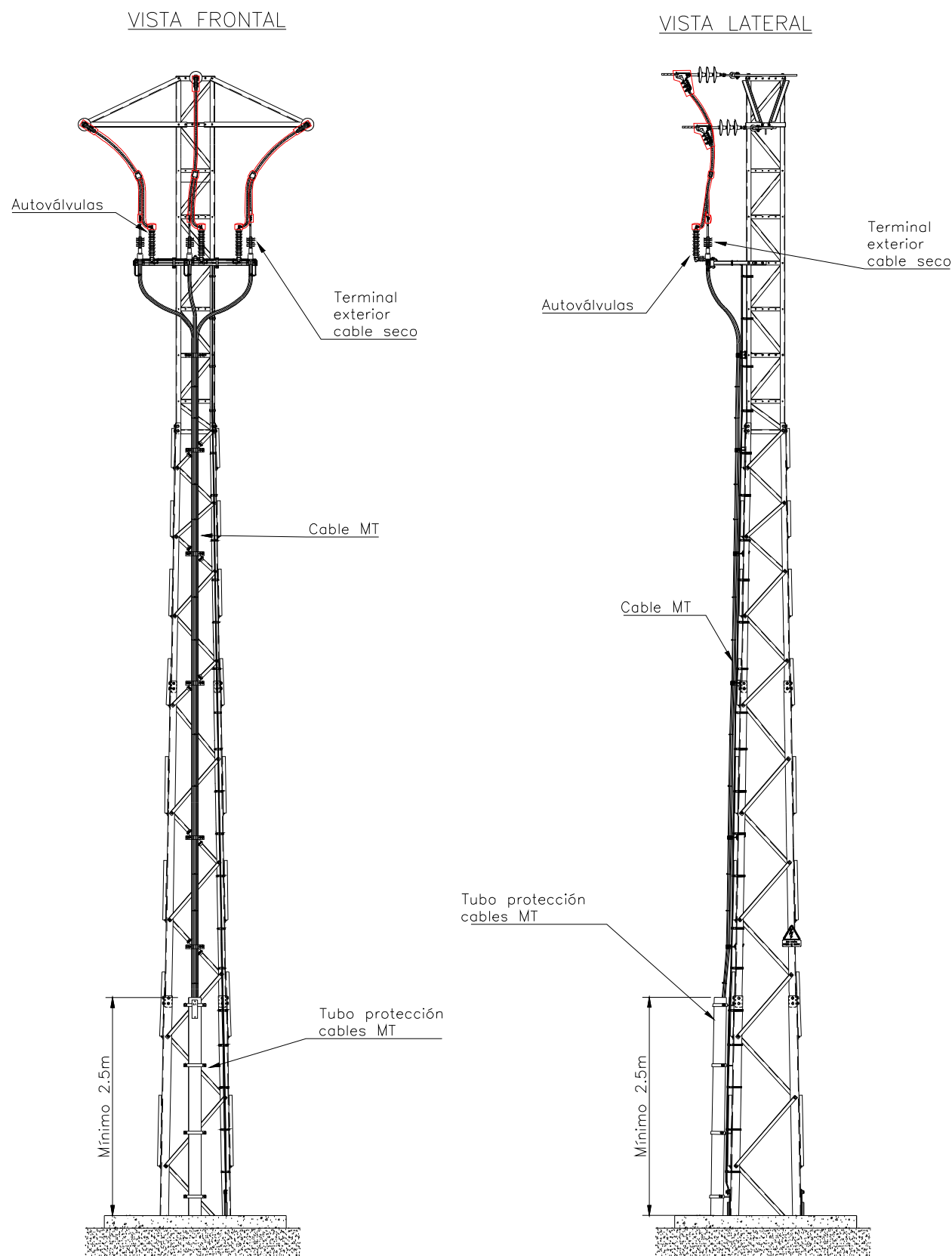
NOTA:
* Cantidad y disposición de los tubos, variable en función de las necesidades de la obra

ARQUETA A2 REGISTRABLE

ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO



CONVERSIÓN AÉREA/SUBTERRÁNEA



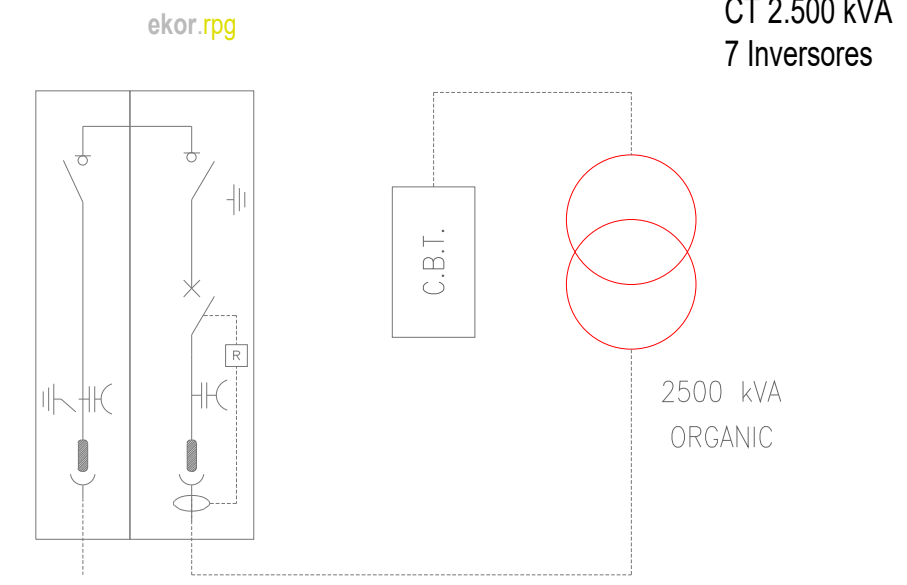
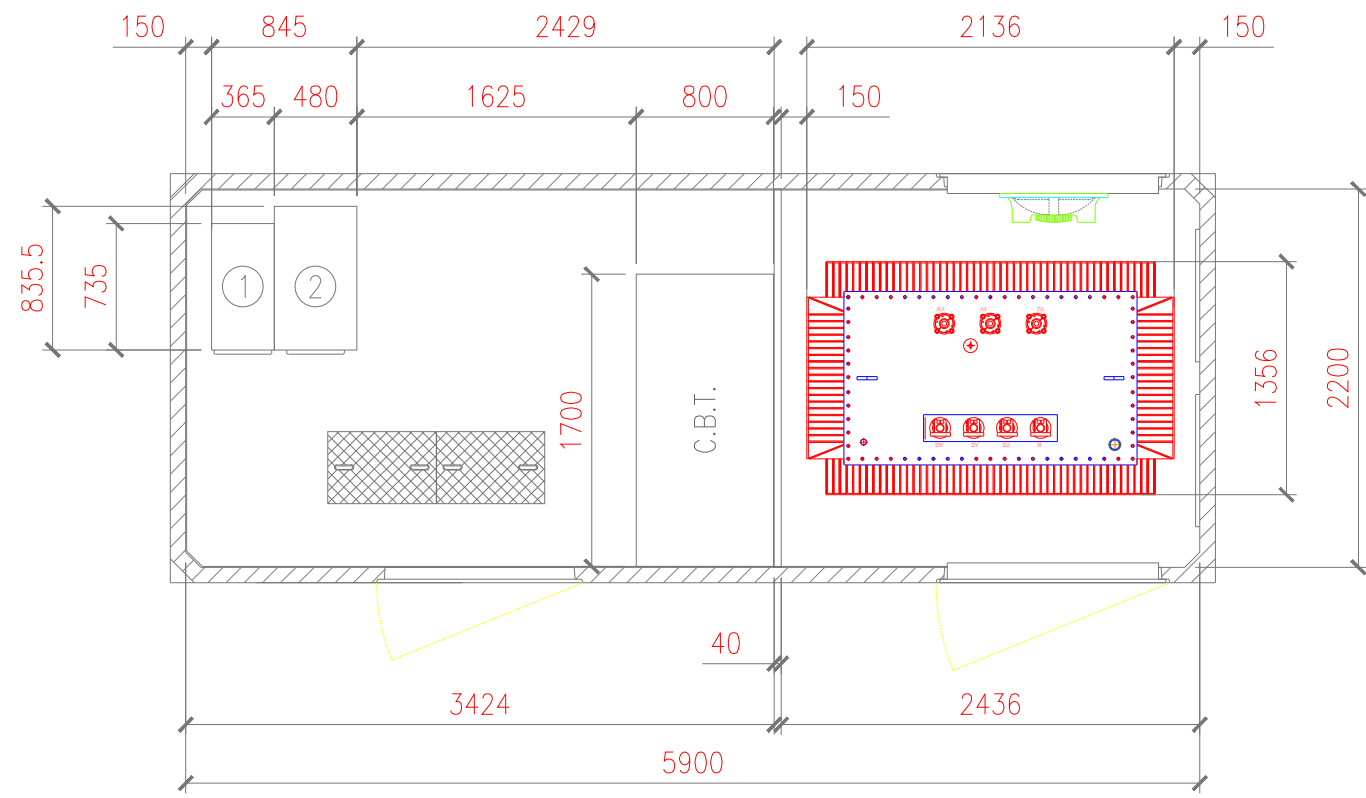
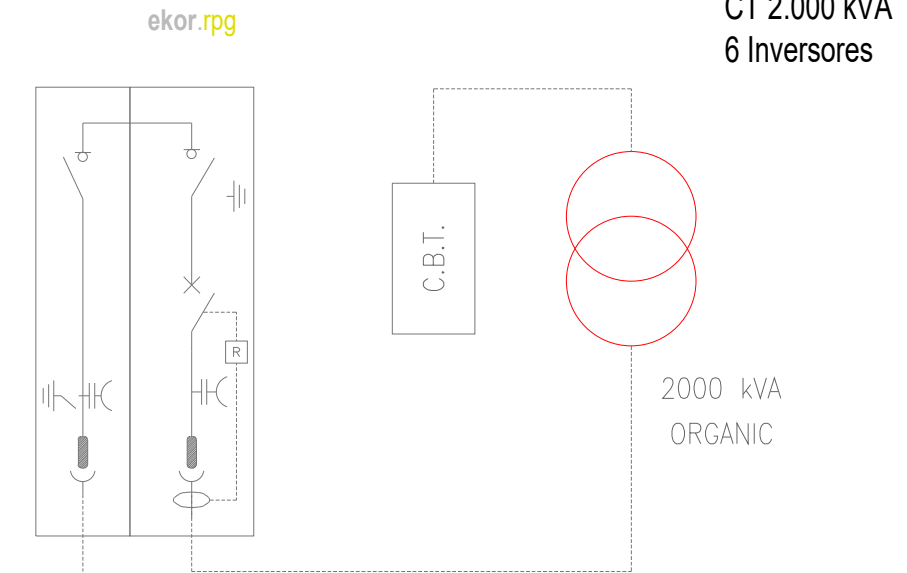
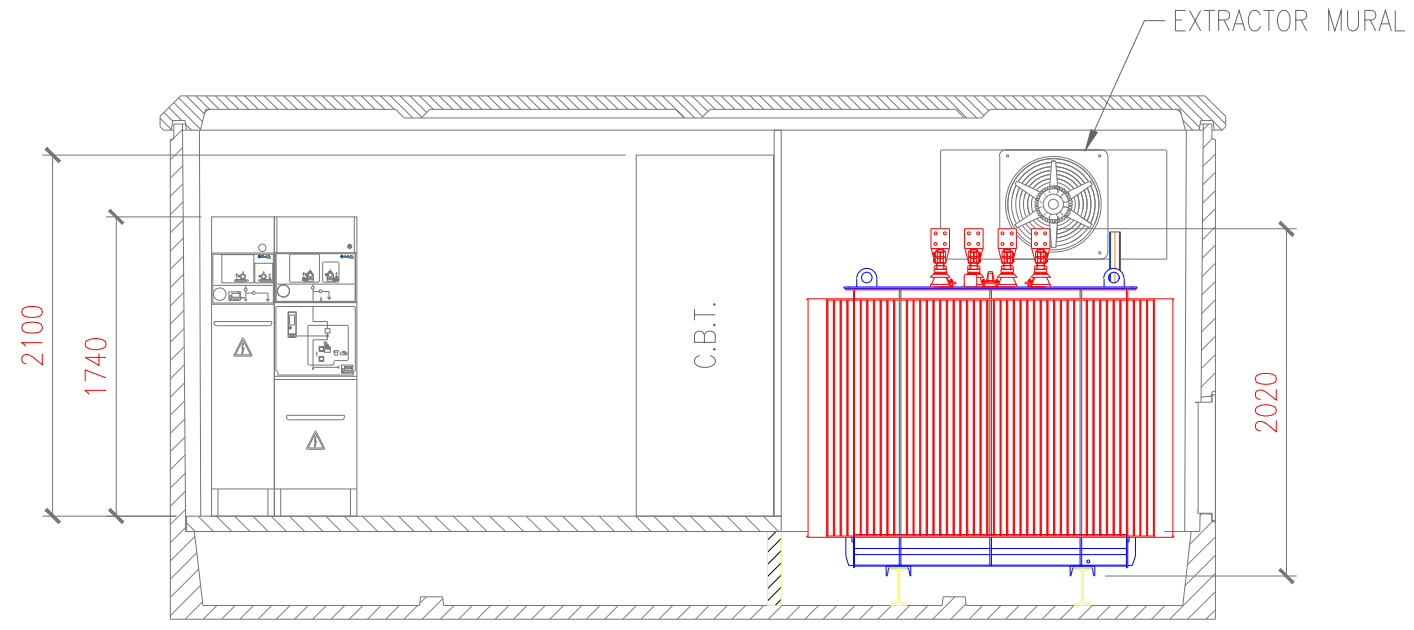
LNK energía
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá plt.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

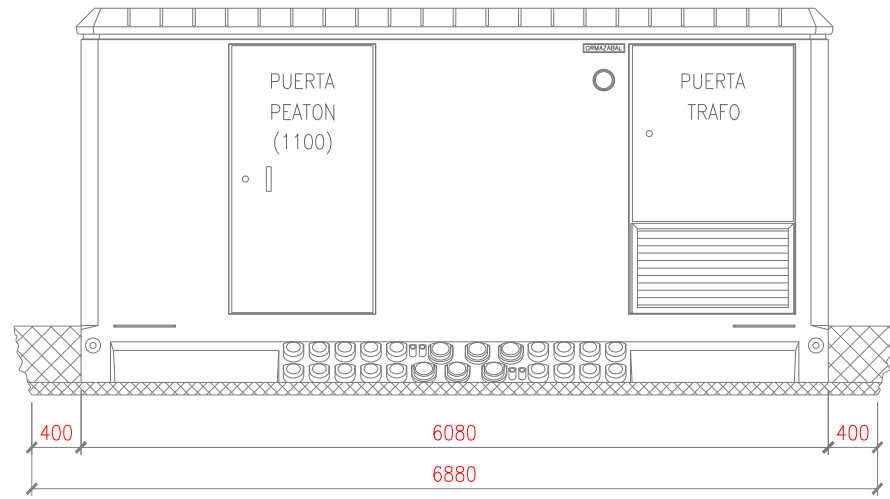
PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS CONVERSIÓN AÉREA-SUBTERRÁNEA		
HOJA	6/6	ESCALA	S/E
		FORMATO	A3

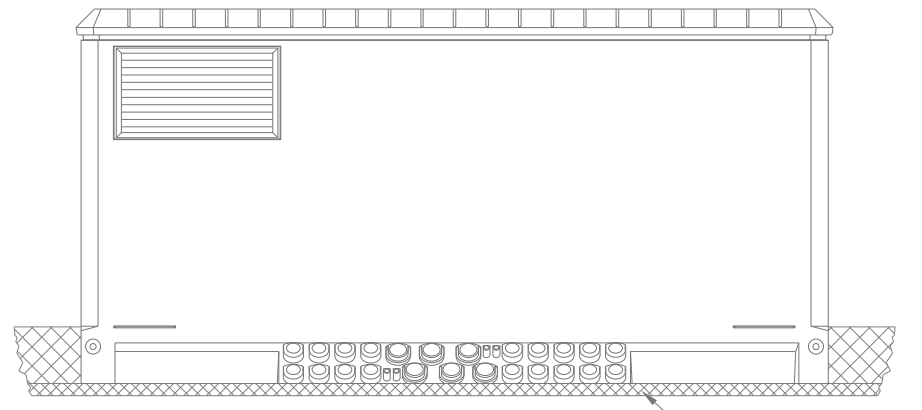
DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	14	
REV.		



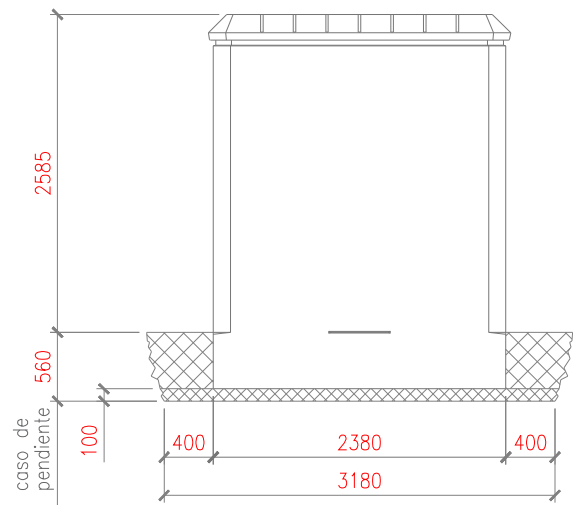
La instalación Fotovoltaica contiene dos Centros de Transformación en el interior del vallado.
 El primer CT está dotado de un transformador de 2.000 kVA. A este CT están asociados los inversores 1 a 6.
 El segundo CT está dotado de un transformador de 2.500 kVA. A este CT está asociados los inversores 7 a 13.
 Ambos CT son iguales en celdas y dimensiones.



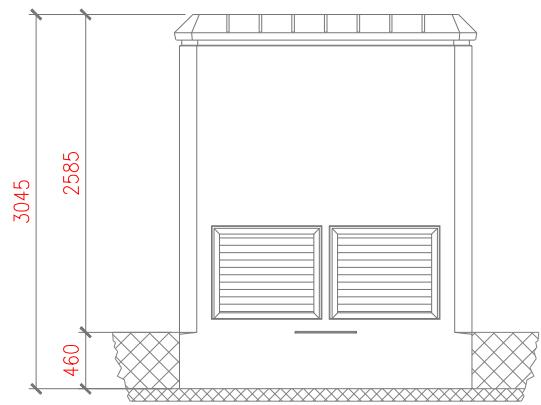
VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



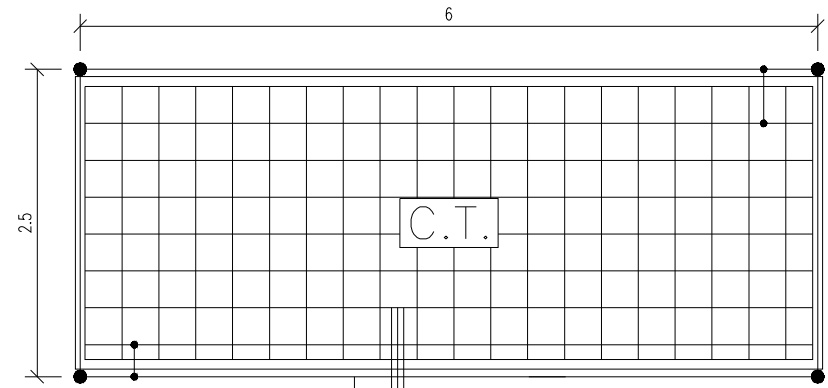
VISTA LATERAL IZQUIERDA



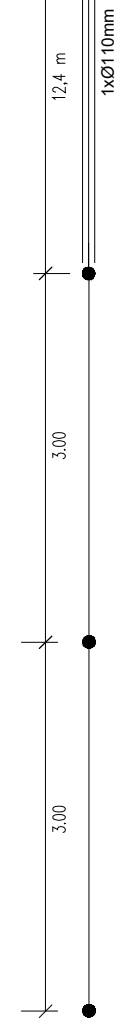
VISTA LATERAL DERECHA

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

PUESTAS A TIERRA



Cotas en m.



TIERRA DE PROTECCIÓN
Picas: Lp = 2 m, Ø = 14 mm
Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm²

TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 60-25/5/42
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 4
Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

TIERRA DE SERVICIO
Configuración: 5/32.
Profundidad electrodo: 0.5 m
Separación picas: 3 m
3 picas en hilera unidas por conductor horizontal
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm² en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)



LNK Energía

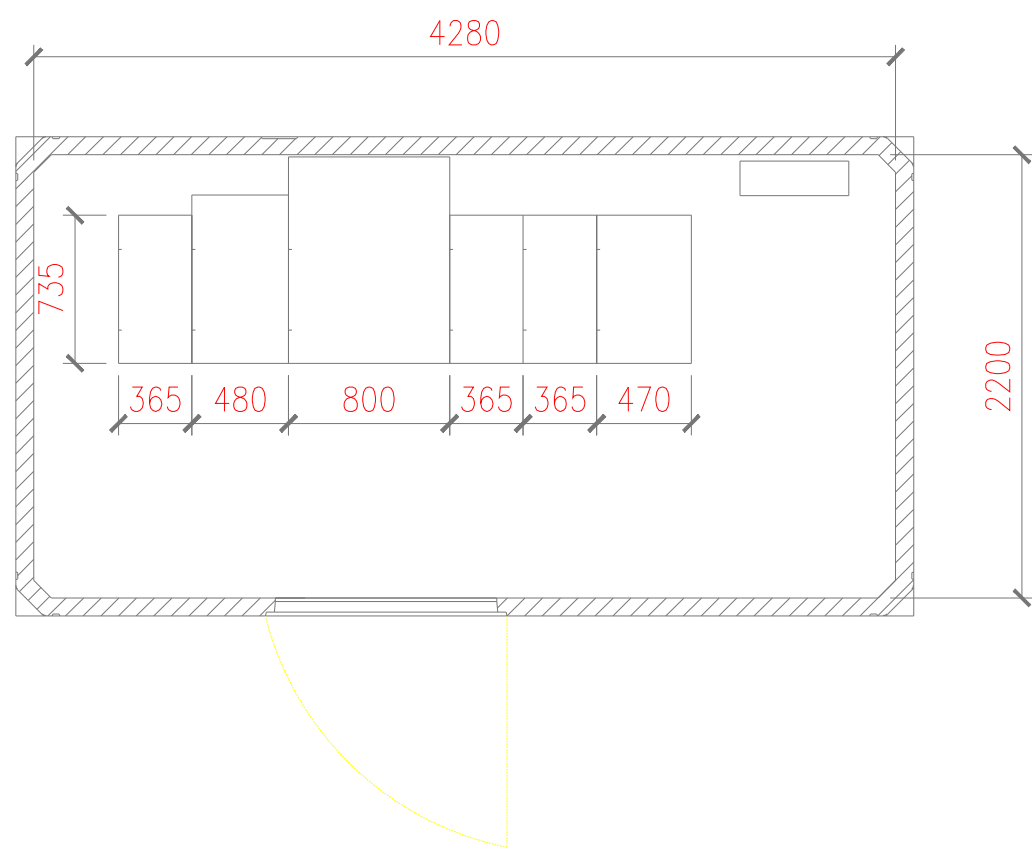
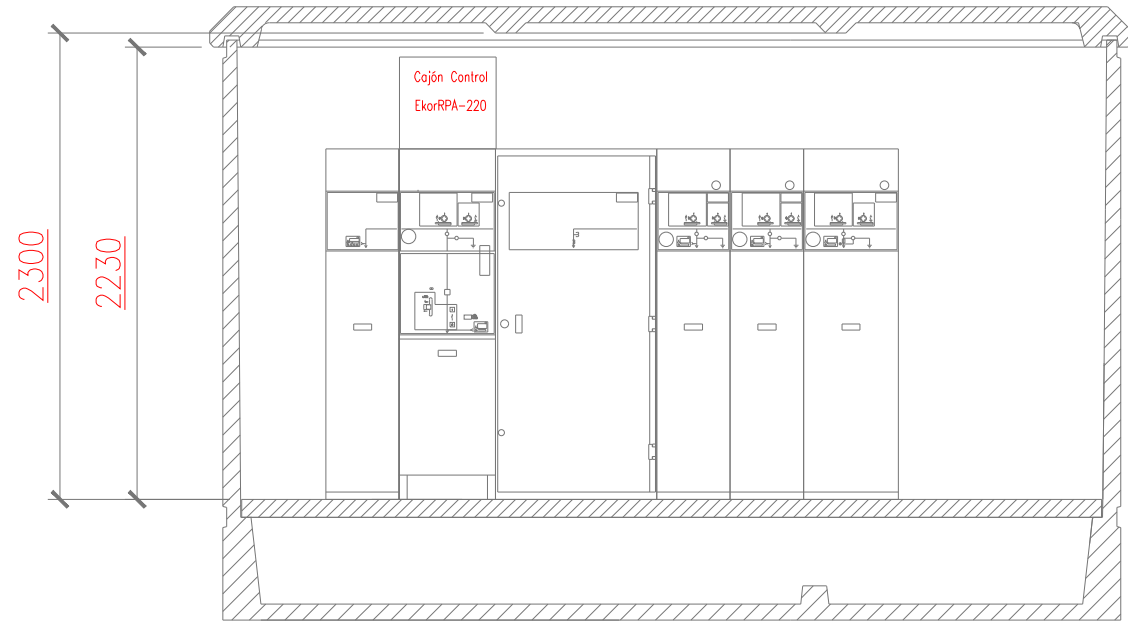
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá plt.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR
CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN
Término municipal de Villamartín,
Provincia de Cádiz

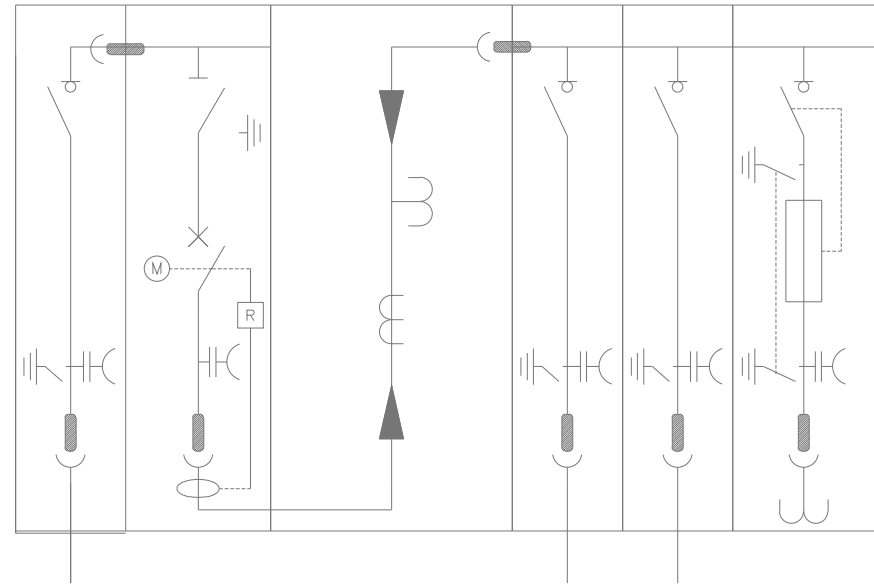
PROYECTO
**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
FV VILLAMARTÍN CW**

PLANO
**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
Puesta a Tierra**
HOJA 2/4 ESCALA Acotado FORMATO A3

DIBUJADO
REVISADO J.N.N. 07/24
PLANO Nº **15**
REV.



Cosmos-L Cosmos-V Cosmos-M Cosmos-L Cosmos-P
EkorRPA
Motor.



LNK Energía

Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá plt.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR
CAPWATT ESPAÑA S.L.

UBICACIÓN
Término municipal de Villamartín,
Provincia de Cádiz

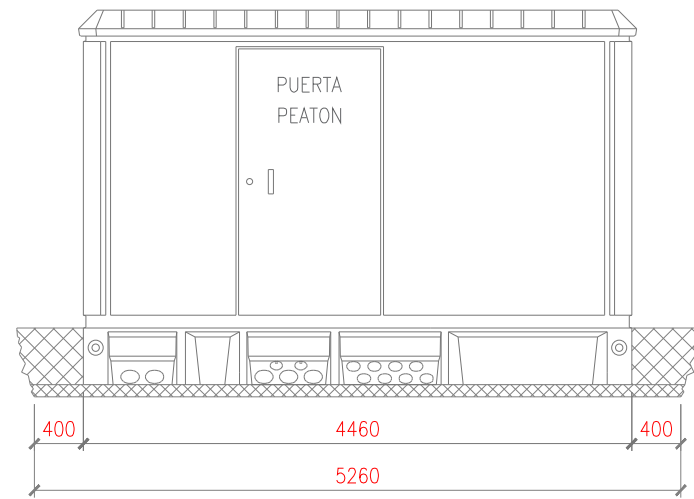
PROYECTO
**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
FV VILLAMARTÍN CW**

PLANO
**CENTRO DE SECCIONAMIENTO,
TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA**

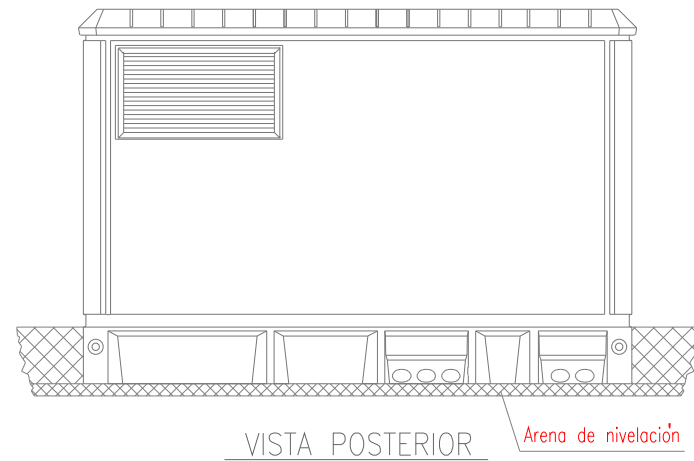
HOJA 3/4 ESCALA Acotado FORMATO A3

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	15	
REV.		

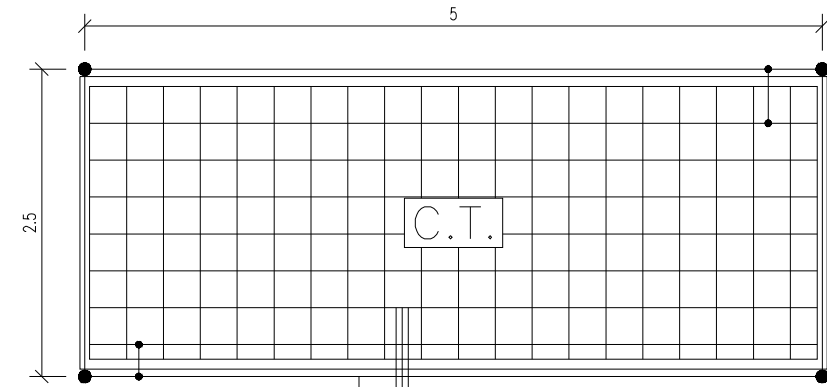
PUESTAS A TIERRA



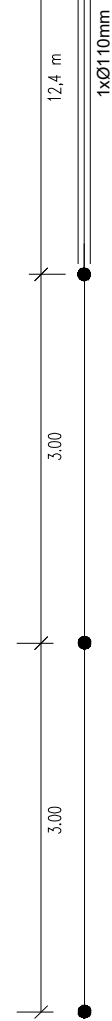
VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



Cotas en m.



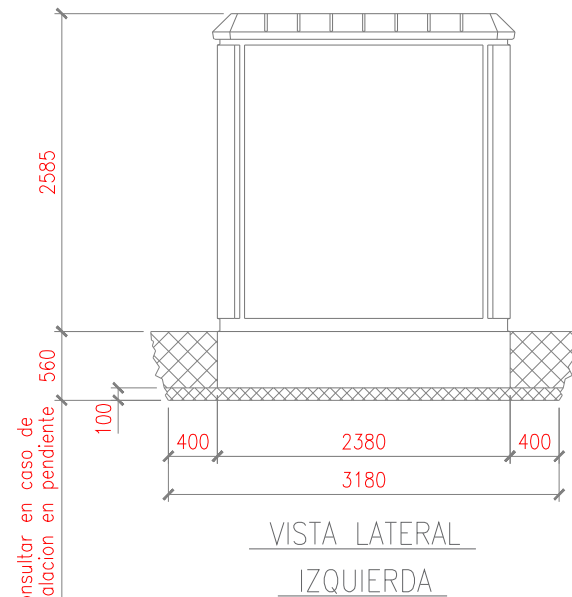
TIERRA DE PROTECCIÓN
Picas: $L_p = 2 \text{ m}$, $\varnothing = 14 \text{ mm}$
Conductor: Cu desnudo, $S = 50 \text{ mm}^2$

TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 50-25/5/42
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 4
Longitud picas: 2

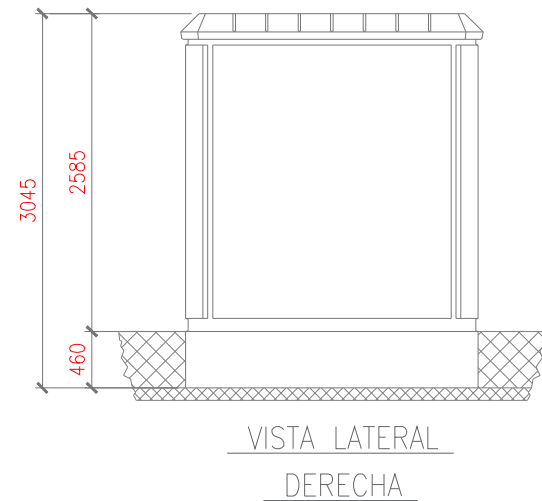
NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

TIERRA DE SERVICIO
Configuración: 5/32.
Profundidad electrodo: 0.5 m
Separación picas: 3 m
3 picas en hilera unidas por conductor horizontal
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm² en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)



VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA LATERAL DERECHA



LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá plt.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

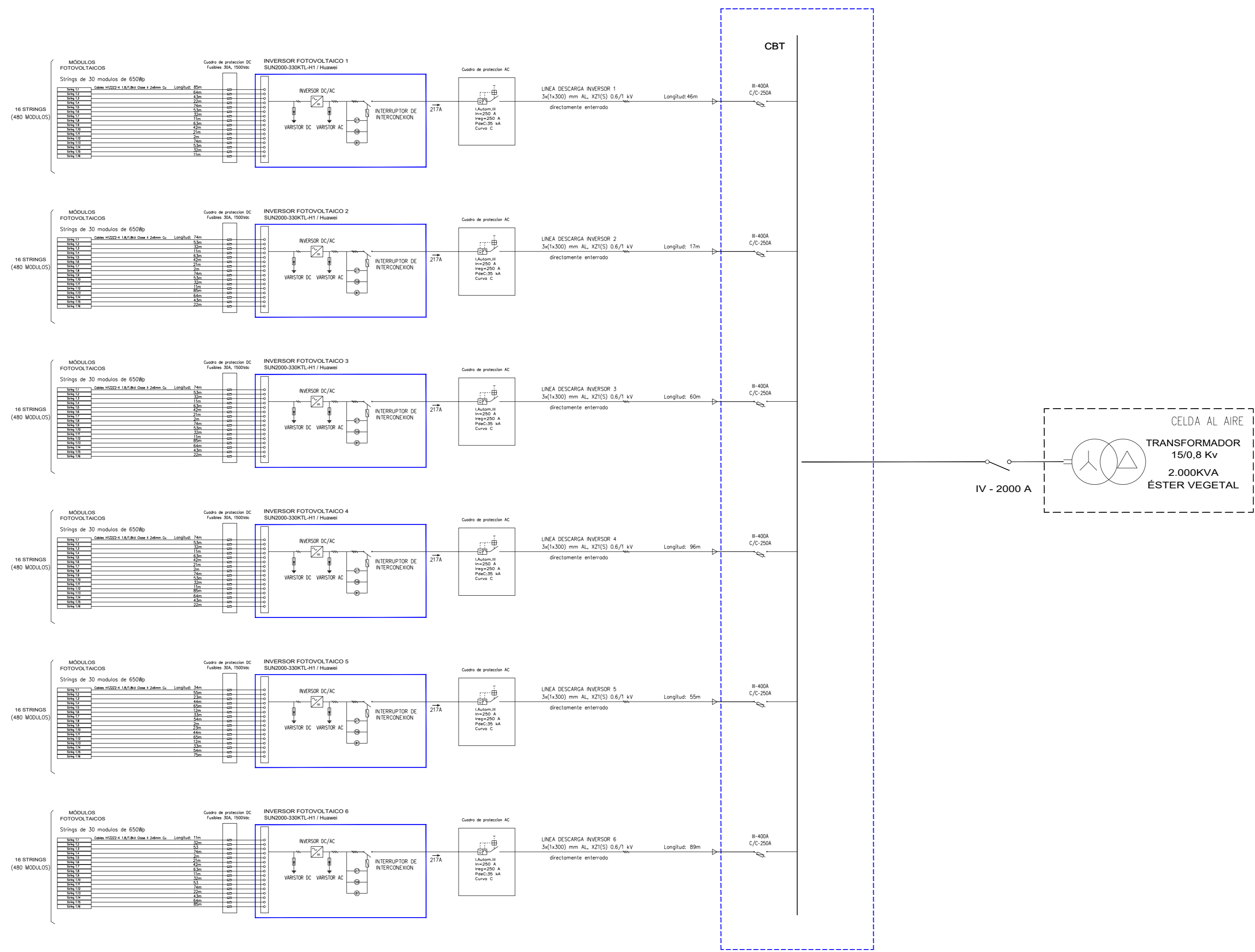
PROMOTOR
CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN
Término municipal de Villamartín,
Provincia de Cádiz

PROYECTO
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
FV VILLAMARTÍN CW

PLANO
**CENTRO DE SECCIONAMIENTO,
TRANSFORMACIÓN, PROTECCIÓN Y MEDIDA**
Puesta a Tierra
HOJA 4/4 ESCALA Acotado FORMATO A3

DIBUJADO
REVISADO J.N.N. 07/24
PLANO Nº **15**
REV.

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coisar.e-visado.net/validar.aspx Código: ros22pg54929202412818381



El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante. La conexión e integración formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable así como el registro, archivar y contenido integral del documento es la fecha y hora del visado. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de visado: EGR2400571. Validación online con el código de visado: EGR2400571.

LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pit 3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkennergia.com

PROMOTOR
CAPWATT ESPAÑA S.L.

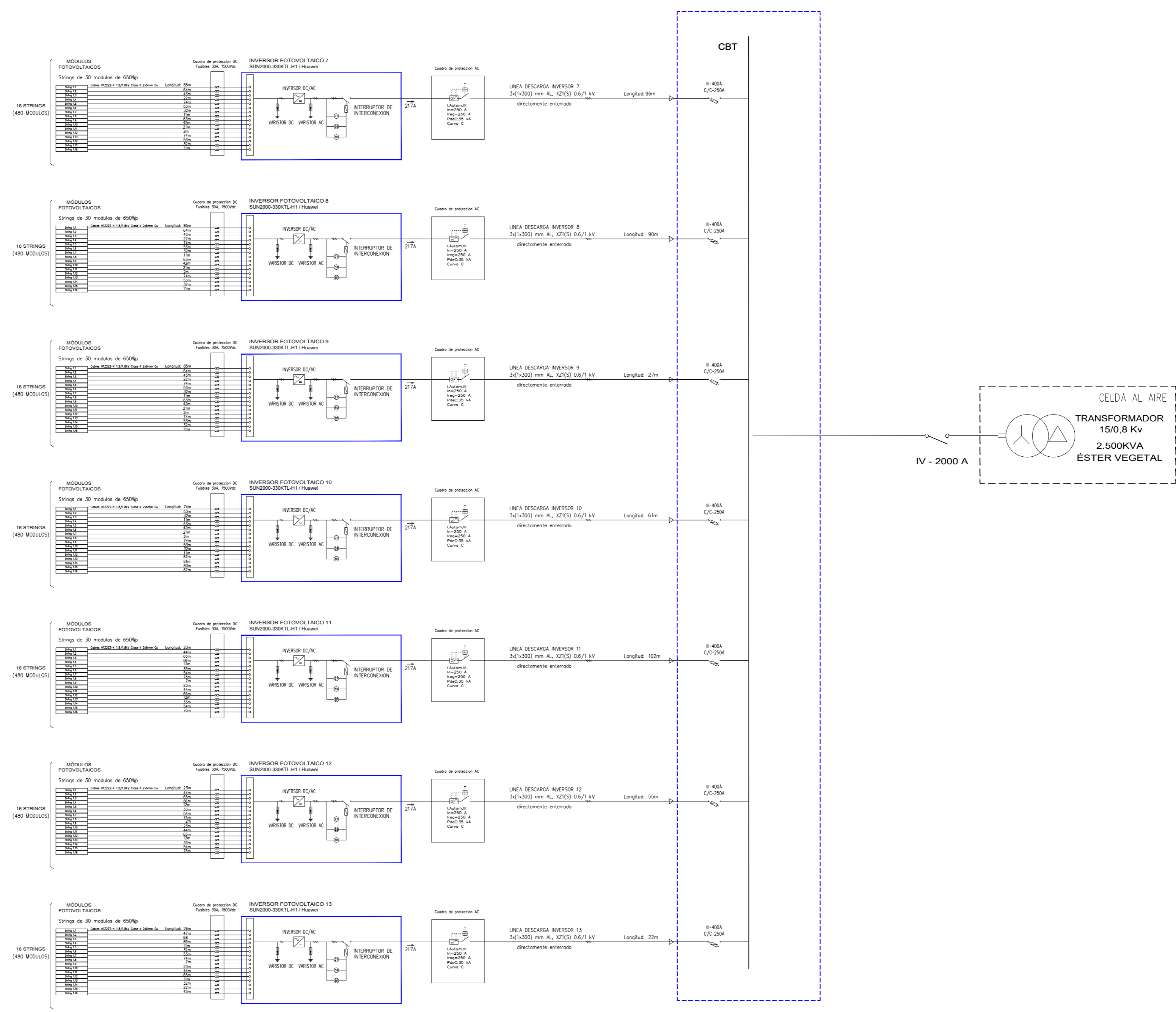
UBICACIÓN
Término municipal de Villamartín,
Provincia de Cádiz

PROYECTO
**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
FV VILLAMARTÍN CW**

PLANO
**UNIFILAR BAJA TENSIÓN
INSTALACIONES DE GENERACIÓN - CBT**

HOJA 1/2 ESCALA S/E FORMATO A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	16	REV.



El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante. La conexión e integración formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable así como el registro, archivar y contestar integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571. Validación online con el código de verificación: EGR2400571.

LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pit 3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR
CAPWATT ESPAÑA S.L.

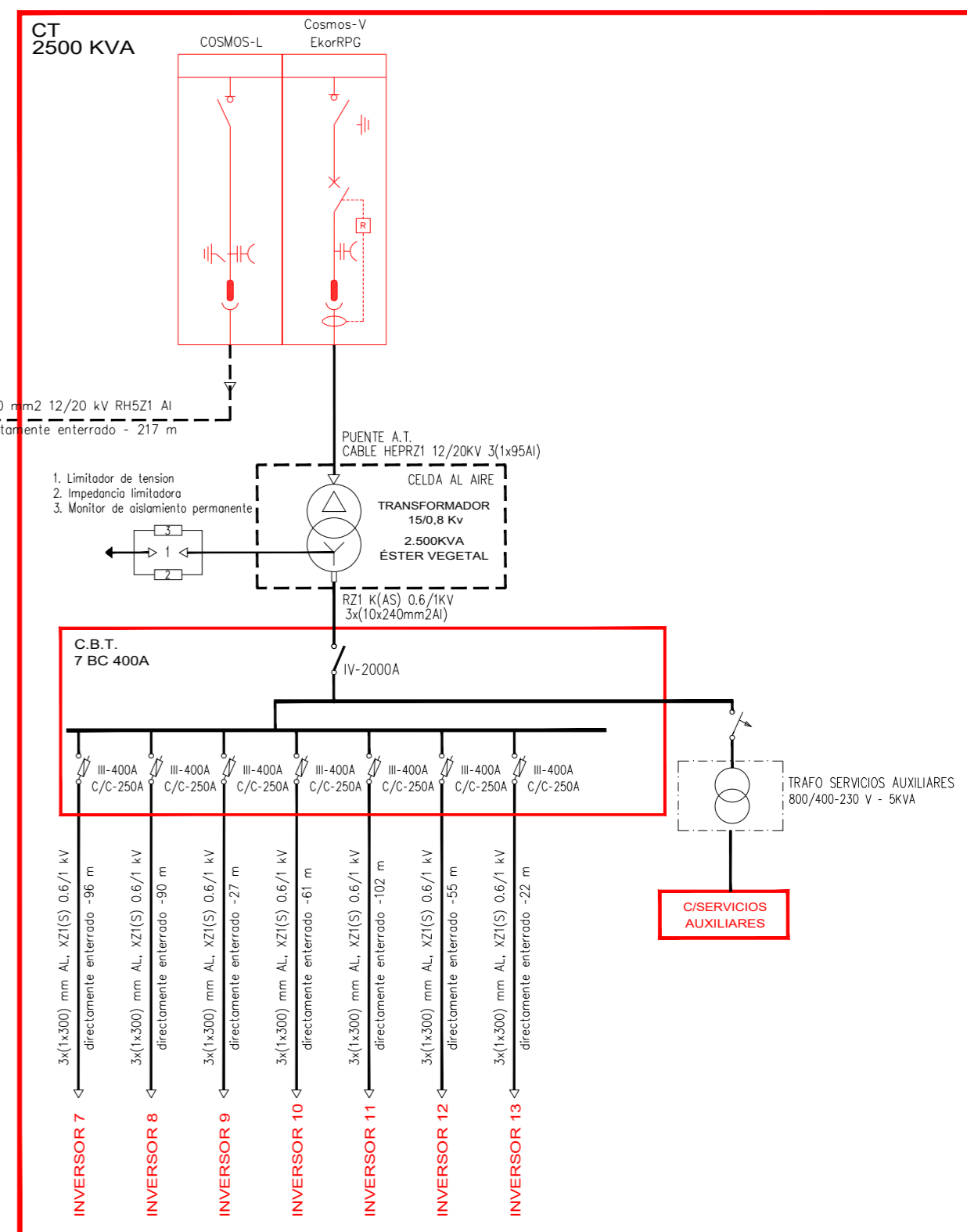
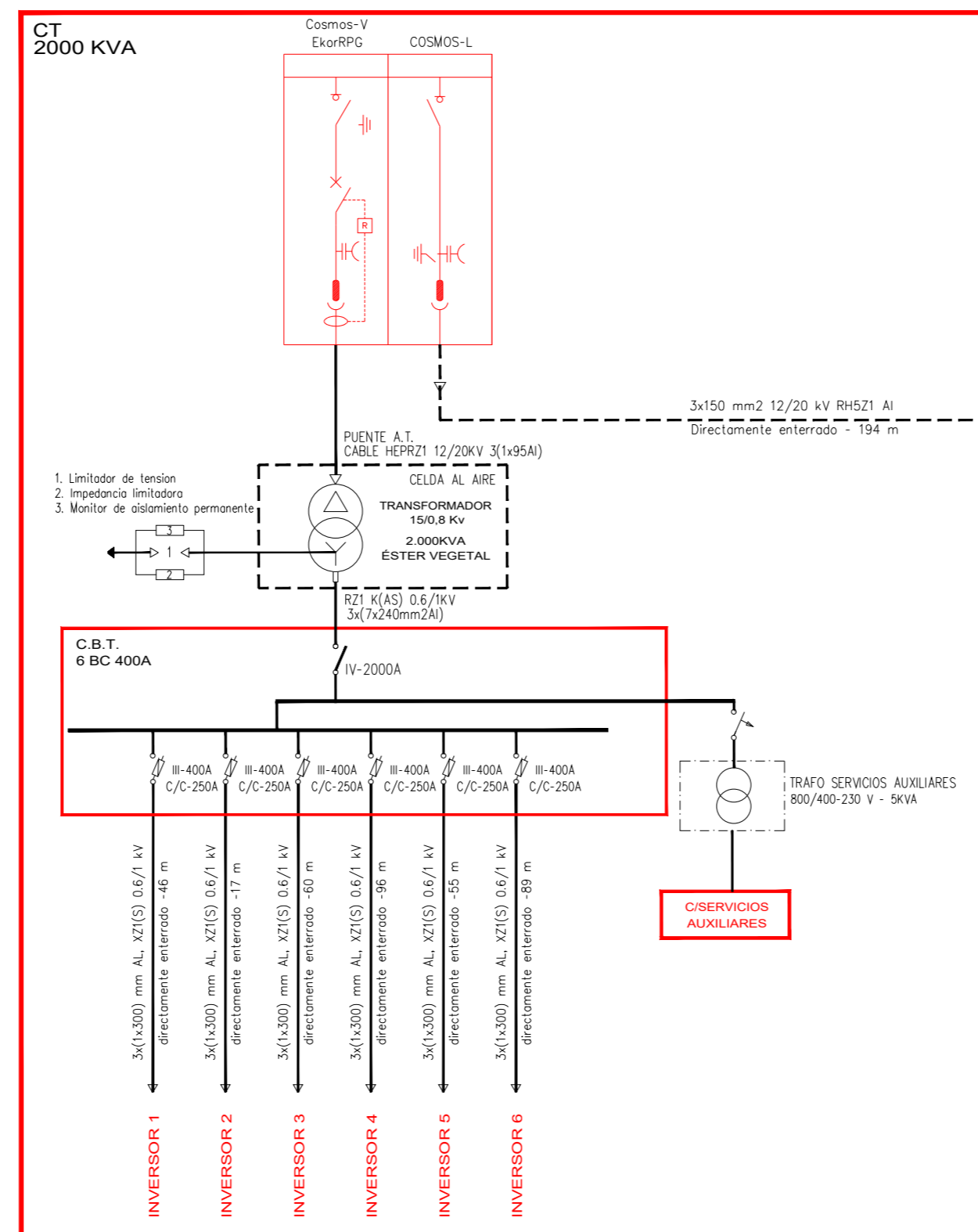
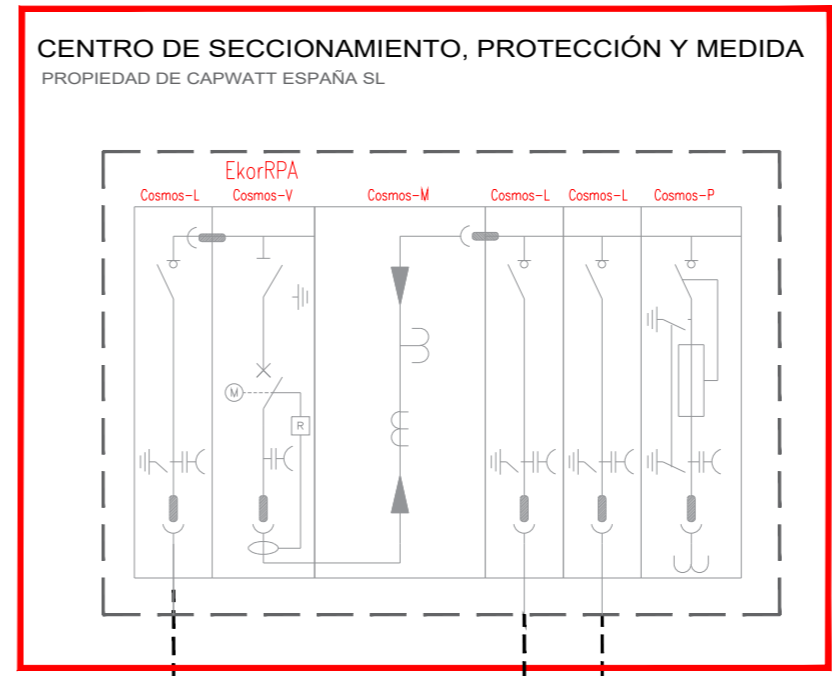
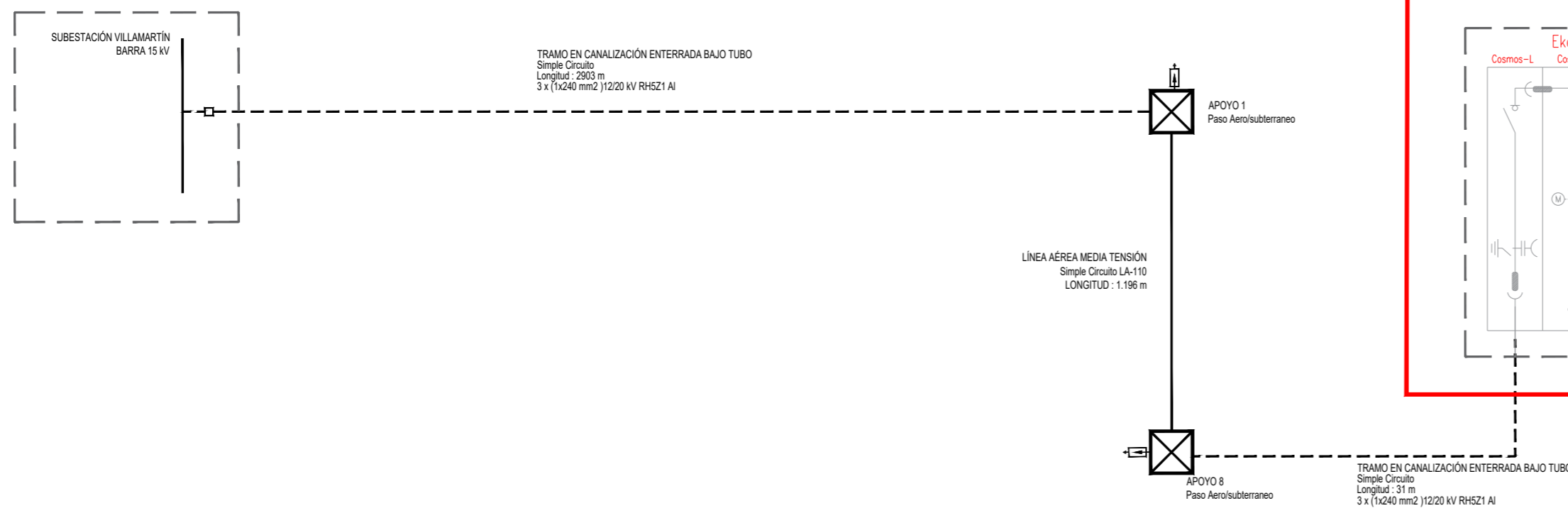
UBICACIÓN
Término municipal de Villamartín,
Provincia de Cádiz

PROYECTO
**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
FV VILLAMARTÍN CW**

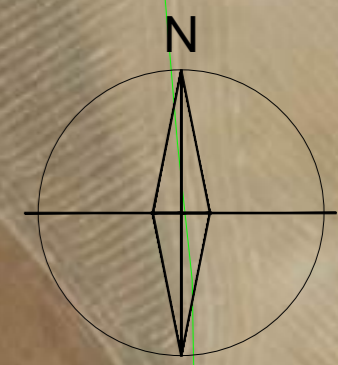
PLANO
**UNIFILAR BAJA TENSIÓN
INSTALACIONES DE GENERACIÓN - CBT**

HOJA 2/2 ESCALA S/E FORMATO A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	16	REV.



El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante. La conexión e integración formal del trabajo de ejecución a la normativa aplicable así como el registro, archivar y custodia integral del documento a la fecha y hora del visado. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el visado electrónico con número: EGR2400571.



LEYENDA

	Acceso a apoyos
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	OCUPACIÓN TEMPORAL PARA APOYOS
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVIACIÓN DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN

El visado, revisión o registro del documento acredita la identificación y habilitación del técnico firmante, la correcta e inalterada forma del trabajo de soporte a la normativa aplicable, así como el registro, archivio y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con el código de validación EGR2400571.

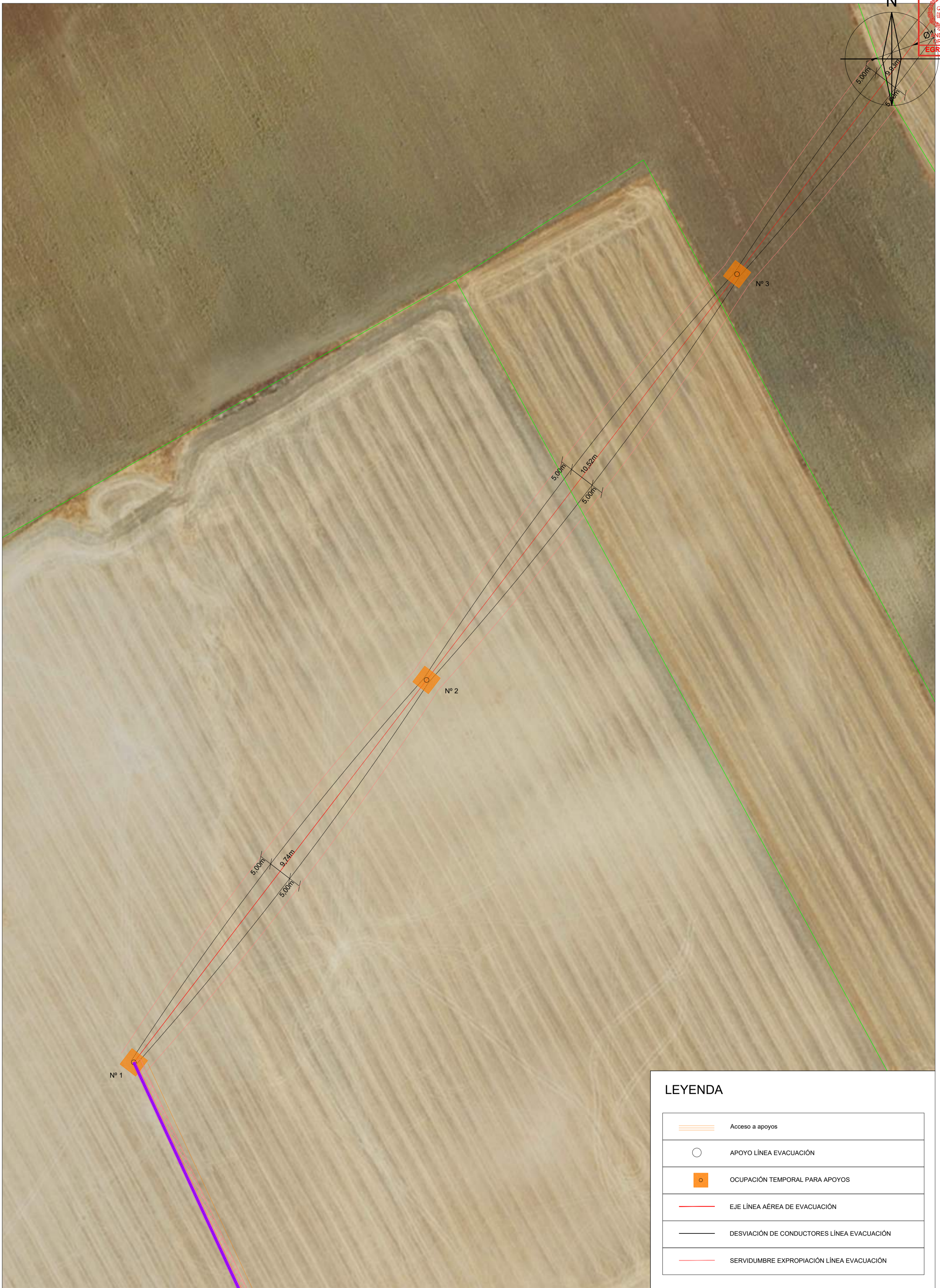
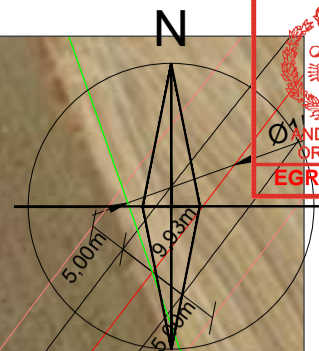
LNK energía
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pl.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkennergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	PLANTA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN		
HOJA	1/4	ESCALA	1/4.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	18	
REV.		



LEYENDA	
	Acceso a apoyos
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	OCUPACIÓN TEMPORAL PARA APOYOS
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVIACIÓN DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN

El visado, revisión o registro del documento garantiza la identidad y habilidad del técnico firmante, la consecución e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaar.e-visado.net/validar.aspx. Código: r0az2p5492024128183812

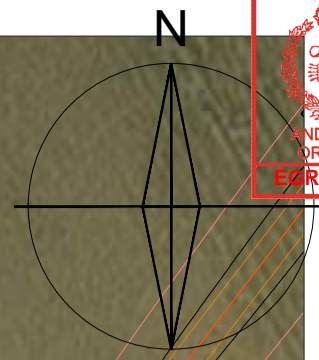
LNK energía
 Plaza del Campillo 2
 Edificio Maciá pil.3º, oficina G
 18009 GRANADA
 Teléfono 958940476
 e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	PLANTA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN		
HOJA	2/4	ESCALA	1/1.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	18	
REV.		



LÍNEA AÉREA MEDIA TENSION

LEYENDA	
	Acceso a apoyos
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	OCUPACIÓN TEMPORAL PARA APOYOS
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVIACIÓN DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN

El visado, revisión o registro del documento garantiza la identidad y habilidad del técnico firmante, la consecución e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliar e-visado.net/validar.aspx. Código: r0az2p5492024128103812

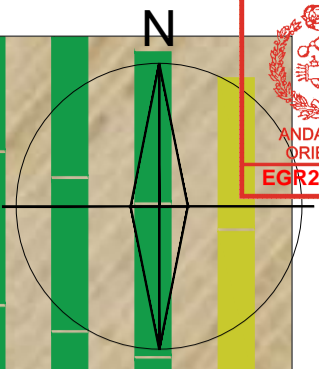
LNK energía
LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pta. 3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR	CAPWATT ESPAÑA S.L.
UBICACIÓN	Término municipal de Villamartín, Provincia de Cádiz

PROYECTO	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW
----------	--

PLANO	PLANTA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSION		
HOJA	3/4	ESCALA	1/1.000
		FORMATO	A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/24
PLANO Nº	18	
REV.		

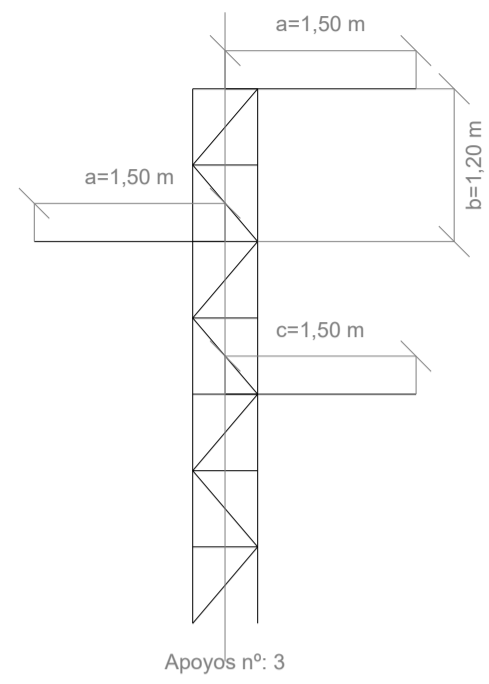


LEYENDA

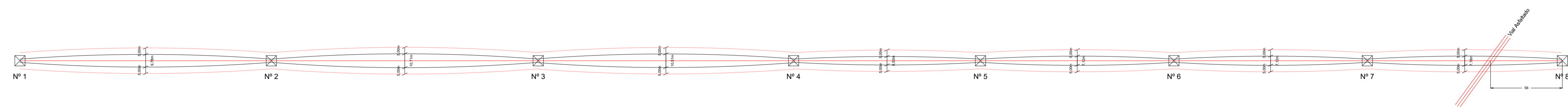
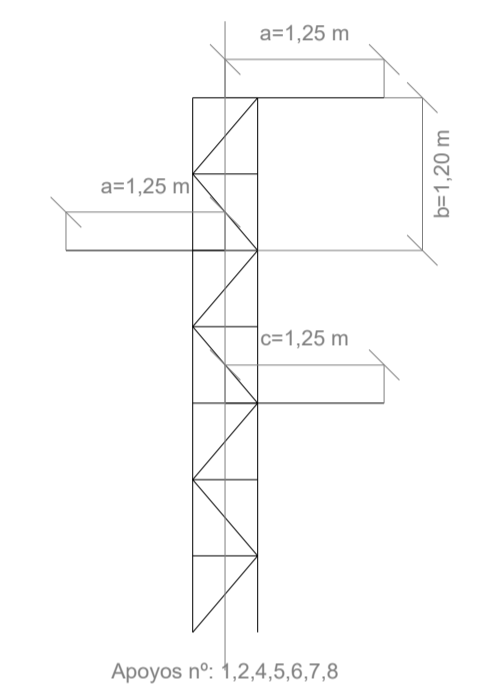
	Acceso a apoyos
	APOYO LÍNEA EVACUACIÓN
	OCUPACIÓN TEMPORAL PARA APOYOS
	EJE LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN
	DESVIACIÓN DE CONDUCTORES LÍNEA EVACUACIÓN
	SERVIDUMBRE EXPROPIACIÓN LÍNEA EVACUACIÓN

El visado, revisión o registro del documento garantiza la identidad y habilidad del técnico firmante, la conexión e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliar e-visado.net/validar.aspx. Código: r0azczp5492024128183812

Armado ASC-15

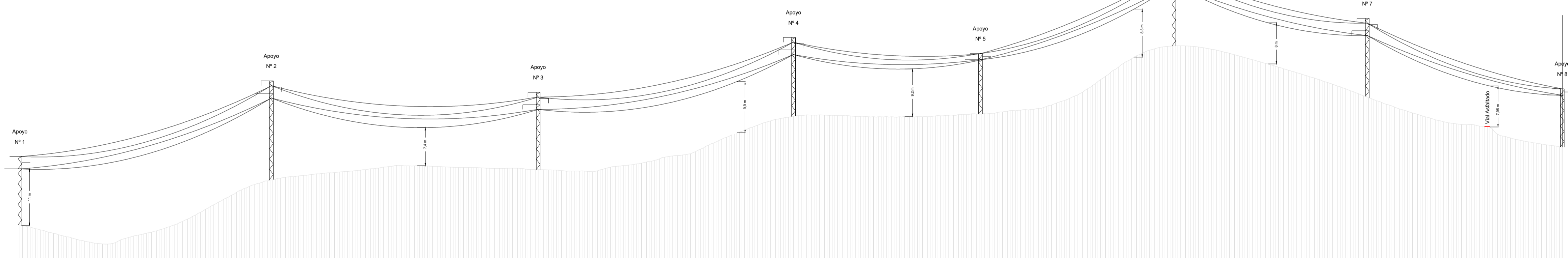


Armado ASC-12



Planta

LA-110 Zona A		
Tabla tensiones lineales		
T(°C)	T(suav)	l(m)
-5°C	786	2,57
0°C	747	3,04
5°C	711	3,19
10°C	678	3,35
15°C	648	3,50
20°C	620	3,66
25°C	594	3,82
30°C	571	3,97
35°C	550	4,13
40°C	530	4,28
45°C	512	4,43
50°C	496	4,58



Perfil

Plano de Comparación 116,19 m

Estaciones y punto kilométrico		km nº 1							
Distancias	Parciales	0,0	195,0	207,0	188,0	145,0	190,0	151,2	116,2
	Al origen	0,0	195,0	402,0	600,0	745,0	935,0	1086,2	1202,4
Cotas del terreno		124,00	133,06	135,06	146,03	146,44	159,06	143,74	140,00
Num. y longitud de las parcelas		Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Referencia del apoyo		C-4500-TR-16	C-500-20	C-1000-16	C-500-16	C-2000-14	C-500-16	C-500-16	C-4500-TR-14
Función		P.Línea	Ali-Suspensión	Ali-Suspensión	Ali-Suspensión	Ali-Amarre	Ali-Suspensión	Ali-Suspensión	F.Línea
Montaje		Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo	Tresbolillo
Separación de fases		2,40	2,40	2,40	2,40	1,20	2,40	2,40	1,20
Tipo armado		ASC-12-TB-12	ASC-12-TB-12	ASC-12-TB-12	ASC-12-TB-12	ASC-12-TB-6	ASC-12-TB-12	ASC-12-TB-12	ASC-12-TB-6
Altura útil cruceta inferior		10,89 m	15,89 m	11,68 m	11,95 m	10,54 m	11,95 m	11,95 m	10,12 m
Tipo de cimentación		Monobloque (12)	Monobloque (12)	Monobloque (12)	Monobloque (12)	Monobloque (12)	Monobloque (12)	Monobloque (12)	Monobloque (12)
Lado		1,15 m	1,27 m	1,10 m	1,10 m	1,02 m	1,10 m	1,10 m	1,05 m
Profundidad		2,71 m	1,71 m	1,92 m	1,65 m	2,26 m	1,65 m	1,65 m	2,68 m
Excavación		3,58 m³	2,76 m³	2,32 m³	2,00 m³	2,35 m³	2,00 m³	2,00 m³	2,95 m³
Hormigonado		3,85 m³	3,08 m³	2,57 m³	2,24 m³	2,56 m³	2,24 m³	2,24 m³	3,18 m³
Número		Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7	Nº 8
Longitud		195,00 m	207,00 m	198,00 m	145,00 m	150,00 m	150,00 m	151,25 m	116,19 m
Desnivel		13,01 m	-1,51 m	10,02 m	0,01 m	12,42 m	-8,12 m	-10,73 m	
Número									
Cons. de catenaria y longitud				Nº 1 K=1170 a 50°C - 191 m				Nº 2 K=1073 a 50°C - 150 m	
Apoyo inicial y final				Nº 1 - Nº 5				Nº 5 - Nº 8	

PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW

PROMOTOR: CAPWATT ESPAÑA, S.L.

DIBUJADO: FECHA: 07/2024, NOMBRE: J.N.N., FIRMA: [Firma]

Vº Bº: ESCALA: 1/2000, FORMATO: A1

PLANO Nº: 19

REV.:

PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA FV VILLAMARTÍN CW

PROMOTOR: CAPWATT ESPAÑA, S.L.

DIBUJADO: FECHA: 07/2024, NOMBRE: J.N.N., FIRMA: [Firma]

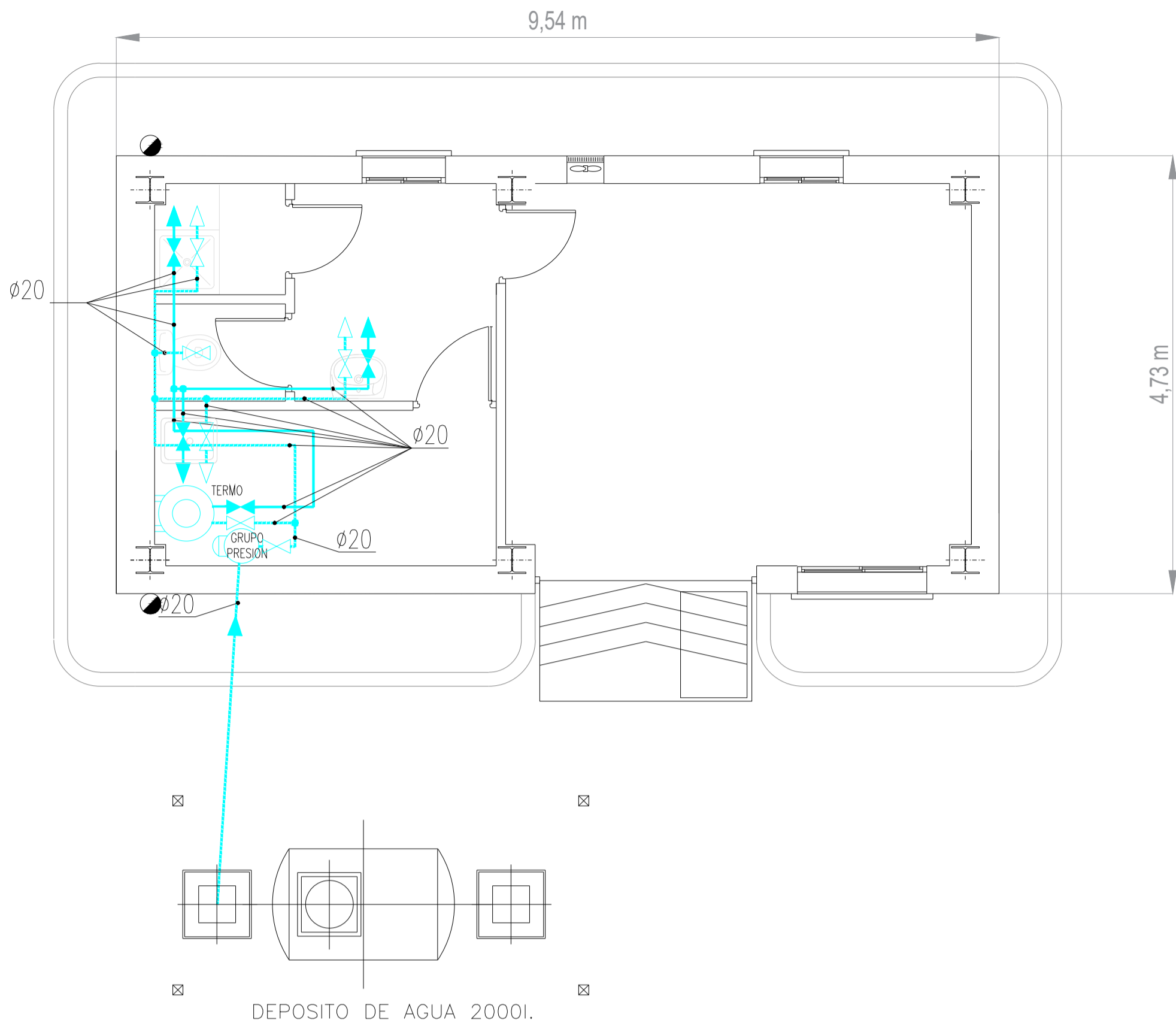
Vº Bº: ESCALA: 1/2000, FORMATO: A1

PLANO Nº: 19

REV.:

El visado, revisión o registro del documento acredita la identificación y habilitación del técnico firmante, la correcta e inalterada integridad del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el legítimo, exclusivo y completo ingreso del documento a su fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online: coii.evisado.es. Visado electrónico con número: EGR2400571. Validación online: coii.evisado.es. Código: EGR2400571. Validación online: coii.evisado.es.

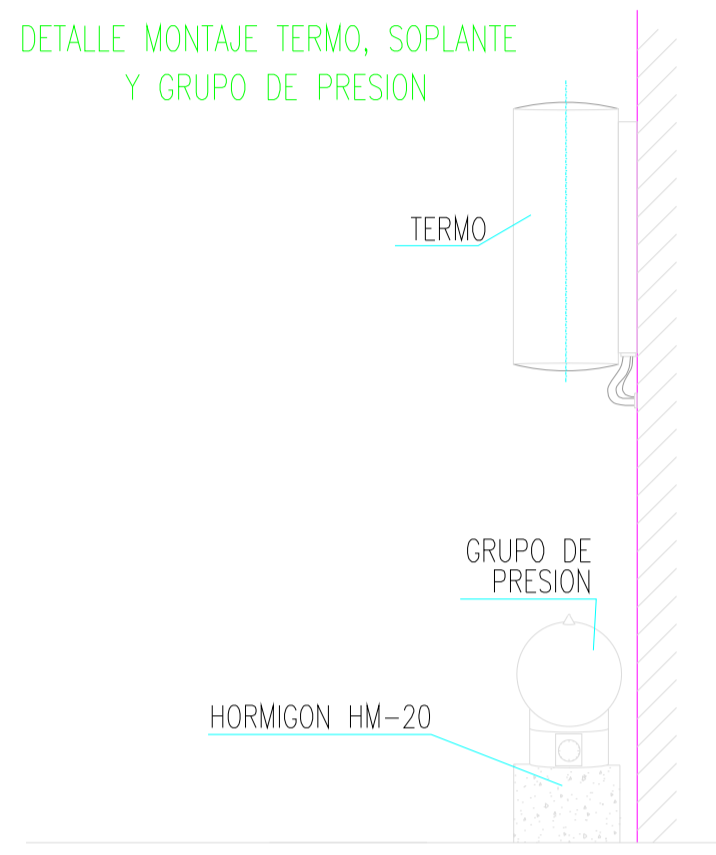
FONTANERÍA



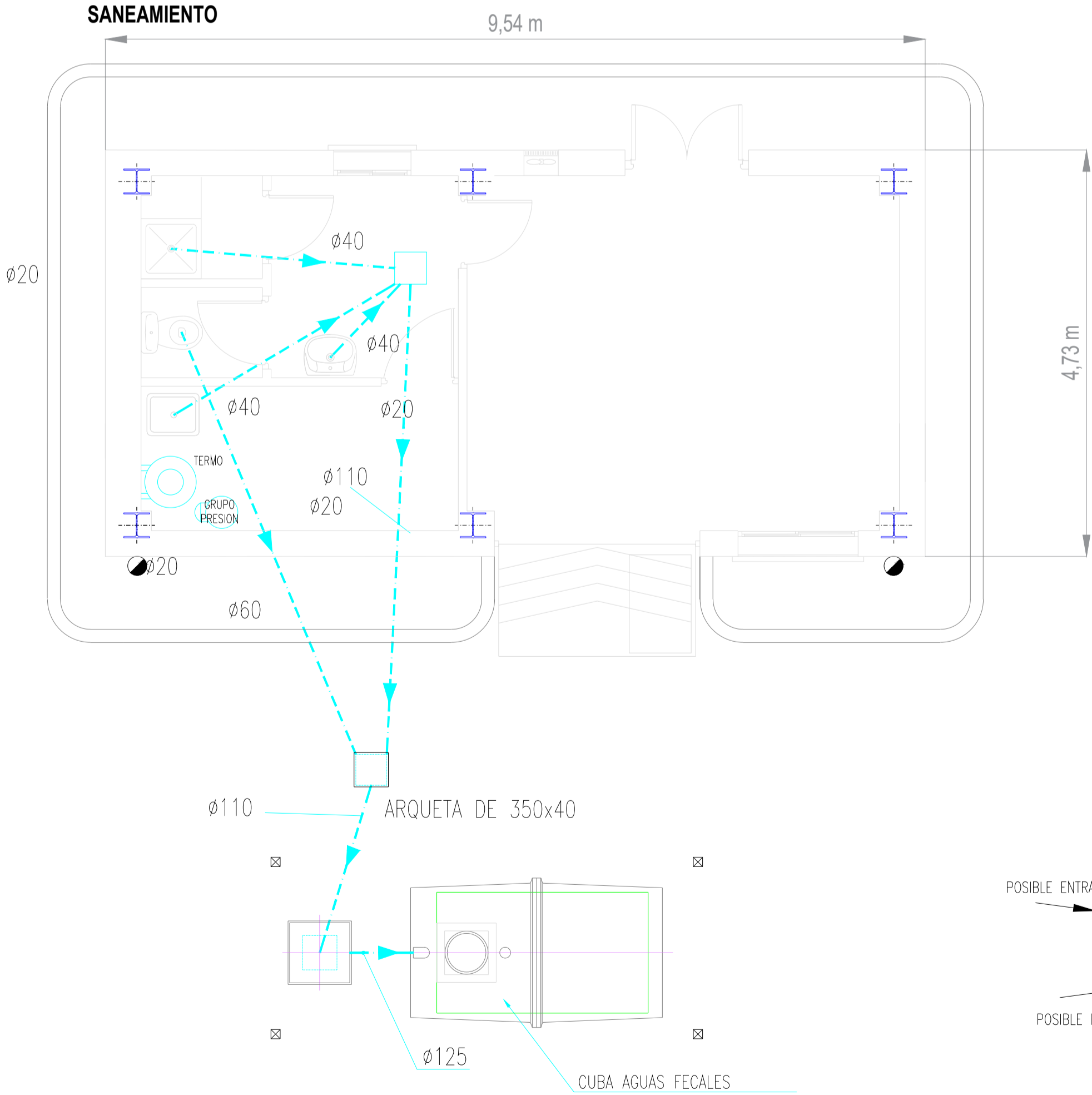
LEYENDA

- TOMA DE AGUA FRIA
- TOMA DE AGUA CALIENTE
- LLAVE DE PASO
- CALENTADOR MURAL 50l (1500W)
- CANALIZACION A.F.S.
- CANALIZACION A.C.S.
- ELECTROBOMBA CON ACUMULADOR DE 355l ITUR BP-PAC-50/25M
- DEPOSITO DE AGUA 4000L

VISADO
COII
ANDALUCÍA
ORIENTAL
EGR2400571



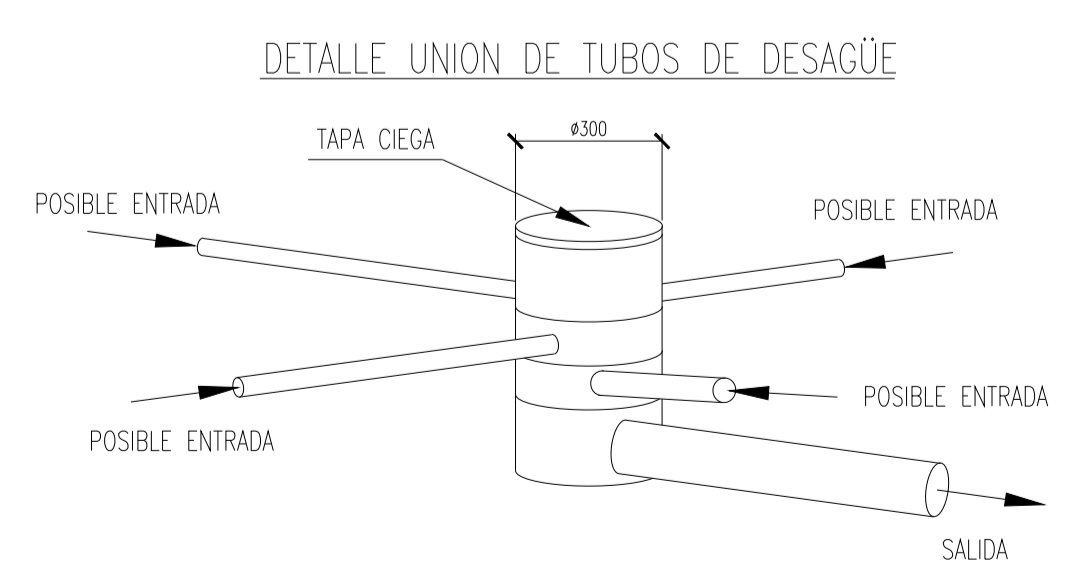
SANEAMIENTO



LEYENDA

- UNION TUBOS DESAGÜE
- TUBO DE PVC
- 110 ALUMINIO LACADO Ø BAJANTE
- DEPURADORA AGUAS RESIDUALES

OTA:
COMPRESOR DE LA DEPURADORA SE COLOCARA EN EL INTERIOR DEL O EN LA PROPIA DEPURADORA SEGUN DISTANCIA DE LA



LNK energía

LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pta.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR
CAPWATT ESPAÑA S.L.

UBICACIÓN
Término municipal de Villamartín,
Provincia de Cádiz

PROYECTO
**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
FV VILLAMARTÍN CW**

PLANO
**EDIFICIO DE CONTROL
FONTANERÍA - SANEAMIENTO**

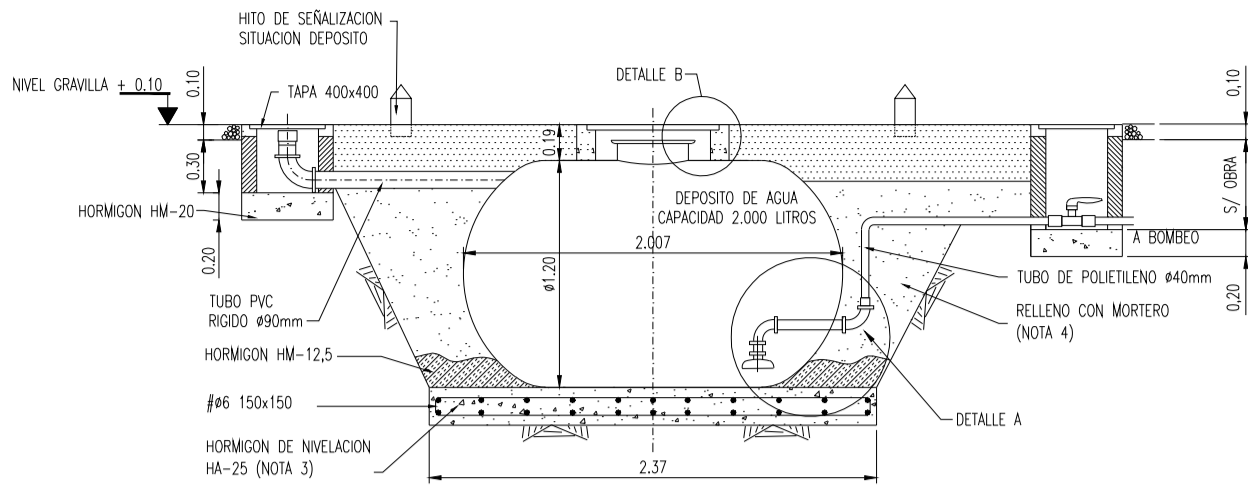
HOJA 1/2 ESCALA 1/100 FORMATO A2

DIBUJADO
REVISADO J.N.N. 07/24

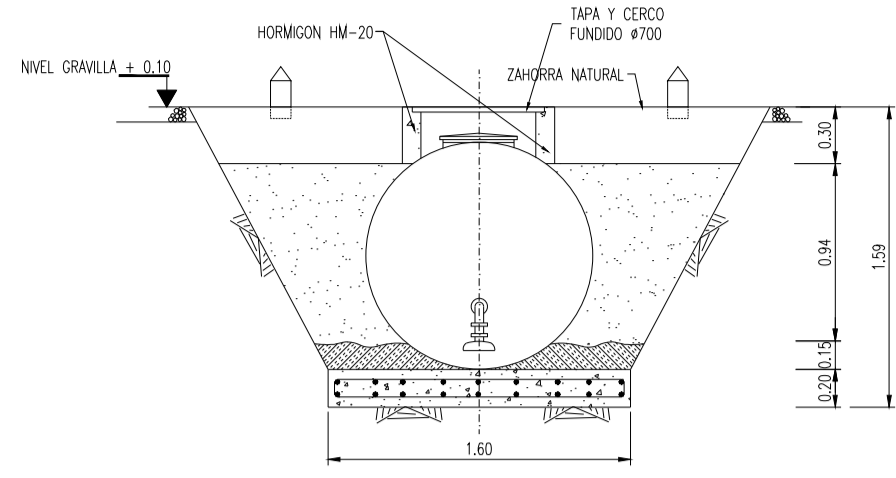
PLANO Nº **20** REV.

El visado, revisión o registro del documento se realiza en el momento de la expedición del mismo, la conexión a internet del sistema de gestión de proyectos, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliar e-visado.net/valida.asp. Código: r0a2z2p5422024128133812

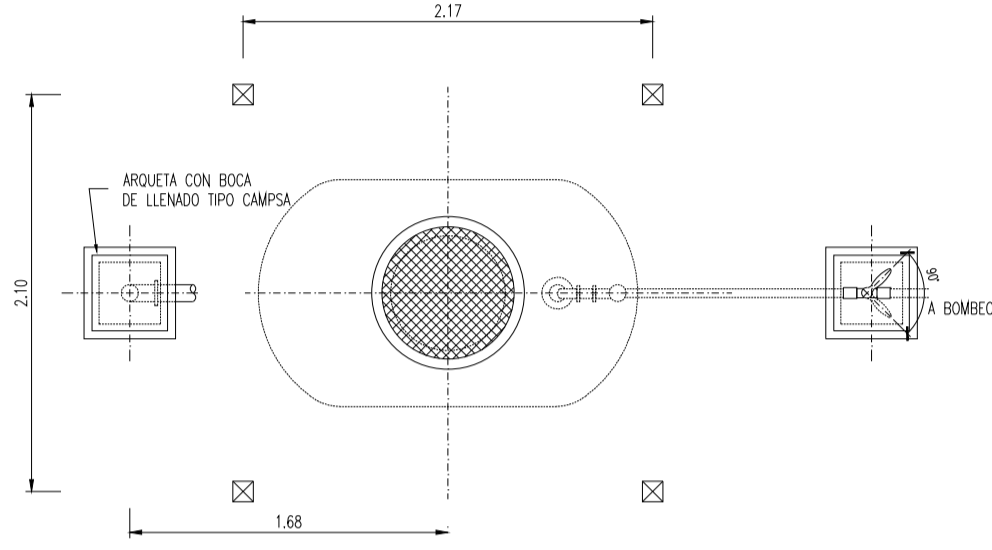
DEPÓSITO DE AGUA 2000L



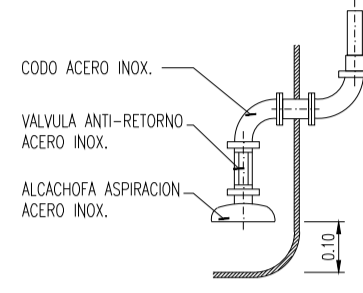
SECCION LONGITUDINAL



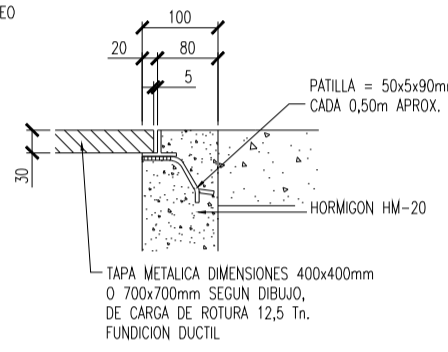
SECCION TRANSVERSAL



PLANTA SECCION



DETALLE ASPIRACION (A)

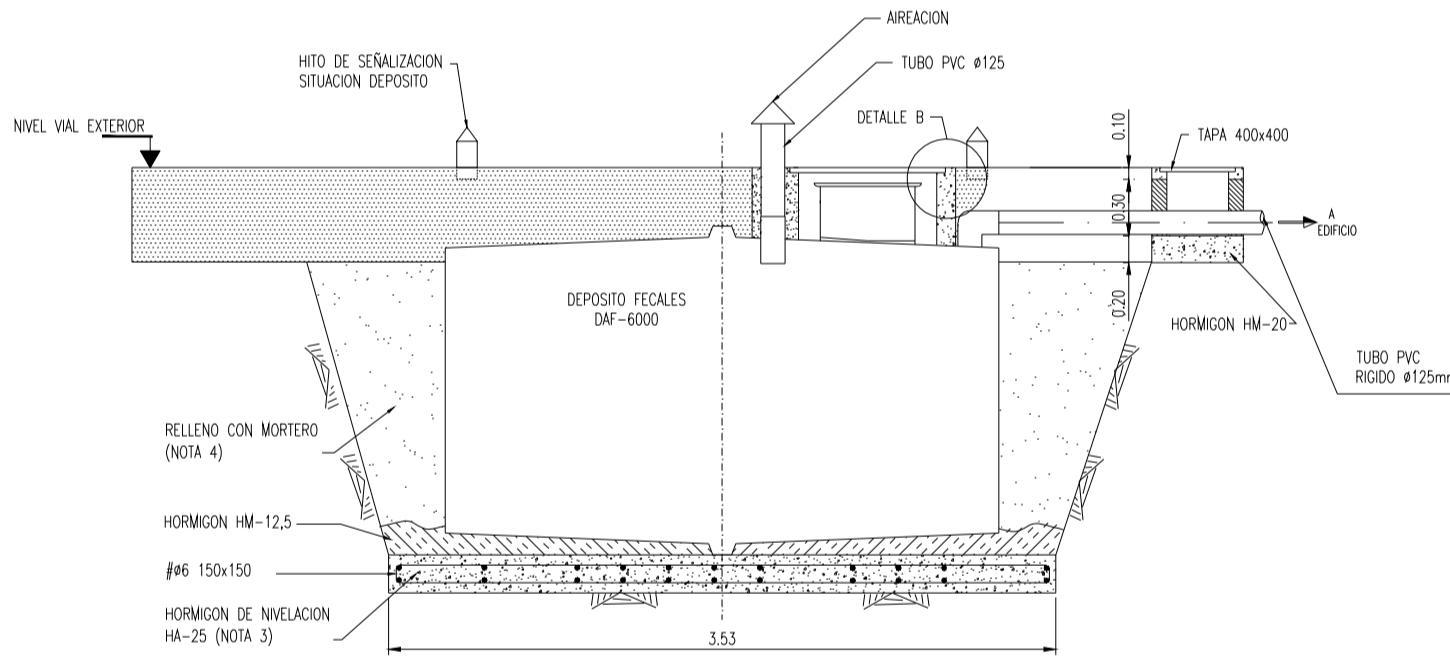


CORONACION ARQUETA (DETALLE B)
ESCALA 1/5

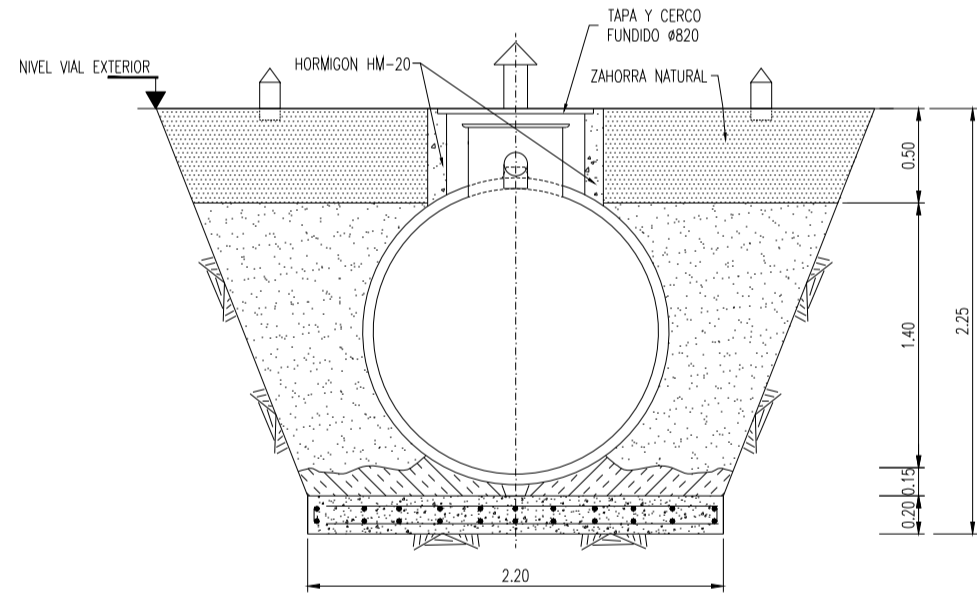
NOTAS:

- 1.- COTAS Y DIMENSIONES EN m.
- 2.- HACER UNA EXCAVACION DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DEL DEPOSITO DEJANDO UNA HOLGURA ALREDEDOR DE SU PERIMETRO.
- 3.- HACER UNA SOLERA DE HORMIGON ADECUADO A LA CAPACIDAD Y DIMENSIONES DEL DEPOSITO /SHALER T1no. 659877417 VERTIENDO EN LA EXCAVACION HORMIGON DE RESISTENCIA 175 LLENAR EL DEPOSITO 40cm. DE AGUA, ASENTARLO, NIVELARLO Y DEJAR SECAR EL HORMIGON.
- 4.- RELLENAR EN ETAPAS DE 350cm. SIEMPRE EMPEZANDO POR LOS EXTREMOS DEL DEPOSITO, TENIENDO EN CUENTA QUE PRIMERO SE RELLENARA EL DEPOSITO / E.D.A.R. CON UN NIVEL DE AGUA SUPERIOR EN 10cm. AL RELLENO QUE SE REALICE, ASI HASTA DEJAR EL EQUIPO COMPLETAMENTE ENTERRADO, EL MATERIAL A UTILIZAR PARA EL RELLENO SERA MORTERO (ARENA CON CEMENTO CON UNA DOSIFICACION DE 35/1, MEZCLADO EN SECO Y HUMEDECIDO A MEDIDA QUE SE VA RELLENANDO), NO SOBREPASAR 15cm. DE RELLENO POR ENCIMA DEL EQUIPO CON LA PROPIA TIERRA SACADA DE LA EXCAVACION.
- 5.- SE REALIZARA UNA ARQUETA EN CADA UNA DE LAS BOCAS DEL DEPOSITO, ESTAS NO DEBEN TRANSMITIR NINGUNA CARGA SOBRE EL DEPOSITO.
- 6.- EN CASO DE PASO DE VEHICULOS SOBRE LA ZONA, SE REALIZARA LA OBRA CIVIL CORRESPONDIENTE.
- 7.- EL DEPOSITO DE AGUA SERA DEL TIPO SHALER O SIMILAR.
- 8.- LA VALVULA DE AISLAMIENTO SE COLOCARA EN EL INTERIOR DEL EDIFICIO
- 9.- SE DARA AL FABRICANTE LAS DIMENSIONES Y ALTURAS DE LOS TUBOS ENTRANTES Y SALIENTES AL DEPOSITO PARA REALIZAR EL ACONDICIONAMIENTO DEL MISMO EN FABRICA

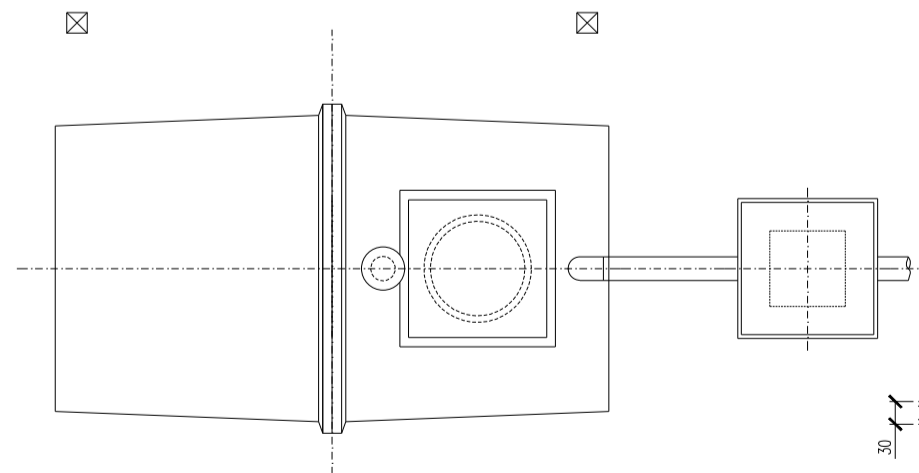
DEPÓSITO DE FECALES



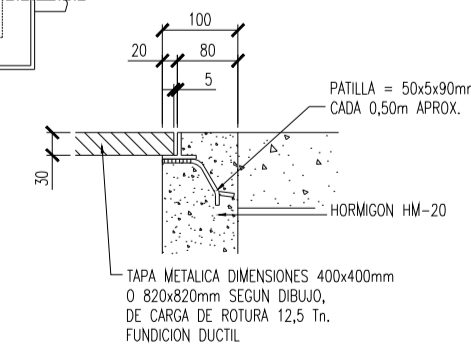
SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



PLANTA SECCION



CORONACION ARQUETA (DETALLE B)
ESCALA 1/5

NOTAS:

- 1.- COTAS Y DIMENSIONES EN m.
- 2.- HACER UNA EXCAVACION DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DEL DEPOSITO DEJANDO UNA HOLGURA ALREDEDOR DE SU PERIMETRO.
- 3.- HACER UNA SOLERA DE HORMIGON ADECUADO A LA CAPACIDAD Y DIMENSIONES DEL DEPOSITO, VERTIENDO EN LA EXCAVACION HORMIGON DE RESISTENCIA 12,5 LLENAR EL DEPOSITO A 1/3 DE SU CAPACIDAD DE AGUA, ASENTARLO, NIVELARLO Y DEJAR SECAR EL HORMIGON.
- 4.- UNA VEZ ASENTADO Y NIVELADO, SE SIGUE RELLENANDO EL FOSO CON HORMIGON HASTA CUBRIR UNA ALTURA DE 35/3 DE LA ALTURA DEL DEPOSITO, Y UNA ANCHURA DE 3500 mm. EL RESTO SE LLENARA CON MATERIAL, ARENA O GRAVILLA FINA LAVADA, CRIBADA Y LIBRE DE POLVO, SIN ARCILLA NI MATERIA ORGANICA Y TOTALMENTE LIBRE DE OBJETOS PESADOS GRUESOS; QUE PUEDEN DAÑAR EL DEPOSITO, Y DE UNA GRANULOMETRIA NO INFERIOR A 4 mm.NI SUPERIOR DE 356mm
- 5.- SE REALIZARA UNA ARQUETA EN LAS BOCAS DEL DEPOSITO, ESTAS NO DEBEN TRANSMITIR NINGUNA CARGA SOBRE EL DEPOSITO.
- 6.- EN CASO DE PASO DE VEHICULOS SOBRE LA ZONA, SE REALIZARA LA OBRA CIVIL CORRESPONDIENTE.
- 7.- EL DEPOSITO DE FECALES SERA DEL TIPO DAF 6000
- 8.- SE DARA AL FABRICANTE LAS DIMENSIONES Y ALTURAS DE LOS TUBOS ENTRANTES Y SALIENTES AL DEPOSITO PARA REALIZAR EL ACONDICIONAMIENTO DEL MISMO EN FABRICA

El visado, revisión o registro de documentos para el desarrollo de actividades profesionales, la construcción e inscripción formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y conservación integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online con: e-visado.net/valida.asp. Código: 1.20082024.120103812



LNK Energía
Plaza del Campillo 2
Edificio Maciá pta.3ª, oficina G
18009 GRANADA
Teléfono 958940476
e-mail: jnavarro@lnkenergia.com

PROMOTOR
CAPWATT ESPAÑA, S.L.
UBICACIÓN
Término municipal Villamartín,
Provincia de Cádiz

PROYECTO
**PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
FV VILLAMARTÍN CW**

PLANO
**EDIFICIO DE CONTROL
DEPÓSITOS DE AGUA Y FECALES**

HOJA 2/2 ESCALA 1/40 FORMATO A2

DIBUJADO		
REVISADO	J.N.N.	07/2024
PLANO Nº	20	REV.



ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



ÍNDICE

1	Objeto.....	3
2	Gestión de la seguridad y salud laboral previos	4
3	Alcance del estudio.....	5
4	Situación y condiciones del emplazamiento	6
5	Descripción técnica de la obra.....	7
6	Actividades a desarrollar. Labores y procedimientos de trabajo	7
7	Previsión de trabajadores a utilizar.....	9
8	Instalaciones auxiliares a utilizar	10
9	Obligaciones de los trabajadores.....	10
10	Formación del personal.....	20
11	Medicina asistencial y primeros auxilios.....	21
12	Condiciones de higiene	22
13	Coordinador de seguridad	22
14	Acciones a seguir en caso de accidente laboral.....	23
15	Libro de incidencias	23
16	Presupuesto	24
17	Planos	25
18	Conclusión.....	28

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812

1 Objeto

El objeto del presente estudio de seguridad y salud laboral es describir los trabajos a realizar en la construcción de un Parque Solar Fotovoltaico, para prevenir los accidentes laborales que pudieran producirse por el riesgo intrínseco de los mismos.

- Para ello se describe y analiza:
- Situación y condiciones del emplazamiento.
- Descripción técnica de la obra.
- Labores y procedimientos de trabajo.
- Maquinaria a emplear.
- Instalaciones auxiliares a utilizar.
- Riesgos que conlleva la construcción.
- Medidas a emplear para prevenir los riesgos.
- Formación del personal.
- Medicina asistencial y primeros auxiliares.
- Condiciones de higiene.

El presente estudio se realiza según lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, dado que se darán en la obra alguna de los siguientes supuestos:

- Que el presupuesto de ejecución es superior a 450.759 €.
- Que la duración será superior a 30 días.
- Que se emplearan más de 20 trabajadores en diversos momentos de la construcción.
- Que el volumen de mano de obra estimada será de 2.000 días de trabajo del total de trabajadores.

Tiene el carácter de Estudio de Seguridad y Salud Laboral.

2 Gestión de la seguridad y salud laboral previos

Como forma más apropiada de gestionar la seguridad y salud laboral en la construcción del presente parque fotovoltaico se entiende que será la que se refleja en los esquemas que figuran a continuación:

FASE DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO

PROMOTOR	INGENIERÍA	
	PROYECTISTA	COORDINADOR SS
CONTRATO DE PROYECTO		
NOMBRAMIENTO PROYECTISTA	ELABORACIÓN DEL PROYECTO	
		EXAMINAR PROYECTO
	COMUNICACIÓN CONTÍNUA PROYECTISTA-COORDINADOR	
	PROYECTO DEFINITIVO	
		ESTUDIO DEL MISMO
	VISADO PROYECTO EJECUCIÓN CON ESS	

FASE PREVIA AL INICIO DE OBRAS

CONTRATISTA	PROMOTOR	COORDINADOR SS
	CONTRATACIÓN DE LA OBRA	
	NOMBRAMIENTO COORDINADOR SS	
ENTREGA DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ESS		ENTREGA DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ESS
ELABORAR PLAN SS		ASESORAMIENTO
		APROBAR PLAN SS
	AVISO PREVIO A LA AUTORIDAD LABORAL	

FASE INICIO DE OBRAS

CONTRATISTA	COORDINADOR SS	ENCARGADO SS
CONMUNICACIÓN APERTURA CENTRO DE TRABAJO Y ENTREGA DEL PLAN DE SS A LA AUTORIDAD LABORAL	ABRIR Y DILIGENCIAR LIBRO DE INCIDENCIAS Y CONSERVARLO EN SU PODER	
NOMBRAMIENTO DEL ENCARGADO DE SS		RECIBIR PLAN SS
		DIFUNDIR PLAN SS
	REGISTRAR Y CONTROLAR EL ENTENDIMIENTO Y CONFORMIDAD DEL PLAN SS	

LISTA DE CHEQUEO Y CONTROL DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PREVIO A CADA FASE		
FASE EJECUCIÓN DE OBRAS		
CONTRATISTA	COORDINADOR SS	ENCARGADO SS
	VISTO BUENO AL COMIENZO DE OBRA	CONTROLAR Y DIRIGIR LAS CUADRILLAS DE SS
	SUPERVISIÓN DE REGISTROS Y DEL PLAN SS	CONTROL DE ENTREGA DE PROTECCIONES PERSONALES. CHEQUEAR SEGURIDAD EN LA OBRA EJECUTADA. AUTORIZACIONES DE USO
	REGISTRO EN LIBRO DE INCIDENCIAS	INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES
	COPIA A LA AUTORIDAD LABORAL EN 24 HORAS. NOTIFICACIÓN A CONTRATISTA Y D.O. MEDIDAS PREVENTIVAS	
ACEPTACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN SS		

3 Alcance del estudio

El alcance es el marcado en el mencionado Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por lo que cada contratista elaborara un Plan de Seguridad y Salud en el que se complementen y amplíen las previsiones contenidas en este estudio, en función del sistema y peculiaridades de la ejecución parcial de cada obra.

Aunque cada contratista puede elaborar su Plan específico, en este caso se exigirá LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD POR EL CONTRATISTA PRINCIPAL, que lo hará al realizarse la obra, incorporándose al Plan los distintos subcontratistas y trabajadores autónomos del contratista principal. Es esta una medida de coordinación muy importante de cara a la prevención de riesgos laborales.

Con independencia del tratamiento que tenga cada obra en particular todas las empresas intervinientes están obligadas por ley a:

- Evaluar sus riesgos laborales.
- Planificar su prevención.
- Informar y formar a los trabajadores.

4 Situación y condiciones del emplazamiento

Se ubica esta planta fotovoltaica en el término municipal de Villamartín, provincia de Cádiz, en el paraje conocido como “Puerto Maña”, ubicado a una distancia aproximada de 2,5 km, al norte, del núcleo de población de Villamartín.

Se muestra a continuación una tabla con las parcelas afectadas en el municipio:

TÉRMINO MUNICIPAL DE VILLAMARTÍN. CÁDIZ				
Id	Polígono	Parcela	Referencia Catastral	Tipo de Ocupación
1	Villamartín	43	9000	53041A04309000
2	Villamartín	42	24	53041A042000240000DF
3	Villamartín			3223201TF6832S0000PA
4	Villamartín	43	9000	53041A04309000
5	Villamartín			3326601TF6832N0001AR
6	Villamartín	43	9000	53041A04309000
7	Villamartín			3525910TF6832N0000OE
8	Villamartín			3728602TF6832N0001ZR
9	Villamartín	43	9000	53041A04309000
10	Villamartín			3821103TF6832S0000SA
11	Villamartín			3821104TF6832S0001XS
12	Villamartín			3821105TF6832S0001IS
13	Villamartín			3821106TF6832S0000HA
14	Villamartín	43	9000	53041A04309000
15	Villamartín	43	9004	53041A043090040000DJ
16	Villamartín	44	9003	53041A044090030000DM
17	Villamartín	44	1	53041A044000010000DY
18	Villamartín	44	9002	53041A044090020000DF
19	Villamartín	4	16	53041A004000160000DH
20	Villamartín	4	23	53041A004000230000DY
21	Villamartín	4	15	53041A004000150000DU
22	Villamartín	4	13	53041A004000130000DS
23	Villamartín	4	11	53041A004000110000DJ
24	Villamartín	5	9002	53041A005090020000DM
25	Villamartín	5	20	53041A005000200000DJ

Ver Planos de situación y emplazamiento.

Los lugares de trabajo son fácilmente accesibles sin grandes problemas de circulación vial, debido a una red vial de caminos importante y con acceso sin tener que pasar por poblaciones.

El área posee la cadencia en el tráfico de vehículos habitual en zona preferentemente agrícola. El clima es continental con temperaturas muy bajas en los meses de invierno y

caluroso en verano sin transición entre ambas estaciones. La pluviometría es escasa, destacando cara a la seguridad y salud laboral.

Considerando que el trabajo se realizará en el 95% del tiempo a la intemperie se deberá prestar atención a la realización de ciertas operaciones según la climatología.

5 Descripción técnica de la obra

La obra consiste de manera sintética en los siguientes trabajos, que se exponen por orden de actuación, pudiéndose abrir varios tajos una vez comenzado el primer periodo, pero siempre en idéntico orden:

- Acondicionamiento de nuevos caminos de servicios y camino perimetral de seguridad.
- Acondicionamiento de terrenos y vallado perimetral.
- Transporte de material a centros de reparto.
- Montaje de Placas Solares.
- Montaje de Seguidores Solares.
- Instalación eléctrica exterior: BT, alumbrado y accesorios.
- Montaje de centros de transformación y cabinas de MT.
- Ejecución de Zanjas.
- Montaje de líneas subterráneas de MT.
- Cableado y conexionado.
- Reposición de especies arbóreas.
- Montaje de línea aérea de MT de evacuación.
- Montaje entronques aéreos/subterráneos.
- Pruebas y puesta en marcha.

6 Actividades a desarrollar. Labores y procedimientos de trabajo

Acondicionamiento y realización de caminos. La actividad laboral es:

- Replanteo.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.
- Desbroce del terreno.
- Movimiento de tierras.
- Excavaciones.
- Rellenos.
- Extendido de materiales.
- Compactación.
- Montaje de elementos prefabricados.
- Tráfico de Maquinaria pesada.

Transporte de material a centros de reparto. La actividad laboral es:

- Transporte de materiales y equipos al centro de reparto, parcela donde se ubica la central solar fotovoltaica.
- Manipulación de cargas.
- Trafico de Maquinaria pesada.

Montaje de Placas Solares. La actividad laboral es:

- Desbroce del terreno.
- Movimiento de tierras.
- Excavación.
- Cimentación.
- Manipulación de materiales.
- Maniobras de izado.
- Montaje de estructuras.

Instalación eléctrica exterior: BT, alumbrado y accesorios. La actividad laboral es:

- Operaciones mecánicas.
- Tendido vertical, sujeción y conexionado de cables.
- Instalación de escaleras y plataformas.

Montaje de centros de transformación y cabinas de MT. La actividad laboral es:

- Operaciones mecánicas.
- Tendido vertical, sujeción y conexionado de cables.
- Montaje de elementos prefabricados.
- Maquinaria pesada.

Zanjas. La actividad laboral es:

- Apertura de zanjas.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.
- Movimiento de tierras.
- Rellenos.
- Extendido de materiales.
- Compactación.
- Montaje de elementos prefabricados.
- Tráfico de Maquinaria pesada.

Montaje de líneas subterráneas de MT. La actividad laboral es:

- Tendido y conexionado de cables.
- Señalización.

Montaje de Línea de media tensión. La actividad laboral es:

- Levantamiento topográfico.

- Acondicionamiento de caminos y accesos.
- Excavación de zapatas apoyos.
- Instalación de apoyos.
- Hormigonado de apoyos.
- Puesta a tierra de apoyos.
- Tendido y tensado de conductores.
- Retensionado conductores.
- Señalización.
- Conexionado de fibra óptica.

Pruebas y puesta en marcha. La actividad laboral es:

- Trabajos con presencia de tensión eléctrica.

Las operaciones y procedimientos específicos y que pueden entrañar más riesgo son:

- Montaje del emparrillado de hierro de las cimentaciones.
- Vertido del hormigón en las cimentaciones.
- Izado de centros de transformación y seguidores.
- Colocación de herrajes y conexionado en cables aéreos de la LMT.
- Energización de líneas eléctricas y centros de transformación.

7 Previsión de trabajadores a utilizar

Se prevé una media de unos 7 trabajadores con puntas de hasta 18 y con un número de días de trabajo totales de 130.

7.1 MAQUINARIA A EMPLEAR

- | | |
|--|---|
| - Cabestrante de izado. | - Máquina compactadora. |
| - Máquina retroexcavadora. | - Máquina de excavación con martillo hidráulico. |
| - Camión con tren de tendido de cables aislados. | - Máquinas herramientas de mano. |
| - Camión grúa. | - Martillo neumático. |
| - Camión hormigonera. | - Oxicorte. |
| - Camión de transporte. | - Pistolas de fijación. |
| - Camión volquete. | - Radiales. |
| - Compresor. | - Tractel. |
| - Pala frontal. | - Plantilla de nivelación. |
| - Retroexcavadora con bivalva y martillo. | - Portabobinas de cable aislado. |
| - Tractor con remolque. | - Plumas telescópicas. |
| - Motovolquete. | - Equipo de izado. |
| - Vehículos ligeros todo-terreno. | - Pilotos de acero de diversos tamaños. |
| - Bomba para hormigonado. | - Poleas de tendido. |
| - Moto bomba. | - Cabestrante hidráulico con dispositivo de loqueo. |
| - Vibradores de hormigón. | - Frenadora hidráulica. |

- Cortatubos.
- Equipo de soldadura eléctrica por arco.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica.
- Eslingas y aparejos de acondicionamiento de cargas.
- Esmeriladoras.
- Grúa móvil de 100 Tn
- Herramientas manuales diversas.
- Máquina niveladora.
- Gato alza bobinas.
- Protecciones metálicas y/o de madera para cruzamientos.
- Mangueras de cable aislado.
- Emisoras.
- Aparejos.
- Taquímetros.
- Estrobos.
- Detectores de tensión.

8 Instalaciones auxiliares a utilizar

- Andamios.
- Grupo electrógeno.
- Escaleras.
- Instalación eléctrica provisional de obras.

9 Obligaciones de los trabajadores

Los riesgos se dividen en dos grandes grupos:

Generales: Son los que pueden afectar indiscriminadamente a todos los trabajadores de la central solar fotovoltaica independientemente de la actividad que desarrollen.

Específicos: Son los que pueden afectar solamente a los trabajadores que realizan las labores concretas de cada actividad.

No se presentan riesgos contra la salud que deriven en enfermedades profesionales, son riesgos de seguridad.

Generales. Podrán ser:

- Atrapamientos entre objetos.
- Golpes por caídas de objetos.
- Golpes contra objetos.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas en los ojos.
- Exposición a rayos ultravioletas por arco de soldadura.
- Heridas por manipulación de objetos metálicos.
- Heridas por golpes y cortes de Máquinas.
- Sobreesfuerzos.
- Choque eléctrico.
- Atrapamiento por vuelco de Máquinas, vehículos o equipos.

- Atropellos por vehículos en movimiento.

Específicos. Según la actividad laboral que se realice pueden estar expuestos a los siguientes riesgos:

Construcción de caminos:

- Excavación.
- Desprendimiento o deslizamiento de tierras. Riesgo muy moderado por la poca profundidad de la excavación, sobre 30 cm.
- Atropellos por Maquinaria. Retroexcavadora de gran movilidad de brazo.
- Colisiones y vuelco de Maquinaria. Poco frecuente por desniveles pequeños.
- Desprendimientos de material de la cuchara. Moderado.

Movimiento de tierras.

- Atropellos por Maquinaria. Poco frecuente pero importante.
- Agravamientos. Poco frecuente.
- Caídas de materiales transportados. Importante en el vertido del material con volquete.
- Vuelco de vehículos. Importante en volquetes.
- Proyección de partículas. Poco importante.
- Polvo ambiental. Importante en zona cercana a vertido.

Compactación.

- Atropellos con Máquinas y vehículos. Poco frecuente, gran visibilidad y pequeña velocidad.

Transporte de Maquinaria pesada.

- Atropellos por Máquinas y vehículos. Operación que puede ser peligrosa.
- Caída de objetos. Poco probable por ser piezas de gran tamaño.
- Colisiones de vehículos.
- Problemas de circulación interna en la central solar fotovoltaica que da lugar a tráfico lento de hormigoneras.
- Inherentes a suspensión de grandes cargas de transporte con relación a resistencia del terreno.

Instalación de estructura soporte de placas fotovoltaicas:

Excavación.

- Atropellos por Maquinaria. Retroexcavadora de gran movilidad de brazo.
- Colisiones y vuelco de Maquinaria. Por desniveles producidos en la excavación.
- Caídas a distinto nivel. Importante por la profundidad y sobre todo con la ferralla montada.
- Desprendimientos de material de la cuchara.

Voladuras.

- Consecuencias de la utilización de explosivos. Moderado dado que se prevé muy poca utilización y en todo caso en terreno llano que no puede dar lugar a desprendimientos.
- Accidentes de manipulación de explosivos. Muy grave si se produce.
- Barrenos fallidos. Poco probable.
- Proyección de piedras. Elevado si se producen voladuras.

Montaje de ferralla.

- Cortes en el manejo de la ferralla y alambres. Frecuente pero poco importante.
- Agravamientos en la carga y descarga de paquetes de ferralla. Importante si se produce.
- Torceduras de pies y caídas al mismo nivel sobre elementos puntiagudos. Importante si se produce.
- Golpes por rotura de barras. Poco frecuente.

Encofrado y desencofrado.

- Desprendimiento de tableros. Poco frecuente por no ser necesario el encofrado salvo algún caso especial.
- Pinchazos con objetos punzantes. Frecuente y poco importante.
- Caída de objetos. Poco importante por razones ya apuntadas.
- Cortes por manejo de herramientas. Poco frecuente.

Hormigonado.

- Desprendimientos por caída de la carga e incluso del vehículo. Importante por presencia de personal en la excavación para vibrado.
- Hundimiento, roturas o caídas. Poco importante.
- Dermatitis por cemento. Poco importante. Proyección de partículas a los ojos. Por proximidad de personal de vibrado.
- Atropellos por Máquinas. Poco frecuente en actividad, importante en colocación de camión.

Izado de placas solares fotovoltaicas y de apoyos de alta tensión.

- Caída de materiales, equipos o componentes de los elementos de elevación por fallos de los equipos de elevación, de sujeción de la carga o errores en las maniobras. Poco frecuente y de extrema gravedad.
- Caída de objetos sobre personas de pequeña entidad, pero desde gran altura. Frecuente.
- Caída de personas desde gran altura en operaciones de entrobado, desentrobado y unión de piezas.
- Agravamientos de manos y pies en el encastrado de los elementos.

- Golpes de equipos contra estructura de sustentación en el izado con pérdida de estabilidad de trabajadores en altura. Grave.
- Caída o vuelco de los elementos de izado. Muy Grave.

Manipulación de materiales.

- Enganche entre elementos con gran rapidez, con riesgos de atrapamientos.
- Rotura de eslingas y elementos de sujeción.

Tendido de conductores aislados de MT:

Realización de zanjas.

- Excavación de zanjas de profundidad máxima 1,20 m de terreno consistente. Riesgos del vertido de arena y materiales.

Tendido del cable.

- Tendido de conductor con vehículo. Peligro de embalamiento de la bobina.

Vertido y compactación.

- Riesgos de compactado.
- Riesgos del vertido de arena y materiales

Montaje de los centros de transformación prefabricados:

Movimiento de tierras y cimentaciones

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

Estructura

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrouciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobre esfuerzos.

Cerramientos

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

Albañilería

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

Colocación de soportes y embarrados

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

Montaje de Celdas Prefabricadas o aparataje, Transformadores de potencia y Cuadros BT

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

Operaciones de puesta en tensión

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

Montaje de entronques aéreos subterráneos de la línea de media tensión:

- Atrapamiento por hundimiento o deslizamiento del terreno en zanjas y pozos excavación.
- Atrapamiento por desprendimiento de tierras en zanjas y pozos de excavación.
- Caídas a distinto nivel en zanjas, pozos, apoyos en armado, de la maquinaria.
- Desprendimiento de la carga de los vehículos.
- Proyección de esquirlas en el graneteado.
- Vuelco o rotura de plumas de izado, apoyos, postes de cruzamientos, vientos de arriostamiento.
- Caídas desde apoyos.

- Rotura de vidrios de aisladores.
- Colisión por cables por deslizamiento o rotura de los mismos
- Atrapamientos por bobinas y su maquinaria de manipulación.
- Atrapamiento por carros sobre los cables.
- Deslizamiento por los cables en el carro.
- Caída de los cables.

Montaje de la línea de media tensión:

- Atrapamiento por arbolado en el talado.
- Atrapamiento por hundimiento o deslizamiento del terreno en zanjas y pozos excavación.
- Atrapamiento por desprendimiento de tierras en zanjas y pozos de excavación.
- Caídas a distinto nivel en zanjas, pozos, apoyos en armado, de la maquinaria.
- Desprendimiento de la carga de los vehículos.
- Proyección de esquirlas en el graneteado.
- Vuelco o rotura de plumas de izado, apoyos, postes de cruzamientos, vientos de arriostamiento.
- Caídas desde apoyos.
- Rotura de vidrios de aisladores.
- Colisión por cables por deslizamiento o rotura de los mismos
- Atrapamientos por bobinas y su maquinaria de manipulación.
- Atrapamiento por carros sobre los cables.
- Deslizamiento por los cables en el carro.
- Caída de los cables.

Puesta en marcha de la Central Solar fotovoltaica:

- Choque eléctrico

9.1 MEDIDAS A EMPLEAR PARA PREVENIR LOS RIESGOS

Para prevenir los riesgos anteriores se tomarán como mínimo las siguientes medidas de protección, que pueden ser de dos tipos: colectivas y/o personales, siendo preferentes siempre las primeras sobre las personales.

Protecciones colectivas.

Generales. Para prevenir los riesgos generales descritos:

- Señalización de acceso a las obras.
- Prohibición de acceso a personas extrañas.
- Avisos de uso obligatorio de medidas de protección personal.
- Acotamiento y señalización de zonas donde exista riesgo de caída de objetos.
- Barandillas en los huecos de excavación, pozos o zanjas donde exista riesgo de caída de personas, de profundidad superior a 1,5 m.

- Mamparas opacas en zonas de soldadura por arco.
- Los materiales serán acopiados con ordenados para evitar riesgos en su manipulación o paso.
- Señalizar las preferencias en la circulación de vehículos.
- Limitar la velocidad a 20 km/h en los caminos de la obra.
- Todos los vehículos y máquinas autopropulsadas estarán equipados con señalizadores ópticos y acústicos que funcionarán mientras estén en movimiento cualquiera de sus partes.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalizará con luz roja o banderola las partes salientes de la carga de los vehículos.
- No se permitirá el transporte de cargas suspendidas en grúas móviles.
- Las máquinas solo serán manejadas por personal capacitado, la capacitación llevará implícita los carnés, licencias, etc. obligatorios por cualquier normativa.
- Montar cuadros eléctricos provistos de: Interruptor general manual. Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos. Interruptores diferenciales de intensidad de defecto máxima 300 mA. Instalar tomas de tierras de 20 \square como máximo. Señalización de riesgo eléctrico.
- Utilizar conductores aislados de tensión nominal 0,6/1 kV.
- En instalaciones eléctricas solo podrá manipular electricistas.
- Los prolongadores, clavijas y conexiones y tomas de corriente solo serán utilizables las de seguridad.
- Empalmes de cables con cintas vulcanizadas.
- En las zonas de paso los cables se protegerán contra daños mecánicos.
- Todas las herramientas y portátiles serán de doble aislamiento.
- Las operaciones se realizarán sin tensión eléctrica.

Específicas. Para prevenir los riesgos específicos señalados.

Excavaciones. Movimiento de tierras. Vertido, extendido y compactado:

- Entibación de excavaciones de profundidad superior a 1,5 m.
- No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de las excavaciones.
- Barandillas resistentes a 2 m del borde de excavaciones de profundidad superior a 2 m de 0,9 m de altura mínima.
- Escaleras de acceso a excavaciones de profundidad superior a 1 m.
- Riego de la zona donde se genere polvo.
- No se cargarán camiones por encima del peso máximo autorizado ni que la misma sobresalga por encima de la caja.
- Sé prohíbe el traslado de personas fuera del de la cabina del vehículo.
- Se utilizarán calzos en la proximidad de excavaciones o desniveles en la zona de descarga.

Cimentaciones y hormigonado:

- Los paquetes de redondo se acopiarán en posición horizontal y evitando alturas superiores a 1 m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- Se colocarán tableros para circular por las ferrallas.
- Se limpiarán los recortes y alambres sobrantes diariamente.
- El ascenso y descenso a encofrados se hará a través de escaleras.
- Se sacarán y remacharán todos los clavos en maderas usadas.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse y arrastra al operario.
- Se acotará una zona de seguridad durante la operación.
- El vertido del hormigón mediante canaleta se realizará instalando topes de final de recorrido de los camiones.
- No se situará ningún operario detrás del camión en maniobras de retroceso.
- En aquellos casos en que sea peligroso maniobrar o acercarse se utilizará descarga mediante bomba.

Voladuras.

- Almacenamiento de explosivos:
- Las voladuras deberán de contar con su propio proyecto de ejecución y se ajustarán en su realización a la legislación minera vigente.
- No habrá almacenamiento de explosivos en la obra.

Recepción y transporte de explosivos en la obra:

- Los trabajos de voladura, si hay que realizarlo en cimentaciones, se organizarán de tal forma que el pedido se ajustará siempre a las necesidades de cada voladura, no produciéndose sobrantes.
- a recepción del explosivo se realizará por la persona cualificada, designada por el Director Facultativo de la voladura, actuará como encargado de la distribución y controlará la entrega a los artilleros.
- El encargado de la distribución controlará en un Libro de Registro el material recibido y utilizado.
- El explosivo se situará en los puntos de carga en sus envases originales y no se abrirán hasta que no vayan a utilizarse.
- Para el empleo de cajas de explosivos no se pueden utilizar herramientas metálicas.
- Durante las operaciones de carga y descarga se mantendrá apagado el vehículo de transporte, se prohibirá la presencia de personas no autorizadas y se suspenderá cualquier actividad en un radio de 50 m.

Seguridad en el área de la voladura:

- La zona de voladura se señalizará con estacas de colores llamativos y se prohibirá el uso de maquinaria y de personal no autorizado sobre ella.

- Todos los barrenos que componen la voladura deben estar perfectamente señalizados.

Operaciones de cebado, carga:

- Los detonadores se mantendrán en cortocircuito hasta iniciar la conexión entre ellos.
- Igualmente se mantendrá en cortocircuito la línea de tiro hasta la conexión a la fuente de energía.
- No se podrá realizar uso de detonadores, ni por tanto realizar voladuras durante tormentas o fuera de distancia segura (según la normativa vigente), de fuentes de electricidad estática como: radio transmisores, repetidores de TV y líneas eléctricas, No se usarán detonadores eléctricos de diferente sensibilidad en una misma voladura.
- Hincar una varilla de cobre en un lugar próximo a la voladura para descarga de electricidad estática que pueda soportar el personal manipulador de los detonadores, antes de comenzar el conexionado.
- Comprobar desde un lugar seguro el circuito.
- No desmontar nunca detonadores fallidos.
- Comprobar la longitud de los barrenos antes de su carga.
- Fijar el extremo del cordón detonante a una estaca de madera o roca para impedir su caída dentro de los barrenos.
- Impermeabilizar con cinta los extremos del cordón detonante en los barrenos con agua.
- La carga de los barrenos se efectuará después de las perforaciones no pudiendo coincidir ambas operaciones.
- Se prohibirá terminantemente: cortar cartuchos. Aplastarlos con el atacador. Quitarles la envoltura.

Medidas antes y después del disparo:

- Todas las voladuras se ejecutarán con el empleo de pega eléctrica, con detonadores de microretardo de secuencia 30 ms.
- La fuente de energía solo serán explosores.
- Cerciorarse de que en el área de la voladura no hay maquinaria ni personas.
- Impedir accesos al área.
- No disparar sin haber dado la señal de aviso.
- No disparar sin señal de autorización de la persona encargada.
- Disparar desde lugares seguros.
- No regresar al área de la voladura hasta que no se hayan disipado los humos y gases.

Medidas contra barrenos fallidos:

- Señalizar el lugar donde se encuentran.
- Eliminarlos mediante otro explosivo tipo cebo.

- Trabajos en altura. Nunca se podrán realizar en lugares con velocidad de viento superior a 7 m/s.

Contra la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos para que no se realicen trabajos superpuestos.
- Poner redes o marquesinas en trabajos necesarios que dos o más operarios estén en la zona de un mismo vertical.
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras de cargas suspendidas hasta que estas se encuentren totalmente apoyadas y sujetas.
- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona cuando la carga esté firmemente apoyada.
- No sobrepasar el peso máximo de las grúas, según su ángulo de inclinación y la curva de características.
- Ensamblar en tierra el máximo número de elementos para reducir las maniobras de izado.

Contra la caída de personas:

- Instalar barandillas sobre plataformas.
- Los andamios tendrán: suficiente superficie y resistencia. No emplear andamios móviles.
- Arriostrarlos a partir de 3 m. Proteger con rodapiés a partir de 2 m de altura. No sobrecargar la zona de trabajo.
- Utilizar cinturón de seguridad a partir de 2 m de altura, en caso de no haber barandillas. Los cinturones estarán anclados.
- Acceso por las escaleras de las torres de las turbinas o por los apoyos metálicos a través de "cuerda de vida" con arnés provisto de absorbedor de energía.
- En caso de utilizar escaleras de tijera poner tope o cadena para que no se puedan abrir. Nunca ponerse a caballo en ellas.

Protecciones personales.

- Casco.
- Botas de seguridad según la actividad o condiciones climáticas (de lona, de cuero, impermeables o dieléctricas).
- Cinturón de seguridad de caída.
- Arnés con absorbedores de energía.
- Chalecos reflectantes.
- Gafas contra proyecciones, para oxicorte o soldadura.
- Guantes de seguridad según la actividad o condiciones climáticas.
- Mascarillas antipolvo.
- Ropa de trabajo.

- Protecciones auditivas.
- Equipo de puesta a tierra de cables eléctricos.
- Trabajos en línea eléctrica aérea. Nunca se podrán realizar en lugares con velocidad de viento superior a 7 m/s.
- Cruzamientos. Trabajos en zona de peligro. En el cruzamiento de líneas eléctricas puede usarse como medida alternativa el dejar sin tensión la misma para la ejecución.
- Paralelismo: Trabajos en zona de peligro en el circuito más cercano a la línea, en él más alejado hay una protección de barrera de los propios apoyos.
- Todos los trabajos se realizarán, y así se preverán, según lo establecido en el Real Decreto 614/2001.

DISTANCIAS LIMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO

Un	DPEL-1	DPEL-2	DPROX-1	DPROX-2
≤ 1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Un = Tensión nominal de la instalación en kV

DPEL-1: Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobre tensión por rayo (cm)

DPEL-2: Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista riesgo de sobre tensión por rayo (cm)

DPROX-1: Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que esta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm)

DPROX-2: Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que esta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

10 Formación del personal

Toda persona que se incorpore a la obra deberá ser informada individual o colectivamente de:

- Riesgos generales de la obra.

- Riesgos específicos (aquellos que desarrollen labores que los contengan).
- Riesgos de otros trabajos que puedan afectarles.
- Medidas preventivas para evitar los riesgos.
- Normas de Seguridad de obligado cumplimiento.
- Material de protección a utilizar.
- Aspectos generales de primeros auxilios.

Al inicio de un nuevo trabajo, y en todo caso como mínimo semanalmente, el encargado de seguridad impartirá charlas sobre:

- Trabajos a realizar.
- Medidas y normas preventivas.
- Material de prevención a utilizar.

Al inicio de cada semana se reunirán el personal de seguridad, el de dirección de obra y los encargados de cada grupo de trabajo, para:

- Analizar la situación de seguridad laboral de la obra.
- Analizar las incidencias habidas.
- Prever las situaciones en que pudieran encontrarse.

11 Medicina asistencial y primeros auxilios

Se establecen tres situaciones que pueden presentarse en el transcurso de la obra y a las que se deberá dar respuesta adecuada en cada caso:

Control Médico: Todos los trabajadores que intervengan en la obra deberán pasar los controles y reconocimientos médicos previstos en función del riesgo. Como mínimo se establecerá uno durante el transcurso de la obra, aunque según los casos se estará a la legislación vigente en la materia.

Primeros auxilios: La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los servicios médicos de la Mutua Laboral con la que cada contratista tenga concertada. Cuando la gravedad de la situación lo requiera se trasladará al accidentado al Servicio de Urgencias de los Hospitales, tanto públicos como Privados más cercanos. Para ello se dispondrá:

- Botiquín de primeros auxilios ubicado en la zona de vestuarios que más adelante se describe.
- Concierto con ambulancia equipada existente en el lugar más cercano.
- Teléfono de contacto.
- Difusión mediante comunicación a todos los trabajadores y notas colocada en los vestuarios de modo de actuación, direcciones y teléfonos de Hospitales más

cercanos, ambulancias más cercanas y las concertadas y médicos y personal sanitario locales.

Medicina asistencial: El contratista o contratistas acreditarán que este servicio está cubierto por la Organización de una Mutua Patronal con la que deberán tener contratada una póliza de incapacidad laboral transitoria, permanente o de muerte en el trabajo tanto por accidente como por enfermedad profesional.

12 Condiciones de higiene

En la zona adyacente a la central solar fotovoltaica, donde confluyen los caminos de acceso general y caminos de servicios el contratista establecerá de manera provisional y mientras dure la obra casetas prefabricadas para aseos y vestuarios de personal en función del número de trabajadores máximo que pueda estar en el parque fotovoltaico durante la construcción, las condiciones mínimas a reunir serán las marcadas por el Capítulo III de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene del Trabajo. En previsión de la existencia de trabajadores de ambos sexos ambas zonas están debidamente diferenciadas y señalizadas.

13 Coordinador de seguridad

Al frente de la seguridad de la obra estará un titulado de nivel superior en prevención de riesgos laborales. El mismo será el máximo responsable en los aspectos relativos a la seguridad, destacando entre sus funciones, obligatorias para el promotor, director de obra, jefes de obra y demás personal, las siguientes:

- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud de cada contratista.
- Análisis de todos los accidentes que se produzcan.
- Elección de medios de protección.
- Comunicación con los servicios médicos.
- Comunicación con los trabajadores.
- Inspección de medios.
- Inspección de cumplimiento de normas y procedimientos de seguridad.
- Aprobación de métodos de trabajo y de medidas alternativas.
- Promover actuaciones de formación.
- Comprobación de la formación, en cuanto a prevención de riesgos laborales, del personal.
- Capacidad de paralización de la obra en su totalidad o parte por incumplimiento de medidas de seguridad, o por riesgo grave o inminente.

14 Acciones a seguir en caso de accidente laboral.

Cuando se conozca la existencia de un accidente, el trabajador que lo supiese procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará inmediatamente a:

- Asistencia médica más cercana.
- Jefe de obra.

El jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores. Tendrá en cuenta:

- El accidentado es lo primero.
- La atención será inmediata.
- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes por choque eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y se extremarán las precauciones de atención primaria, aplicando técnicas de inmovilización y de reanimación en caso de accidente eléctrico.
- Se evacuará al herido en camilla y ambulancia.

El responsable del contratista, al que pertenezca el trabajador accidentado, realizará:

En accidentes leves:

- Comunicará al Coordinador de seguridad, el cual investigará el accidente, sus causas y adoptará las medidas y correcciones oportunas.
- Comunicará a la Mutua de Accidentes de Trabajo.

Accidentes graves, muy graves, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores:

- Comunicará al Coordinador de seguridad, el cual investigará el accidente, sus causas y adoptará las medidas y correcciones oportunas.
- Comunicará a la Autoridad Laboral en el plazo máximo de 24 horas, especificando:
 - Razón social.
 - Domicilio de la empresa.
 - Teléfono de la empresa.
 - Nombre del trabajador accidentado.
 - Lugar del accidente.
 - Breve descripción del mismo.

15 Libro de incidencias

En la obra existirá un libro de incidencias, con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.



Estará en poder del Coordinador de seguridad durante la ejecución de la obra.

Se reflejarán en el mismo todas las incidencias habidas en la materia y estará a disposición de:

- Director de obra.
- Encargados de seguridad de las empresas contratistas.
- Comité de seguridad y salud.
- Inspección de Trabajo.
- Técnicos de Prevención de riesgos laborales de la Comunidad Autónoma de La Rioja

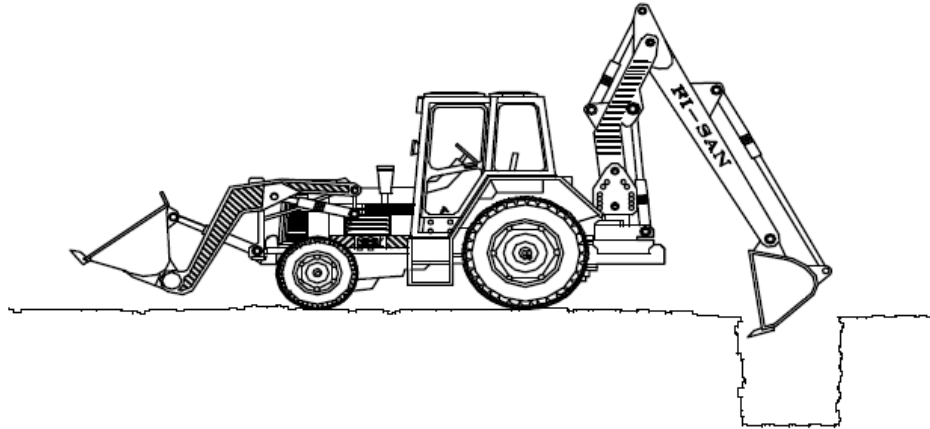
16 Presupuesto

El presente presupuesto asciende a la cantidad de 5.250 €.

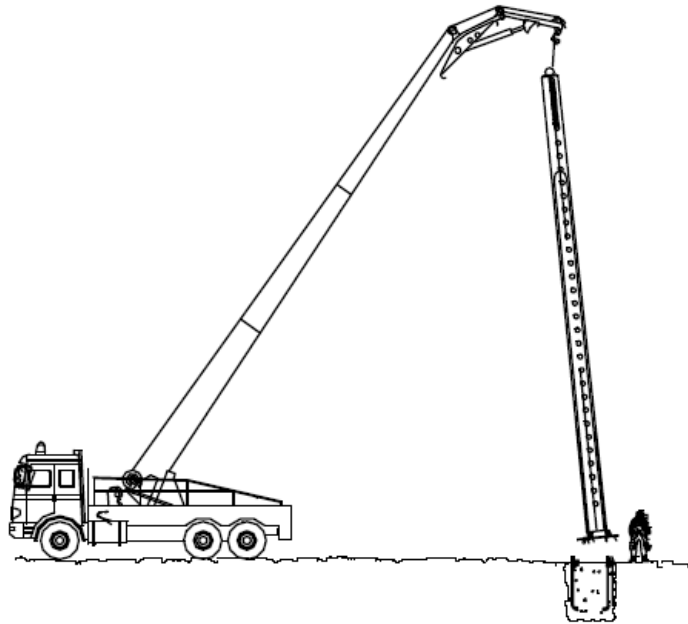
17 Planos

A continuación, se presentan los planos en los que se han desarrollado los gráficos y esquemas necesarios para una mejor definición y comprensión de las medidas preventivas expuestas en los apartados anteriores.

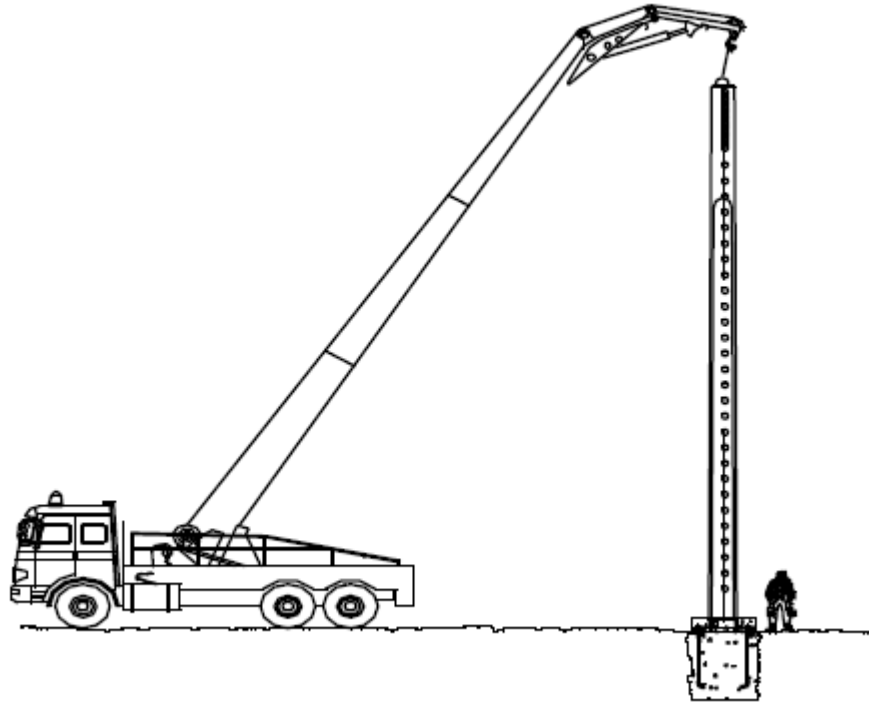
Detalle del proceso de excavación para colocar los apoyos:



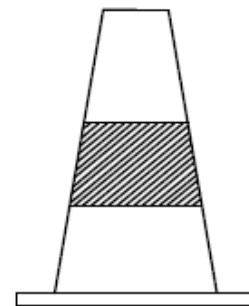
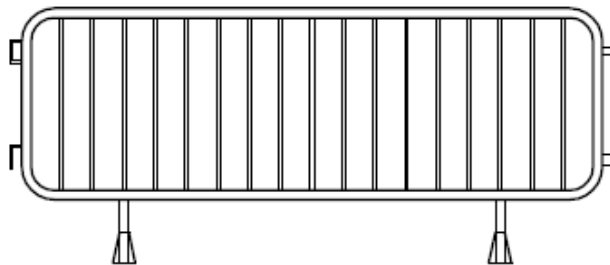
Detalle del proceso de colocación de apoyos:



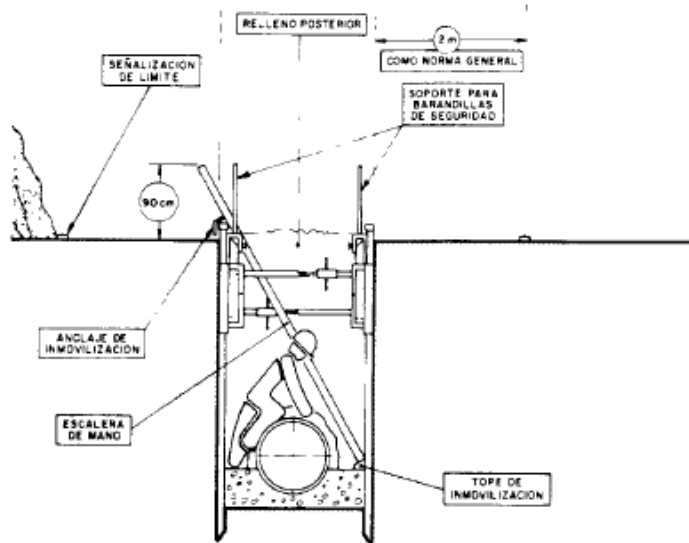
Detalle del proceso de encofrado y hormigonado de apoyos:



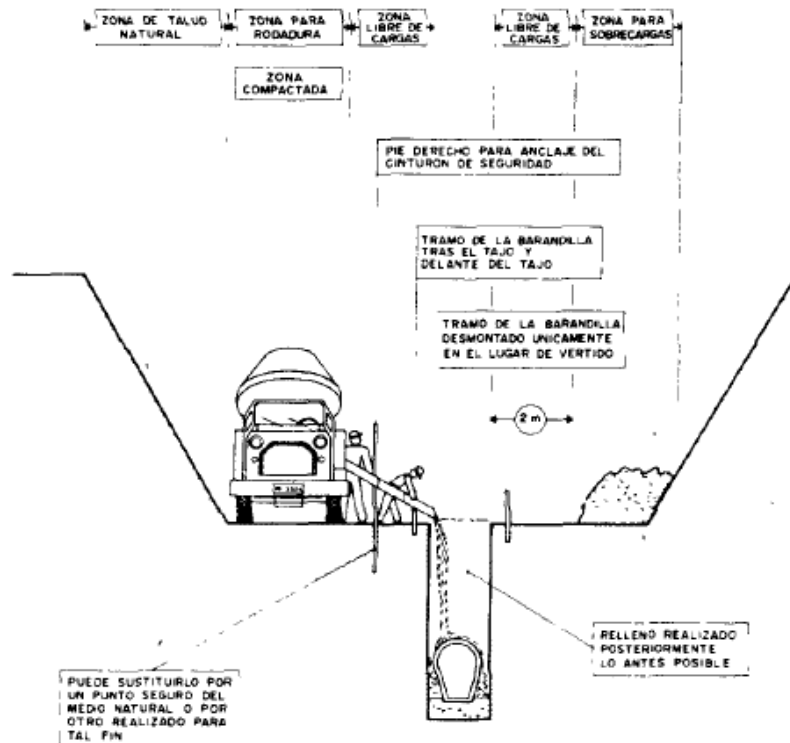
Detalle de las vallas y conos delimitadores de los huecos de los apoyos y canalizaciones subterráneas:



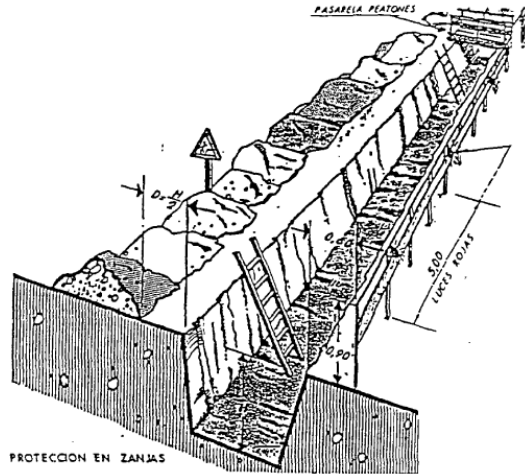
Detalle del proceso de entibado y colocación en lecho de la canalización subterránea:



Detalle del proceso de encofrado y hormigonado de la canalización subterránea:



Detalle de la canalización subterránea:



18 Conclusión

Plan de seguridad y salud en el trabajo.

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, el contratista adjudicatario de la obra proyectada, en su día deberá elaborar un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien y desarrollen completamente las previsiones contenidas en este estudio de seguridad.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrá implicar disminución de los niveles de seguridad previstos en este estudio de seguridad.

El plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la obra, o en su caso, por la dirección facultativa.



El ingeniero Industrial
Colegiado 1163. COIIAOR
Juan Navarro Navarro



PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg54929202412818812



ÍNDICE

1	Objeto.....	3
2	Alcance.....	3
3	Estructura de relaciones.....	3
4	Obligaciones generales del contratista.....	6
5	El contrato. Documentación técnica.....	11
6	Componentes y materiales.....	15
7	Ejecución de las obras.....	17
8	Abono de la obra ejecutada.....	22
9	Electricidad. Instalaciones at. Líneas subterráneas.....	27
10	Electricidad. Instalaciones at. Centros de transformación.....	34
11	Electricidad. Instalaciones bt. Líneas subterráneas.....	36
12	Obra civil. Explanaciones, desbroce del terreno.....	42
13	Obra civil. Explanaciones. Excavación de la explanación y préstamos.....	44
14	Obra civil. Explanaciones. Excavación en zanjas.....	49

1 Objeto

El objeto de este Pliego es definir las condiciones mínimas que han de regir en la ejecución de las obras comprendidas en el Proyecto. Además, pretende servir de guía para asegurar una calidad en las instalaciones en términos de rendimiento, producción e integración.

2 Alcance

Se entenderá que su contenido rige para todas las materias que comprenden y expresan los distintos capítulos, en cuanto no se opongan a lo establecido en la legislación vigente. En especial los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos.

Las unidades de obra que no se hayan incluido y señalado específicamente en este Pliego, se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en las normas e instrucciones técnicas en vigor que sean aplicables a dichas unidades, con lo sancionado por la costumbre como reglas de buena práctica en la construcción y con las indicaciones que, sobre el particular, señale la Dirección Facultativa de la Obra.

3 Estructura de relaciones

El presente Pliego obliga a la Propiedad, a la Dirección Facultativa de las obras y al Contratista.

3.1 Propiedad

El término propiedad se refiere a cualquier persona, física o jurídica, representante de la misma, autorizado legalmente.

3.2 Dirección facultativa

El término Dirección Facultativa se refiere al Ingeniero que lleve oficialmente la dirección de las obras o a la persona o personas autorizadas formalmente por éste para representarle en algún aspecto relacionado con esta dirección, por una parte, y por otra al Ingeniero Técnico de la obra propuesto y aceptado por la propiedad.

3.3 Contratista y personal de obra

Se entiende por Contratista la parte contratante obligada a ejecutar la obra.

Se entiende por delegado de Obra del Contratista, la persona designada expresamente por el Contratista y aceptada por la Propiedad y la Dirección Facultativa, con capacidad suficiente para:

- Ostentar la representación del Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia en cualquier acto derivado del cumplimiento de las obligaciones contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.
- Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes recibidas de la Dirección.
- Proponer a ésta, o colaborar con ella en la resolución de los problemas que se planteen durante la ejecución.

La Propiedad y la Dirección Facultativa exigirán que el delegado tenga la titulación Ingeniero y que, además, disponga del personal facultativo necesario a sus órdenes, entre ellos un Ingeniero Técnico.

La Dirección de obra podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos. Asimismo, la Dirección Facultativa podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo delegado y, en su caso, de cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique la marcha de los trabajos.

3.4 Residencia del contratista

El Contratista está obligado a comunicar a la Propiedad, en un plazo de quince (15) días a partir de la fecha en que se le haya notificado la adjudicación definitiva de las obras, su residencia o la de su delegado, a todos los efectos derivados de la ejecución de aquellas.

Desde que comiencen las obras hasta su Recepción Definitiva, el Contratista o su delegado, deberán residir en el lugar indicado y, en caso de ausencia, quedará obligado a comunicar fehacientemente a la Dirección la persona que designe para sustituirle.

3.5 Oficina de obra del contratista

El Contratista deberá instalar antes del comienzo de las obras, y mantener durante la ejecución de las mismas, una oficina de obras en el lugar que considere más apropiado, previa conformidad del Director. Esta oficina deberá contar con una sala de reuniones suficientemente amplia y una sala de trabajo para la Dirección Facultativa. También deberá contar con los medios tecnológicos modernos que fuesen necesarios a juicio del Director de la Obra (teléfono, ordenador, impresora y línea de fax por lo menos).

El Contratista deberá, necesariamente, conservar en ella copia autorizada de los documentos contractuales del Proyecto o Proyectos base del Contrato y el libro de órdenes; a tales efectos, la Propiedad suministrará a aquél una copia de los mismos, antes de la fecha en que tenga lugar la Comprobación de Replanteo.

3.6 El libro de órdenes

El Libro de Órdenes, debidamente diligenciado por el organismo o Colegio Profesional correspondiente, se abrirá en la fecha de Comprobación de Replanteo y se cerrará en la de la Recepción Definitiva.

Durante dicho lapso de tiempo estará a disposición de la Dirección en la oficina de obra del Contratista que, cuando proceda, anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma.

Efectuada la Recepción Definitiva, el Libro de Órdenes pasará a poder el Director, si bien podrá ser consultado, en todo momento, por el Contratista.

El Contratista está obligado a proporcionar a la Dirección las facilidades necesarias para la recogida de los datos de toda clase que sean precisos para que ésta pueda llevar correctamente el Libro de Órdenes.

3.7 Órdenes al contratista

El Contratista se atenderá, en el curso de la ejecución de las obras, a las órdenes e instrucciones que se sean dadas por la Dirección, que se le comunicarán por escrito a través del Libro de Órdenes, debiendo, el Contratista o su delegado, firmar el "Enterado".

Cuando el Contratista estime que las prescripciones de una Orden sobrepasan las obligaciones del contrato, deberá presentar la observación escrita y justificada en un plazo de treinta (30) días, transcurrido el cual no será atendible. La reclamación no suspende la ejecución de la orden de servicio.

El Contratista está obligado a aceptar las prescripciones escritas que señale la Dirección, aunque supongan modificación o anulación de órdenes precedentes, o alteración de planos previamente autorizados o de su documentación aneja.

3.8 Interpretación del proyecto y sus modificaciones

Sin perjuicio de las disposiciones precedentes, el Contratista está obligado a ejecutar las obras ateniéndose estrictamente a los planos, perfiles, dibujos, órdenes de servicio y, en su caso, a los modelos que le sean suministrados en el curso del contrato.

Corresponde exclusivamente a la Dirección Facultativa la interpretación del Proyecto y, por consiguiente, la expedición de órdenes complementarias, gráficas o escritas, para el desarrollo del mismo.

El Contratista carece de facultades para introducir modificaciones en el Proyecto de las obras contratadas, en los planos de detalle autorizados por la Dirección o en las órdenes que le hayan sido comunicadas. A requerimiento del Director, el Contratista estará obligado, a su cargo, a sustituir los materiales indebidamente empleados, y a la demolición y reconstrucción de las obras ejecutadas en desacuerdo con las órdenes o los planos autorizados.

Si la Dirección estimase que ciertas modificaciones ejecutadas bajo la iniciativa del Contratista son aceptables, las nuevas disposiciones podrán ser mantenidas, pero entonces el Contratista no tendrá derecho a ningún aumento de precio, tanto por dimensiones mayores como por un mayor valor de los materiales empleados. En este caso las mediciones se basarán en las dimensiones fijadas en los planos y órdenes. Si, por el contrario, las dimensiones son menores o el valor de los materiales es inferior, los precios se reducirán proporcionalmente.

La Propiedad, de acuerdo con la Dirección Facultativa, se reserva la facultad de realizar modificaciones en el Proyecto o en las obras. Si de estas modificaciones se dedujera la necesidad de formular nuevos precios, se establecerán contradictoriamente, en la forma que se especifica más adelante.

4 Obligaciones generales del contratista

4.1 Obligaciones sociales y laborales

El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de Seguridad Social y de Seguridad y Salud.

El Contratista deberá constituir el órgano necesario con función específica de velar por el cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre Seguridad y Salud y designará el personal técnico de seguridad que asuma las obligaciones correspondientes en cada centro de trabajo.

El incumplimiento de estas obligaciones por parte del Contratista, o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico designado por él, no implicará responsabilidad alguna para la Propiedad.

En cualquier momento, la Dirección Facultativa podrá exigir del Contratista la justificación de que se encuentra en regla en el cumplimiento de lo que concierne a la aplicación de la legislación laboral y de la Seguridad Social de los Trabajadores ocupados en la ejecución de las obras objeto del Contrato.

4.2 Contratación del personal

Corresponde al Contratista, bajo su exclusiva responsabilidad, la contratación de toda la mano de obra que precise para la ejecución de los trabajos en las condiciones previstas por el contrato y en las condiciones que fije la normativa laboral vigente.

El Contratista deberá disponer del equipo técnico necesario para la correcta interpretación de los planos, para elaborar los planos de detalle, para efectuar los replanteos que le correspondan, y para la ejecución de la obra de acuerdo con las normas establecidas en el presente Pliego y en el de Condiciones Particulares.

El Director de Obra podrá exigir la retirada de la obra del empleado u operario del Contratista que incurra en insubordinación, falta de respeto a él mismo o a sus subalternos, o realice actos

que comprometan la buena marcha o calidad de los trabajos, o por incumplimiento reiterado de las normas de seguridad.

El Contratista entregará a la Dirección, cuando ésta lo considere oportuno, la relación de personal adscrito a la obra, clasificado por categorías profesionales y tajos.

El Contratista es responsable de las malversaciones o fraudes que sean cometidos por su personal en el suministro o en el empleo de los materiales.

4.3 Subcontratas

Cuando en este Pliego se alude al Contratista, se hace referencia al Constructor Principal o General de la Obra, si es uno sólo, o al que haya contratado directamente con la Propiedad la parte de obra adjudicada; pero no a otros que hayan podido subcontratar o destajar trabajos parciales bajo la exclusiva responsabilidad del Constructor Principal.

El Contratista será responsable de la observancia de lo dispuesto en este Pliego y en todos los documentos que integran el Proyecto, por parte de los subcontratistas y del personal de éstos.

Las subcontratas que realizase el Contratista, podrán ser rechazadas por la Dirección Facultativa, por los mismos motivos y en las mismas condiciones establecidas para el personal del Contratista.

4.4 Organismos oficiales

La contrata deberá gestionar ante los Organismos competentes los inicios de obra, la vigilancia de la misma y la recepción por parte de dichos organismos, así como los problemas que puedan surgir con ellos a lo largo de la obra. Deberá mantener con los mismos los debidos contactos, para evitar posibles discrepancias de criterios.

4.5 Conocimiento del emplazamiento de las obras

El Contratista tiene la obligación de haber inspeccionado y estudiado el emplazamiento y sus alrededores, su configuración y naturaleza, así como el alcance de los trabajos a realizar y los materiales necesarios para la ejecución de las obras, los accesos al emplazamiento y los medios que pueda necesitar.

Ningún error de interpretación que pudieran contener o surgir del uso de documentos, estudios previos, informes técnicos o suposiciones establecidas en el Proyecto y, en general, de toda la información adicional suministrada a los licitadores por la Propiedad, o procurada por éstos directamente, relevará al Contratista de las obligaciones dimanantes del Contrato.

4.6 Servidumbres y permisos

El Contratista está obligado a mantener provisionalmente durante la ejecución de la obra, y a reponer a su finalización, todas las servidumbres existentes. Tal relación podrá ser rectificada como consecuencia de la Comprobación de Replanteo o de necesidades surgidas durante la ejecución de la obra.

Son de cuenta del Contratista los trabajos necesarios para el mantenimiento y reposición de tales servidumbres. Los servicios de suministro y distribución de agua potable, energía eléctrica, gas y teléfono, así como los de saneamiento, tendrán el carácter de servidumbres.

En cualquier caso, se mantendrán, durante el desarrollo de las obras, todos los accesos a las viviendas y fincas existentes en la zona afectada por las obras.

El Contratista deberá obtener, con la antelación necesaria para que no se presenten dificultades en el cumplimiento del Programa de Trabajos, todos los permisos que se precisen para la ejecución de las obras. Los gastos de gestión derivados de la obtención de estos permisos serán siempre a cuenta del Contratista. Asimismo, abonará a su costa todos los cánones para la ocupación temporal de terrenos para instalaciones, explotación de canteras, préstamos o vertederos, y obtención de materiales.

El Contratista estará obligado a cumplir estrictamente todas las condiciones que haya impuesto el organismo o la entidad otorgante del permiso, en orden a las medidas, precauciones, procedimientos y plazos de ejecución de los trabajos para los que haya sido solicitado el permiso.

4.7 Protección del medio ambiente

El Contratista estará obligado a evitar la contaminación del aire, cursos de agua superficial o subterránea, lagos, cultivos, montes y, en general, cualquier clase de bien público o privado que pudiera producir la ejecución de las obras, la explotación de canteras, los talleres, y demás instalaciones auxiliares, aunque estuvieren situadas en terrenos de su propiedad. Los límites de contaminación admisibles serán los definidos como tolerables, en cada caso, por las disposiciones vigentes o por la Autoridad competente.

La contaminación producida por los ruidos ocasionados por la ejecución de las obras se mantendrá dentro de los límites de frecuencia e intensidad tales que no resulten nocivos para las personas afectas a la misma, según sea el tiempo de permanencia continuada bajo el efecto del ruido o la eficacia de la protección auricular adoptada, en su caso.

Todos los gastos que originase la adaptación de las medidas y trabajos necesarios para el cumplimiento de lo establecido en el presente artículo serán a cargo del Contratista, por lo que no serán de abono directo.

4.8 Vigilancia de las obras

El Contratista es responsable del orden, limpieza y condiciones sanitarias de las obras objeto del contrato, por lo que deberá adoptar a su cargo y bajo su responsabilidad las medidas que le sean señaladas por las Autoridades competentes, por los Reglamentos vigentes y por el Director. A este respecto son obligación del Contratista, entre otras, las siguientes medidas:

Limpiar todos los espacios interiores y exteriores de la obra de escombros, materiales sobrantes, desperdicios, basuras, chatarra, andamios y de todo aquello que impida el perfecto estado de la obra y sus inmediaciones.

Proyectar, construir, equipar, operar, mantener, desmontar y retirar de la zona de la obra las instalaciones necesarias para la recogida, tratamiento y evacuación de las aguas residuales de sus oficinas e instalaciones, así como para el drenaje de las áreas donde estén ubicadas y de las vías de acceso.

En caso de heladas o nevadas, adoptar las medidas necesarias para asegurar el tránsito de vehículos y peatones en las carreteras, caminos, sendas, plataformas, andamios y demás accesos y lugares de trabajo, que no hayan sido cerrados eventualmente en dichos casos.

Retirar de la obra las instalaciones provisionales, equipos y medios auxiliares en el momento en que no sean necesarios.

Adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos necesarios para que la obra, durante su ejecución y una vez terminada, ofrezca un buen aspecto a juicio de la Dirección.

Establecer y mantener las medidas precisas, por medio de agentes y señales, para indicar el acceso a la obra y ordenar el tráfico en la zona de obras, especialmente en los puntos de posible peligro, tanto en dicha zona como en sus lindes e inmediaciones.

Llevar a cabo la señalización en estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia, bajo su propia responsabilidad, y sin perjuicio de lo que sobre el particular ordene el Director.

Cuando dicha señalización se aplique sobre instalaciones dependientes de organismos públicos, el Contratista estará obligado además a lo que sobre el particular establezcan las normas del organismo público a que se encuentre afecta la instalación.

En casos de conflictos de cualquier clase que afecten o estén relacionados con la obra, que pudieran implicar alteraciones de orden público, corresponderá al Contratista la obligación de ponerse en contacto con las Autoridades competentes y colaborar con ellas en la disposición de las medidas adecuadas para evitar dicha alteración, manteniendo al Director debidamente informado.

Se pondrá un especial cuidado en la adopción de las medidas necesarias para la protección de instalaciones eléctricas y telefónicas, en el almacenamiento y empleo de explosivos, carburantes, gases y cualquier material inflamable, de flagrante o detonante que pueda representar peligro para las personas de obra o ajenas a la misma.

Se prestará particular atención a la vigilancia, por parte de los operarios responsables de la empresa constructora, de la protección reglamentaria de huecos o aberturas en suelos, al mantenimiento y reposición de vallados, barandillas y señalizaciones, y a la inspección diaria de los andamios, maquinaria y medios auxiliares que se utilicen en la Obra. Asimismo, deberán efectuarse reconocimientos del terreno durante la ejecución de las obras, cuando bien por causas naturales o por efectos de los propios trabajos de obra, sean posibles los movimientos del terreno no controlados. En este último caso el Contratista adoptará de inmediato las protecciones, entibaciones y las medidas de seguridad que la actual tecnología ofrezca, sin perjuicio de que la Dirección proponga las medidas a tomar a medio y largo plazo.

Todos los gastos que origine el cumplimiento de lo establecido en el presente apartado serán de cuenta del Contratista, por lo que no serán de abono directo, esto es, se consideran incluidos en los precios del contrato.

4.9 Guardería de las obras

El Contratista, atendiendo a la importancia de la obra, empleará los guardas, diurnos y nocturnos, necesarios para la vigilancia de la zona de trabajos, almacenamiento y acopio, tanto para proteger vidas humanas como materiales y bienes durante todo el periodo de la obra. Los guardas serán responsables del adecuado emplazamiento de las luces de seguridad, empalizadas y dispositivos de seguridad, durante las horas, de cualquier día, en que no se efectúen trabajos y, en particular, durante las noches, sábados, domingos y días festivos.

En general, será responsabilidad del Contratista, proporcionar protección adecuada a todos los materiales y equipo, para evitar su deterioro y daños en todo momento y en cualesquiera condiciones climatológicas.

Los gastos originados para el cumplimiento de lo establecido en el presente apartado se consideran incluidos en los precios del contrato.

4.10 Anuncios y carteles

Ni en las vallas, ni en ningún lugar de las obras, podrán colocarse anuncios, carteles ni inscripciones de ningún tipo sin la autorización previa de la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa, de acuerdo con la Propiedad, tendrá las atribuciones para indicar el formato, tipo, dimensiones y lugar de colocación de los carteles y rótulos. Asimismo, podrá ordenar la retirada de los que se colocasen sin cumplir con los requisitos establecidos en el presente apartado.

5 El contrato. Documentación técnica

5.1 El contrato

La Propiedad y el Contratista formalizarán contrato mediante documento privado o público, a petición de cualquiera de las partes, con arreglo a las disposiciones legales vigentes. Ambos, antes de firmar el Contrato, aceptarán y firmarán el Pliego de Condiciones.

En el Contrato se acordarán y especificarán las condiciones y particularidades que convengan ambas partes, y todas aquellas que sean necesarias como complemento de este Pliego: plazos, porcentajes, revisión de precios, causas de rescisión, liquidación por rescisión, arbitrajes, etc.

5.2 Documentación técnica

El Proyecto que define y especifica las obras objeto del Contrato se considerará anejo inseparable de éste. El Proyecto está integrado por los siguientes documentos:

- Memoria
- Cálculos
- Planos
- Pliego de Condiciones
- Presupuesto
- Estudio de Seguridad y Salud

También formará parte del Contrato, aquella documentación técnica que se incorpore a los documentos de adjudicación o de formalización del contrato, que vengán a definir la obra a ejecutar al nivel de detalle posible en el momento de la licitación. Todos los documentos técnicos deberán disponer del visto bueno del Director. El Contratista deberá entregar a la Propiedad, a través de la Dirección Facultativa, los planos de detalle correspondientes a instalaciones de obra y obras auxiliares necesarias para la ejecución de las obras, tales como: caminos y accesos, oficinas, laboratorios, talleres y almacenes, parques de acopio de materiales, instalaciones de suministro de agua, electricidad, telefonía y saneamiento, servicios médicos, producción de áridos y fabricación y puesta en obra del hormigón, etc.

El Contratista está obligado, también, a presentar para su aprobación los planos, las prescripciones técnicas y la información complementaria para la ejecución y el control de los trabajos que hayan de ser realizados por algún subcontratista especializado, tales como sondeos, inyecciones, cimentaciones indirectas, trabajos subacuáticos, obras realizadas por procedimientos patentados u otros trabajos de tecnología especial.

El Contratista al finalizar la obra, y antes de la recepción provisional, estará obligado a entregar los planos "AS-BUILT" de cada una de las instalaciones ejecutadas.

5.3 Alcance jurídico de la documentación técnica

Los errores materiales que puedan contener los documentos del Proyecto podrán dar lugar a revisión de las condiciones estipuladas en el Contrato si son denunciadas, por cualesquiera de las partes, dentro de dos (2) meses computados a partir de la fecha del Acta de Comprobación del Replanteo y afecten, además, al importe de la obra, al menos en un veinte (20) por ciento.

En caso contrario, sólo darán lugar a su rectificación, con independencia del criterio de abono. Todos los documentos que integran el Proyecto se considerarán complementarios, recíprocamente, es decir que lo mencionado en uno y omitido en otro, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio de la Dirección Facultativa, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente y ésta tenga precio en el contrato.

Las omisiones en Planos y Pliego de Condiciones, o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo los trabajos de acuerdo con los criterios expuestos en ambos documentos, o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en Planos y Pliego de Condiciones. Con independencia del criterio que se utilice para su abono.

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo dispuesto en este último.

5.4 Modificaciones del contrato

Cuando se produzca una paralización de las obras cuya duración se prevea que puede exceder de seis (6) meses o de la quinta (5ª) parte del plazo total de ejecución, se extenderá un Acta de interrupción firmada por la Dirección Facultativa y el Contratista o su Delegado. En la referida Acta se enumeran, exhaustivamente, las causas de la interrupción. Una vez que puedan reanudarse las obras, la reanudación se documentará y tramitará con las mismas formalidades que las previstas para su interrupción.

Si la interrupción fuera motivada por causa imputable al Contratista, el incumplimiento de los plazos parciales o del total deja en suspenso la aplicación de la cláusula de revisión de precios y, en consecuencia, el derecho a la liquidación por revisión de obra ejecutada en mora, que se abonará a los precios primitivos del contrato. Sin embargo, cuando restablezca el ritmo de ejecución determinado por los plazos parciales, recuperará, a partir de ese momento, el derecho a la revisión en las certificaciones sucesivas.

Cuando se produjera la interrupción por causas no imputables al Contratista, si éste solicitara dentro del plazo contractual de ejecución de la obra prórroga del mismo, podrá concedérsele un plazo igual al de interrupción, salvo que solicite uno menor.

Si la Propiedad acordara paralizar la ejecución del contrato, se formalizará mediante Acta de Suspensión firmada por la Dirección Facultativa y el Contratista, en la que se reflejarán las causas motivadoras de la suspensión.

Si por causas no imputables al Contratista o por decisión de la Propiedad se produjese la suspensión definitiva de las obras, el Contratista tendrá derecho al valor de las efectivamente realizadas, a la revisión de precios prevista por la parte de obra ejecutada, en su caso, y al beneficio industrial del resto. En el caso de que la suspensión fuese de carácter temporal, por tiempo superior a la quinta (5ª) parte del plazo total del contrato, el Contratista tendrá derecho a revisión de precios de la obra ejecutada y a la indemnización de los daños y perjuicios que se le hubieren irrogado por esta causa. Si la suspensión fuese por plazo inferior, sólo tendrá derecho a la revisión de precios. En cualquier caso, de los expuestos, se aplicarán los coeficientes que correspondan a las fechas en que se ejecutaron las obras.

Cuando sea necesario modificar alguna característica o dimensión de los materiales a emplear en la ejecución de alguna unidad de obra de la que figura precio en el contrato y ello no suponga

un cambio en la naturaleza ni en las propiedades intrínsecas de las materias primas que lo constituyen, por lo que dicha modificación no implica una diferencia sustancial de la unidad de obra, la Dirección Facultativa fijará Precio Nuevo a la vista de la propuesta y de las observaciones del Contratista.

Estos Precios Nuevos se calcularán por interpolación o extrapolación entre los precios de unidades de obra del mismo tipo que figuren en los Cuadros de Precios del Contrato, en función de los precios de mercado del material básico que se modifica.

Cuando las modificaciones del Proyecto supongan la introducción de unidades de obra no comprendidas en el contrato o cuyas características difieran sustancialmente de las incluidas en el mismo, los precios de aplicación serán fijados contradictoriamente entre ambas partes.

En cualquier caso, para la fijación de los Precios Contradictorios se utilizarán los costes de mano de obra, materiales, maquinaria y demás precios auxiliares incorporados al contrato, y en su defecto los que correspondan a la fecha en que tuvo lugar la licitación.

Los Precios Nuevos o Contradictorios, una vez aceptados por la Propiedad, se considerarán incorporados, a todos los efectos, a los Cuadros de Precios del Proyecto que sirvió de base para el contrato.

5.5 Conclusión del contrato

Dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de terminación de las obras, se procederá al acto de Recepción Provisional de las mismas, la cual se realizará de acuerdo con la reglamentación vigente que le afecte y con lo establecido en este Pliego.

Podrán ser objeto de Recepción Provisional aquellas partes de obra que deban ser ejecutadas en las fases y plazos parciales establecidos en el contrato.

Si se encuentran las obras en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, la Dirección Facultativa las dará por recibidas provisionalmente y se entregarán al uso y destino correspondiente.

La Recepción Provisional se formalizará mediante un Acta que será firmada por la Propiedad, la Dirección Facultativa y el Contratista.

El plazo de garantía comenzará el día siguiente al de la firma del Acta de Recepción Provisional.

Su duración se establecerá en el contrato y no podrá ser inferior a un (1) año, salvo circunstancias especiales.

En los casos en que haya lugar a Recepciones Provisionales parciales, el plazo de garantía de las partes recibidas comenzará a contarse desde la fecha de las respectivas Recepciones parciales. La Dirección Facultativa y el Contratista, o su Delegado, acordarán la fecha en que ha de procederse a la medición general para la liquidación de la obra ejecutada. El Contratista, o su Delegado, tienen la obligación de asistir a la toma de datos y realización de la medición general que efectuarán conjuntamente con la Dirección Facultativa. Si por causas que le sean imputables, no cumple tal obligación, no podrá realizar reclamación alguna en orden al resultado de la medición, salvo justificación fehaciente de la no imputabilidad de aquellas causas.

Para realizar la medición general, se utilizarán como datos complementarios la Comprobación de Replanteo, los replanteos parciales y las mediciones efectuadas durante la ejecución de la obra, el Libro de Órdenes, el Libro de Incidencias si lo hubiera, y cuantos otros estimen necesarios la Dirección Facultativa y el Contratista.

La Dirección Facultativa formulará la liquidación de las obras aplicando al resultado de la medición general los precios y condiciones económicas del contrato.

Las reclamaciones o reparos que estime necesario hacer el Contratista contra el resultado de la medición general o a la vista de liquidación, las dirigirá por escrito a la Propiedad por conducto de la Dirección Facultativa, la cual las elevará a aquella con su informe. Si dicha reclamación no se produce dentro de los diez (10) días siguientes a la formalización de los documentos, se entenderá que se encuentra conforme con los resultados.

Dentro de los diez (10) días siguientes al cumplimiento del plazo de garantía, se procederá a la Recepción Definitiva de las obras, que se realizará de acuerdo con la reglamentación vigente al respecto y con lo establecido en este Pliego.

Sólo podrán ser definitivamente recibidas las obras ejecutadas conforme al Proyecto y en perfecto estado.

Una vez recibida definitivamente la obra, el Contratista responderá, en los plazos y términos legales, de los daños y perjuicios que se pudiesen originar por vicios ocultos de la construcción debidos a incumplimiento doloso del contrato por su parte.

6 Componentes y materiales

6.1 Generalidades

La instalación deberá incorporar todos los elementos bajo las características necesarias que garanticen la calidad del suministro eléctrico. La instalación no podrá dar origen a condiciones peligrosas para el personal que esté presente en la instalación o la explotación de la red de distribución. Así como no deberá provocar verías en la red, disminución de condiciones de seguridad o alteraciones mayores a las admitidas en la normativa aplicable.

Se deberá asegurar como mínimo un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase 1, que aplicará a equipos (módulos, inversores...) y a materiales (conductores, armarios de conexión...).

Los materiales situados a la intemperie deberán poder resistir los efectos perjudiciales de la radiación solar y la humedad.

6.2 Generador fotovoltaico

Los módulos fotovoltaicos tendrán una tolerancia positiva y estarán dimensionados para soportar tensiones de hasta 1000/1500Vdc en función de la configuración del proyecto.

Como mínimo cumplirán con las siguientes normativas:

- IEC 61215 Módulos fotovoltaicos de Silicio Cristalino.
- IEC 61730 Seguridad de los módulos fotovoltaicos.
- IEC 62804 Cumplimiento del PIC.
- IEC 62716 Corrosión por amoniaco.
- IEC 60068-2-68:1994 Pruebas ambientales – Parte 2-68- Prueba L: Polvo y arena.

El panel fotovoltaico deberá llevar identificado de forma clara e indeleble el modelo, fabricante y número de serie. Dispondrán de diodos de derivación para minimizar riesgos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección mínimo IP65. Además, su estructura se conectará a tierra.

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 encapsulaste.

6.3 Estructuras soporte (seguidores solares)

La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos deberá cumplir las condiciones obligadas por el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su versión más reciente, así como las demás normas aplicables. Incluyendo las sobrecargas de viento y nieve.

El diseño y construcción de la estructura será tal que permita las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan dañar los paneles. Para ello, los puntos de fijación del panel a la estructura serán en número suficiente y posición adecuada.

Deberá estar protegida frente a agentes ambientales, mediante galvanizado o protección equivalente. Cualquier taladro o mecanizado de las piezas deberá ser realizado previo a la protección de esta. En caso de algún mecanizado posterior, se deberá tomar alguna acción correctiva para proteger de nuevo la estructura. Las estructuras galvanizadas deberán cumplir con las normas UNIE-37-501 y UNIE-37-508, con un espesor mínimo de 80 micras, que prolongue su vida útil y elimine necesidad de mantenimiento.

La estructura, o elementos que la acompañen, no deberán arrojar sombras sobre los paneles fotovoltaicos en ningún caso.

Será responsabilidad del proveedor que los seguidores solares y su anclaje al terreno sean diseñados y construidos con materiales apropiados para evitar que, bajo las condiciones de trabajo y características ambientales de la zona, los mismos presenten corrosión, deformaciones mecánicas, hundimientos, problemas con la aerodinámica etc.

Se precisa que los seguidores y anclaje de los mismos tengan una garantía mínima de 10 años y al menos 20 años frente a la corrosión.

La estructura cumplirá con:

- Estructura fija anclada al terreno
- Configuración de módulos 2V (2 módulos en vertical) x 27 módulos en horizontal.
- Acero galvanizado en caliente siempre y cuando se justifique y garantice que el recubrimiento anticorrosivo y la pintura acrílica anticorrosiva es adecuada para el emplazamiento donde se va a ubicar la instalación. Toda la tornillería a emplear será de acero inoxidable.
- El anclaje al terreno será hincado salvo que el geotécnico a realizar en la zona indique la no viabilidad de dicho modo de instalación. En ese caso se deberá determinar la mejor opción de amarre (micro pilotes, cimentación...)

6.4 Inversores

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética, incorporando protecciones frente a cortocircuitos, tensión de red o frecuencia fuera de rango, sobretensiones y perturbaciones presentes en la red.

Deberán disponer de las señalizaciones necesarias para su correcta operación e incorporarán los controles automáticos que permitan su supervisión y manejo, así como los controles manuales de encendido/apagado general y conexión/desconexión de la parte de AC.

El inversor deberá ser capaz de inyectar energía a la red a partir del 10% de su potencia nominal, con unos valores de eficiencia superiores al 90% para un rango de potencia del 25 al 100%.

El grado de protección mínimo de los inversores será IP20 en el interior de edificios en lugares inaccesibles, IP en el interior de edificios en lugares accesibles e IP65 para inversores instalados a la intemperie. Sus condiciones de funcionamiento deberán estar garantizadas como mínimo para condiciones ambientales entre 0 y 40° C y 0-85% de humedad relativa.

El inversor estará diseñado para una tensión en continua de 1.500Vdc en función del dimensionado del proyecto.

7 Ejecución de las obras

7.1 Comprobación del replanteo

Las obras se considerarán comenzadas con el acto de Comprobación del Replanteo General de las Obras por parte de la Dirección Facultativa. La Comprobación del Replanteo se formalizará mediante un Acta que será firmada por la Propiedad, la Dirección Facultativa y el Contratista.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos derivados de la Comprobación del Replanteo.

La Dirección Facultativa reflejará en el Libro de Órdenes el acto de Comprobación del Replanteo, que autorizará con su firma y al que dará el "enterado" el Contratista, o su Delegado.

La Comprobación de Replanteo deberá incluir, al menos, el eje principal de los diversos tramos o partes de la obra y los ejes principales de las obras de fábrica, así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

Los vértices de triangulación y los puntos básicos de replanteo se materializarán en el terreno mediante hitos o pilares de carácter permanente. Asimismo, las señales niveladas de referencia principal serán materializadas en el terreno mediante dispositivos fijos adecuados.

El Contratista reflejará en un plano los resultados de las acciones anteriormente descritas, que se unirá al expediente de la obra.

7.2 Replanteo

A partir de la Comprobación del Replanteo, todos los trabajos de replanteo necesarios para la ejecución de las obras serán realizados por cuenta y riesgo del Contratista, excepto

estipulación en contra del Pliego de Condiciones Particulares. La Dirección Facultativa, a requerimiento del Contratista, comprobará los replanteos efectuados por éste que no podrá iniciar la ejecución de ninguna obra o parte de ella sin haber obtenido la correspondiente aprobación del replanteo.

La aprobación por parte de la Dirección Facultativa de cualquier replanteo efectuado por el Contratista no supone la aceptación de posibles errores que pudiesen haberse cometido, ni disminuye la responsabilidad del Contratista en la ejecución de las obras. Los perjuicios que ocasionasen los errores de los replanteos realizados por el Contratista, deberán ser subsanados a cargo de éste, en la forma que indique la Dirección Facultativa.

El Contratista deberá proveer, a su costa, todos los materiales, aparatos y equipos, personal técnico especializado y mano de obra auxiliar, necesarios para efectuar los replanteos. También ejecutará, a su costa, los accesos, sendas, escalas, pasarelas y andamios necesarios para una correcta realización de estos trabajos.

El Contratista será responsable de la conservación, durante el tiempo de vigencia del Contrato, de todos los puntos topográficos materializados en el terreno y señales niveladas.

7.3 Programa de trabajos

El Contratista estará obligado a presentar un Programa de Trabajos que deberá proporcionar, como mínimo, la siguiente información:

Calendario, con estimación en días de los tiempos de ejecución de las distintas actividades, incluidas las operaciones y obras preparatorias, instalaciones y obras auxiliares y las de ejecución de las distintas partes o clases de obra definitiva.

Valoración mensual de la obra programada.

El Programa de Trabajos habrá de ser compatible con las fases y plazos establecidos en el contrato.

La Dirección Facultativa podrá acordar el no dar curso a las certificaciones de obra hasta que el Contratista haya presentado en debida forma el Programa de Trabajos, sin derecho a intereses de demora por retraso en el pago de estas certificaciones. Las instrucciones, normas o revisiones que dé o haga la Dirección Facultativa para el ajuste del Programa de Trabajos no eximen al Contratista de su responsabilidad respecto de plazos estipulados en el contrato.

Todos los gastos que originase el cumplimiento del presente apartado están incluidos en los precios del contrato, por lo que no serán objeto de abono independiente.

7.4 Accesibilidad y comunicación

Salvo prescripción específica en algún documento contractual, serán de cuenta del Contratista, todas las vías de comunicación y las instalaciones auxiliares para transporte tales

como carreteras, sendas, pasarelas, planos inclinados, montacargas para el acceso de personas, transporte de materiales a la obra, etc.

El sistema básico de telecomunicaciones tales como aparatos telefónicos en oficinas, almacenes, talleres, laboratorios y servicios de primeros auxilios, será de cuenta del Contratista. La Dirección Facultativa podrá fijar el sistema básico de telecomunicaciones de la obra que será instalado mantenido y explotado por el Contratista.

El Contratista deberá realizar las acciones y utilizar los medios materiales y humanos necesarios para mantener accesibles todos los frentes de trabajo o tajos, ya sean de carácter provisional o permanente, durante el plazo de ejecución de las obras.

7.5 Instalaciones, maquinaria y medios auxiliares

Constituye obligación del Contratista el proyecto, la construcción, conservación y explotación, desmontaje, demolición y retirada de obra de todas las instalaciones auxiliares de obra y de las obras auxiliares, necesarias para la ejecución de las obras contratadas.

El Contratista está obligado, bajo su responsabilidad, a proveerse y disponer en obra de todas las máquinas, útiles y medios auxiliares necesarios para la ejecución de las obras, en las condiciones de calidad, capacidad, potencia y cantidad suficientes para cumplir todas las condiciones del contrato, así como a manejarlos, mantenerlos, conservarlos y emplearlos adecuada y correctamente.

Todos los gastos que se originen por el cumplimiento del presente apartado se considerarán incluidos en los precios de las unidades correspondientes y, en consecuencia, no serán abonados separadamente.

El Contratista dispondrá en obra de una oficina amueblada, para la D.F. y la propiedad

7.6 Recepción de materiales

Los materiales que hayan de constituir parte integrante de las unidades de la obra definitiva, los que el Contratista emplee en los medios auxiliares para su ejecución, así como los materiales de aquellas instalaciones y obras auxiliares que total o parcialmente hayan de formar parte de las obras objeto del contrato, tanto provisionales como definitivas, deberán cumplir las especificaciones establecidas en este Pliego.

El Contratista deberá presentar, para su aprobación, muestras, catálogos y certificados de homologación de los productos y materiales industriales y equipos identificados por marcas o patentes. Si la Dirección Facultativa considerase que la información no es suficiente, podrá exigir la realización, a costa del Contratista, de los ensayos y pruebas que estime convenientes.

La calidad de los materiales que hayan sido almacenados o acopiados deberá ser comprobada en el momento de su utilización para la ejecución de las obras, mediante las obras y ensayos correspondientes, siendo rechazados los que en ese momento no cumplan las prescripciones establecidas. El Contratista suministrará, a sus expensas, las muestras necesarias.

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o en el Condiciones Particulares correspondiente, o no tuvieran la preparación en ellos exigida, o cuando a falta de prescripciones formales en los Pliegos se reconociera o demostrara que no fueran adecuados para su objeto, el Contratista deberá reemplazarlos, a su costa por otros que cumplan las prescripciones o que sean idóneos para el objeto a que se destinen. Los materiales rechazados, y los que habiendo sido inicialmente aceptados hayan sufrido deterioro posteriormente, deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta del Contratista.

7.7 Pruebas de funcionamiento

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores...) estos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada.
- Prueba de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma.

7.8 Obras defectuosas y trabajos no autorizados

Hasta que tenga lugar la Recepción Definitiva, el Contratista responderá de la obra contratada y de las faltas que en ella hubiere, sin que sea eximente ni le dé derecho alguno la circunstancia de que la Dirección Facultativa haya examinado o reconocido, durante su construcción, las partes y unidades de la obra o los materiales empleados ni que hayan sido incluidos éstos y aquellas en las mediciones y certificaciones parciales.

Si se advirtiesen vicios o defectos en la construcción o se tuviesen razones fundadas para creer que existen ocultos en la obra ejecutada, la Dirección Facultativa podrá ordenar la demolición y reconstrucción de las unidades de obra afectadas. Los gastos originados correrán de cuenta del Contratista, con derecho de éste a reclamar en el plazo de diez (10) días, contados a partir de la notificación escrita de la Dirección Facultativa. Si se comprobase la existencia real de aquellos vicios o defectos, los gastos correrán a cargo del Contratista.

Si la Dirección Facultativa estima que las unidades de obra defectuosas y que no cumplen estrictamente las condiciones del contrato son, sin embargo, admisibles, puede proponer a la Propiedad la aceptación de las mismas, con la consiguiente rebaja de los precios; en caso contrario deberá procederse como en el párrafo anterior.

Cualquier trabajo, obra o instalación auxiliar, obra definitiva o modificación de la misma, que haya sido realizada por el Contratista sin conocimiento o la debida autorización de la Dirección Facultativa será demolido o desmontado si esto lo exigiere. Serán de cuenta del Contratista los gastos que por ello se originen.

7.9 Trabajos nocturnos

Como norma general, el Contratista nunca considerará la posibilidad de realización de trabajos nocturnos en los diferentes planes de obra que presente a la Propiedad, salvo cuando se trate de trabajos que, por su naturaleza, no puedan ser interrumpidos o que necesariamente deban ser realizados por la noche.

No obstante, si el Contratista quiere contemplar dicha posibilidad, deberá hacerlo a nivel de oferta de licitación, acompañándola de los estudios y autorizaciones necesarios que le permitan realizar estos trabajos y de un Programa de Trabajos Parciales correspondiente a estas actividades, que se someterán a la aprobación de la Dirección Facultativa.

En caso de ser aceptada esta modalidad de trabajo, el Contratista instalará, por su cuenta y riesgo, los equipos de alumbrado necesarios para superar los niveles mínimos de iluminación que exigen las normas vigentes, a fin de que, bajo la exclusiva responsabilidad del Contratista, se satisfagan las adecuadas condiciones de seguridad y calidad de la obra, tanto en las zonas de trabajo como en las de tránsito, mientras duren los trabajos nocturnos.

7.10 Control de calidad

Tanto los materiales como la ejecución de los trabajos, las unidades de obra y la propia obra terminada deberán ser de la calidad exigida en el contrato, cumplirán las instrucciones de la Dirección Facultativa y estarán sometidos, en cualquier momento, a los ensayos y pruebas que ésta disponga, para tal fin se contara con los servicios de un Laboratorio homologado de reconocida solvencia, para su contratación se contara con la aprobación de la Dirección Facultativa Previamente a la firma del Acta de Comprobación de Replanteo deberá desarrollarse un Programa de Control de Calidad que abarcará los siguientes aspectos:

- Recepción de materiales.
- Control de Ejecución.
- Control de calidad de las unidades de obra.
- Recepción de la obra.

Servirán de base para la elaboración de este Programa las especificaciones contenidas en el Proyecto y las indicadas en el Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá dar las facilidades necesarias para la toma de muestras y la realización de ensayos y pruebas "in situ", e interrumpir cualquier actividad que pueda impedir la correcta realización de estas operaciones. Asimismo, se responsabilizará de la correcta

conservación en obra de las muestras o probetas extraídas por los Laboratorios, hasta su traslado a las dependencias de éstos.

El Contratista deberá dar toda clase de facilidades a la Dirección Facultativa para examinar, controlar y medir toda obra que haya de quedar oculta, así como para examinar el terreno de cimentación antes de cubrirlo con la obra permanentemente. Si el Contratista ocultara cualquier parte de obra sin que la Dirección Facultativa lo hubiere autorizado, deberá descubrirla a su costa, si así lo ordena ésta.

Los gastos originados por el Control de Calidad de Obra programado según este apartado serán por cuenta del Contratista en los límites previstos en la legislación vigente, y con independencia de que éste efectúe su propio control de calidad conforme a la reglamentación vigente. En general, salvo que en el contrato se especifique lo contrario, será el 1,5% que se deducirá de cada certificación

7.11 Conservación durante la ejecución de la obra

El Contratista está obligado a conservar durante la ejecución de las obras, y hasta su Recepción Provisional, todas las obras objeto del Contrato, incluidas las correspondientes a las modificaciones que hayan sido introducidas en el Proyecto, así como las carreteras, accesos y servidumbres afectadas, desvíos provisionales, señalizaciones existentes y de obra, y cuantas obras, elementos e instalaciones auxiliares deban permanecer en servicio, manteniéndolos en buenas condiciones de uso.

Los trabajos de conservación no obstaculizarán el uso público o servicio de la obra, ni de las carreteras o servidumbres colindantes y, de producir afectación, deberán ser previamente autorizadas por la Dirección Facultativa y disponer de la oportuna señalización.

Inmediatamente antes de la Recepción Provisional de las obras, el Contratista habrá realizado la limpieza general de la obra, retirado las instalaciones auxiliares y, salvo expresa prescripción contraria de la Dirección Facultativa, demolido, removido y efectuado el acondicionamiento del terreno de las obras auxiliares que hayan de ser inutilizadas.

Los trabajos de conservación durante la ejecución de las obras no serán de abono directo y se consideran incluidos en los precios del contrato, salvo que expresamente, para determinados trabajos, se prescriba lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

8 Abono de la obra ejecutada

8.1 Medición de la obra ejecutada

La Dirección Facultativa realizará mensualmente la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el periodo de tiempo anterior. El Contratista o su Delegado podrán presenciar la realización de tales mediciones y, en su caso, colaborar o realizarlas conjuntamente con la Dirección.

Para las obras o partes de obra que hayan de quedar ocultas, el Contratista está obligado a avisar a la Dirección Facultativa con la suficiente antelación, a fin de que esta pueda disponer del tiempo necesario para realizar las mediciones, comprobaciones y toma de datos oportunos. A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde comprobar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones de la Dirección sobre el particular.

Cuando sea necesario, o así lo estime la Dirección Facultativa, se levantarán planos que definan las obras o partes de obra medidas, cuya conformidad suscribirá el Contratista o su Delegado.

Con carácter general todas las unidades de obra se medirán por su volumen, superficie, longitud o peso, expresados en unidades del sistema métrico, o por el número de unidades iguales tal como figuran especificadas en el Presupuesto de contrato.

Las mediciones se calcularán por procedimientos geométricos a partir de los datos de los planos del Proyecto y, cuando esto no sea posible, sobre planos acotados tomados directamente del terreno. A estos efectos solamente serán válidos los levantamientos que hayan sido aprobados por la Dirección Facultativa.

Con carácter general, no se incluirán en las mediciones mensuales de obra ejecutada las unidades cuya realización sea incompleta en el momento de procederse a la medición, o se encuentren pendientes de modificación por defectuosa ejecución.

8.2 Valoración de la obra ejecutada

La Dirección Facultativa, tomando como base las mediciones de obra ejecutada y los precios contratados, redactará, mensualmente, la correspondiente relación valorada al origen.

La obra ejecutada se valorará a los precios de ejecución material que figuren en letra en el cuadro de precios unitarios del contrato y, en su caso, a los precios contradictorios que hayan sido debidamente autorizados y teniendo en cuenta lo prevenido para abono de obras defectuosas, materiales acopiados, partidas alzadas y abonos a cuenta en general.

A partir del Presupuesto de Ejecución Material, elaborado de la forma expresada en el párrafo anterior, se obtendrá el Presupuesto de Ejecución por Contrata, incrementando aquél en los porcentajes establecidos en el contrato en concepto de Gastos Generales de Empresa y Beneficio Industrial del Contratista.

El Impuesto sobre el Valor Añadido que grave la ejecución de la obra, se obtendrá por aplicación del tipo que le corresponda sobre el Presupuesto de Ejecución por Contrata.

El Contratista tiene derecho al abono, con arreglo a los precios convenidos, de la obra que realmente ejecute con sujeción al Proyecto que sirvió de base a la licitación, a sus modificaciones aprobadas y a las órdenes dadas por escrito por la Dirección Facultativa. Por consiguiente, el número de unidades que se consignan en el Proyecto o en el Presupuesto de Adjudicación del Contrato no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones, salvo en los casos de rescisión.

8.3 Certificaciones

Las certificaciones se expedirán mensualmente por triplicado, y serán comprensivas de meses naturales salvo la primera, la última y la de liquidación.

Para su elaboración se tomará como base la relación valorada y se tramitarán por la Dirección Facultativa.

Todas las certificaciones deberán recibir el conforme de la Dirección Facultativa antes de ser cursadas a la Propiedad.

Los abonos resultantes por certificaciones mensuales tendrán el carácter de pagos a cuenta, sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan en la liquidación final, sin que supongan en forma alguna recepción o aprobación, por parte de la Dirección Facultativa, de las obras que comprenden.

8.4 Precios unitarios de contrato

El Contratista deberá presentar el Presupuesto de contrato con Precios Unitarios de todas las partidas que figuran en el estado de mediciones que le haya sido entregado para licitación.

Asimismo, entregará una vez adjudicada la obra y antes de la Comprobación de Replanteo, precios descompuestos, precios auxiliares y cuadros de precios de acuerdo con la documentación del proyecto base de la licitación.

En los precios unitarios de contrato se consideran incluidos los costes directos e indirectos precisos para la ejecución de la unidad correspondiente. A estos efectos:

Se consideran gastos directos:

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones antes citadas.
- Se consideran costes indirectos:
- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, plantas de producción o extracción de materiales, etc.
- Los gastos de personal técnico y administrativo adscrito a la obra exclusivamente y los imprevistos.
- Todos los gastos que, por su concepto, sean asimilables a cualesquiera de los que se mencionan en los dos puntos anteriores.

Se consideran también incluidos en los precios unitarios de contrato, todos los trabajos, transportes, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, aunque no figuren todos ellos especificados en la descomposición o descripción de los precios.

8.5 Partidas alzadas o unitarias

A los efectos de su valoración y abono se considerarán de dos tipos:

- Partidas alzadas a justificar: las susceptibles de ser medidas en unidades de obra, con precios unitarios.
- Partidas alzadas de abono íntegro: las que se refieren a trabajos cuya especificación figura en los documentos del proyecto y no son susceptibles de medición según los criterios de este Pliego.

Las partidas alzadas a justificar se abonarán a los precios de contrata, con arreglo a las condiciones de la misma y al resultado de las mediciones correspondientes.

Las partidas alzadas de abono íntegro se abonarán al Contratista en su totalidad, una vez terminados los trabajos y obras a que se refieran, de acuerdo con las condiciones del Contrato.

Las partidas alzadas de abono íntegro deberán incluirse en los Cuadros de Precios que formen parte del Presupuesto de Contrato.

8.6 Precios contradictorios

Los precios unitarios que no figuren entre los de contrato se fijarán contradictoriamente entre la Dirección Facultativa y el Contratista.

El cálculo de los costes se basará en los de los precios contratados de unidades análogas, o en su defecto elaborando otros nuevos cuyo desglose de costes deberá ser acorde con la línea de los contratados.

Estos precios deberán estar aprobados por la Dirección Facultativa antes de que haya sido ejecutada la unidad correspondiente. Una vez fijados, con el visto bueno de ambas partes y, aceptados por la Propiedad, tendrán la misma consideración y tratamiento que los Precios Unitarios de Contrato, excepto en los casos en que, por circunstancias excepcionales o estipulaciones contractuales no se hayan elaborado con costes del momento en que se hizo la oferta.

8.7 Abonos a cuenta por materiales acopiados

En general no se abonarán acopios, salvo que se estipule lo contrario en la firma del contrato.

Cuando no haya peligro de que los materiales recibidos como útiles y almacenados en la obra o en los almacenes autorizados para su acopio, sufran deterioro o desaparezcan, se podrá abonar al Contratista hasta el 75% de su valor, incluyendo tal partida en la relación valorada

mensual y teniendo en cuenta este adelanto para deducirlo más tarde del importe total de las unidades de obra en que queden incluidos tales materiales.

Para realizar dicho abono será necesaria la constitución previa del correspondiente aval, de acuerdo con lo establecido al respecto en el Contrato.

El porcentaje de abono se fijará en función del riesgo, tras una ponderación justificada del mismo, y de acuerdo con las condiciones estipuladas en el contrato.

8.8 Penalidades

El Contratista está obligado a cumplir los plazos parciales fijados para la ejecución sucesiva de contrato y el general para su total realización.

Si el Contratista, por causas imputables al mismo, hubiera incurrido en demora respecto de los plazos parciales de manera que haga presumir racionalmente la imposibilidad del cumplimiento del plazo final o éste hubiera quedado incumplido, la Propiedad podrá optar por la resolución del Contrato o la ampliación del plazo con la imposición de las penalidades que se hayan estipulado en el mismo.

Los importes de las penalidades por demora se harán efectivos mediante deducción de los mismos en las certificaciones de obra que se produzcan, salvo determinación contractual distinta al respecto.

Si el retraso fuera producido por motivos no imputables al Contratista, y éste ofreciera cumplir sus compromisos dándole prórroga del tiempo que se le había designado, se concederá por la Propiedad un plazo que será, por lo menos, igual al tiempo perdido a no ser que el Contratista pidiera otro menor.

La petición de prórroga por parte del Contratista deberá acompañarse de las razones por las que estime no le es imputable y señalando el tiempo probable de su duración a los efectos de que la Propiedad pueda oportunamente, y siempre antes de la terminación del plazo del contrato, resolver sobre la prórroga del mismo, y sin perjuicio de que una vez desaparecida la causa se reajuste el plazo prorrogado al tiempo realmente perdido.

8.9 Garantías y fianzas

Las garantías y fianzas de todo tipo que se consideren necesarias por abonos de acopios, daños causados por demoras, etc., serán las que se estipulen en contrato.

Si no se ha establecido otro tipo de fianza en el contrato, del importe de cada certificación se deducirá un cinco (5%) por ciento que será retenido por la Propiedad en concepto de garantía, hasta la Liquidación Final de la obra. La devolución de la fianza no se hará si no se ha acreditado ante la Propiedad que no existe reclamación alguna contra el Contratista por daños y perjuicios derivados de la ejecución de la obra que son por cuenta del Contratista, y sin perjuicio de lo regulado con respecto al Plazo de Garantía en este Pliego.

9 Electricidad. Instalaciones at. Líneas subterráneas

9.1 Objeto

Este documento establece los criterios que han de cumplirse en la ejecución de líneas subterráneas a AT hasta 30 kV.

9.2 Tipos de canalizaciones

La ejecución de las instalaciones de líneas subterráneas de AT se realizará básicamente en los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalizaciones enterradas
- Canalizaciones entubadas
- Cruces por calzadas

9.3 Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público, evitando las calzadas y los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a caminos, bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras o en el terreno, los lugares donde se abrirán las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si hay posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas o trazados de otras líneas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que, durante las operaciones del tendido, deben tener las curvas en función de la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

9.4 Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces, ...). La obligación de señalizar alcanzará, no

sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

9.5 Materiales

9.5.1 Cables

Los cables instalados cumplirán lo especificado en la Norma UNE-EN 60228:2005 y serán del tipo indicado en el proyecto. Su sección será la indicada en el proyecto.

9.5.2 Terminales

Los terminales serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto. Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento del cable. Serán de exterior o enchufables

9.5.3 Empalmes

Serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto. Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento de los cables a empalmar.

9.5.4 Cintas de identificación y abrazaderas de agrupación de cables

Las cintas de identificación serán de color amarillo, marrón o verde. Las abrazaderas de agrupación de cables serán de material sintético y de color negro.

9.5.5 Arena

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. Si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. (Tamiz 032 UNE)

Se utilizará indistintamente de mina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente; las dimensiones de los granos serán de 3 mm como máximo.

Estará exenta de polvo, para lo cual no se utilizará arena con granos de dimensiones inferiores a 0,2 mm.

9.5.6 Ladrillos para fábrica

Los ladrillos empleados para la ejecución de fábricas serán de ladrillo cocido y de dimensiones regulares, y a ser posible enteros.

9.5.7 Tubos termoplásticos

Los tubos tendrán un diámetro mínimo de 160/200 mm y serán de material termoplástico.

9.5.8 Hormigones

Los hormigones serán preferentemente prefabricados en planta y cumplirán las prescripciones de la Instrucción Española para la ejecución de las obras de hormigón EH. El hormigón a utilizar en los rellenos y asientos de los tubos será del tipo HNE-15.

9.6 Ejecución

9.6.1 Excavación

El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra.

Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público, preferentemente bajo acera. Las dimensiones de las zanjas serán las definidas en el proyecto. En los casos especiales, debidamente justificados, en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior al 60% de la indicada en el proyecto, se protegerán mediante tubos, conductos, chapas, etc., de adecuada resistencia mecánica.

En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atenderá a lo dispuesto por los Organismos Oficiales, propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán, como mínimo, de 25 cm.

No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm.

En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse, los conductores deberán colocarse en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.

En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 15 veces el diámetro del cable.

Los cruces de las calzadas serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de las mismas.

La zanja se realizará lo más recta posible. En el caso de electrificación de zonas urbanas, el trazado se mantendrá paralelo en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.

9.6.2 Retirada de tierras

La tierra sobrante, así como los escombros del pavimento y firme se llevarán a escombrera o vertedero, debidamente autorizados con el canon de vertido correspondiente.

9.6.3 Rellenos de zanjas con tierras, zahorras, u hormigón

Una vez colocadas las protecciones del cable, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación o de préstamo, según el caso, apisonada, debiendo realizarse los 25 primeros cm de forma manual. Sobre esta tongada se situará la cinta de atención al cable.

El cierre de las zanjas se realizará por tongadas, cuyo espesor original sea inferior a 25 cm, compactándose inmediatamente cada una de ellas antes de proceder al vertido de la tongada siguiente.

En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactas no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón.

El material de aportación para el relleno de las zanjas tendrá elementos con un tamaño máximo de 10 cm, y su grado de humedad será el necesario para obtener la densidad exigida, una vez compactado.

9.6.4 Rellenos de zanjas con tierras u hormigón

El relleno de zanjas en cruces se realizará con zahorras, o con hormigón HM-20, hasta la cota inferior del firme.

9.6.5 Asiento de cables con arena

En el fondo de las zanjas se preparará un lecho de arena de las características indicadas, de 5cm mínimo de espesor, que ocupe todo su ancho.

Una vez terminado el tendido, se extenderá sobre los cables colocados, una segunda capa de arena de 10 cm de espesor, como mínimo, que ocupe todo el ancho de la zanja.

9.6.6 Asiento de tubos con hormigón

El número de tubos y su distribución en capas serán los indicados en el proyecto, y estarán hormigonados en toda su longitud, o con asiento de arena.

Una vez instalados, los tubos no presentarán en su interior resaltes que impidan o dificulten el tendido de los conductores, realizándose las verificaciones oportunas (paso de testigo).

Antes de la colocación de la capa inferior de los tubos, se extenderá una tongada de hormigón HNE-15 y de 5 cm de espesor que ocupe todo el ancho de la zanja; su superficie deberá quedar nivelada y lo más lisa posible.

Sobre esta tongada se colocarán todos los tubos, realizando los empalmes necesarios; los tubos quedarán alineados y no presentarán en su interior resaltes ni rugosidades.

El conjunto de los tubos se cubrirá con hormigón HNE-15 hasta una cota que rebase la superior de los tubos en, al menos, 10 cm, y que ocupe todo el ancho de las zanjas

9.6.7 Colocación cinta señalización

En las canalizaciones, salvo en los cruces en calzadas, se colocará una cinta de polietileno. Se colocarán a lo largo de la canalización, en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

9.6.8 Colocación protección mecánica

Sobre el asiento del cable en arena se colocará una protección mecánica de un tubo termoplástico de un diámetro de 160 mm o un tubo y una placa cubrecable, según el caso. Se colocará la protección mecánica a lo largo de la canalización en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

9.6.9 Colocación arquetas

En los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas se dispondrá preferentemente de calas de tiros y excepcionalmente de arquetas ciegas, arquetas de hormigón o ladrillo, de dimensiones necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea, como mínimo, 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90°, y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

Las arquetas prefabricadas de hormigón se colocarán sobre el suelo acondicionado previamente, y debidamente niveladas.

Los módulos estarán sellados por medio de juntas. En la cabeza de las arquetas registrables se colocarán los marcos y tapas indicadas en el proyecto, debidamente enrasados con el pavimento correspondiente.

Los marcos se recibirán con mortero M250.

9.6.10 Perforaciones horizontales dirigidas (topo)

Las perforaciones en horizontal por medios mecánicos mediante máquina especial adecuada se realizarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

El número de tubos y diámetro de estos será el indicado en el proyecto.

9.6.11 Sellado de tubos

En los tubos termoplásticos que contengan cables o en los tubos que se considere necesario por su proximidad de tuberías de agua, saneamientos o similares, se taponarán sus bocas con espuma poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por la Dirección de Obra. Se seguirá, en cualquier caso, las instrucciones dadas por el fabricante.

En la boca de los tubos termoplásticos sin ocupación de cables se colocarán los tapones correspondientes, debidamente presionados en su posición tope.

9.6.12 Tendido

El transporte de bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados. Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.

La carga y descarga se realizará suspendiendo la bobina por medio de una barra que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso. No se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.

Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

El tendido se realizará con los cables soportados por rodillos adecuados que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispondrán además de una base que impida su vuelco y su garganta tendrá las dimensiones necesarias para que circule el cable sin que se salga o caiga.

La distancia entre rodillos será tal que el cable, durante el tendido, no roce con la arena. En las curvas se colocarán los rodillos precisos para que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a 20 veces su diámetro, de forma que soporten el empuje lateral de cable.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina. En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.

Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo por los tubos).

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 15 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior a 2,4 daN/mm² o al indicado por el fabricante del cable.

Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido estarán dotadas de dinamómetros apropiados.

El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C, debido a la rigidez que a esas temperaturas toma el aislamiento.

Los conductores se colocarán en su posición definitiva, tanto en las zanjas como en canales de obra o las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas u otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.

Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de colores verde, amarillo y marrón, cada 1,5 m.

Cada 10 m, como máximo, y sin coincidir con las cintas de señalización, se pondrán unas abrazaderas de material sintético de color negro que agrupen la terna de conductores y los mantenga unidos.

En los entubados no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo.

Cuando en una zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos bandas será de 25 cm. La separación entre dos cables multipolares dentro de una misma banda será de 10 cm, como mínimo.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Cuando se coloque por banda más de los circuitos indicados, se abrirá una zanja de anchura especial, teniendo siempre en cuenta las separaciones mínimas de 10 cm entre líneas.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina, y sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.

Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la cubierta

9.6.13 Confección de terminales

Se utilizarán los del tipo indicado en el proyecto, siguiendo para sus instalaciones las instrucciones y normas del fabricante, así como las reseñadas a continuación.

En la ejecución de los terminales, se pondrá especial cuidado en limpiar escrupulosamente la parte del aislamiento de la que se ha quitado la capa semiconductor. Un residuo de barniz, cinta o papel semiconductor es un defecto grave.

Los elementos que controlan el gradiente de campo serán los indicados por el fabricante y se realizarán con las técnicas y herramientas adecuadas.

9.6.14 Confección de empalmes

La ejecución de los empalmes se realizará siguiendo las instrucciones y normas del fabricante. En la ejecución de empalmes en cables, se tendrá especial cuidado en la curvatura de las fases, realizándola lentamente para dar tiempo al desplazamiento de cable y no sobrepasando en ningún punto el radio mínimo de curvatura.

Se procurará, a ser posible, no efectuar ningún cruce de fases, y en el caso de ser indispensable, se extremarán las precauciones al hacer la curvatura.

Los manguitos para la unión de las cuerdas serán los indicados por el Director de Obra, y su montaje se realizará con las técnicas y herramientas que indique el fabricante, teniendo la precaución de que durante la maniobra del montaje del manguito no se deteriore el aislamiento primario del conductor.

9.7 Pruebas eléctricas

Antes de ser conectado a la red, el cable se someterá a verificaciones, para detectar los posibles daños producidos durante la manipulación del cable y accesorios.

- Se comprobará la continuidad y orden de fases.
- Se verificará la continuidad de la pantalla metálica.
- Se realizarán los ensayos dieléctricos de la cubierta y, en su caso, del aislamiento.

10 Electricidad. Instalaciones at. Centros de transformación

10.1 Materiales

Los materiales empleados en el montaje de este tipo de centro están especificados en el proyecto. Los fabricantes de los materiales estarán calificados por la compañía distribuidora.

10.2 Ejecución

10.2.1 Edificio prefabricado

El centro prefabricado constará de todos los elementos previstos en el proyecto y su manejo se realizará con el procedimiento indicado por el fabricante.

Estará dotado de todos los pernos de sujeción e izado correspondientes, que estarán apretados correctamente.

10.2.2 Celdas

Tanto las celdas de línea como las celdas de protección del Transformador cumplirán con lo especificado en el proyecto.

Las celdas se colocarán adecuadamente sobre la solera del centro. Estarán alineados entre sí (celdas extensibles), paralelas a los paramentos y perfectamente aplomadas.

10.2.3 Transformadores

Los transformadores serán de refrigeración natural con dieléctrico líquido (éster vegetal) y cumplirán con lo especificado en el proyecto.

Las operaciones necesarias para el traslado del transformador hasta su posición definitiva, se realizará aplicando la tracción necesaria por medio de mecanismos apropiados (grúas, trácteres, polipastos, etc.) La orientación de las ruedas se realizará elevando el transformador con gatos hidráulicos apropiados; se utilizarán barras de uña, barrones, etc., únicamente como medios auxiliares.

10.2.4 Interconexión celda-trafo

La interconexión cumplirá con los parámetros de diseños estipulados por el fabricante de los equipos en relación con el diseño del parque solar.

10.2.5 Interconexión trafo-cuadro bt (inversores)

La interconexión cumplirá con los parámetros de diseños estipulados por el fabricante de los equipos en relación con el diseño del parque solar.

10.2.6 Instalación de puesta a tierra

10.2.6.1 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Hay que distinguir entre la línea de tierra de la PaT de Protección y la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro). A la línea de tierra de PaT de Protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- Cuba de transformador/res
- Envolverte metálica del cuadro B.T.
- Celda de alta tensión (en dos puntos)
- Pantalla del cable en los extremos conexión-transformador.
- A la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro), se le conectará la salida del neutro del cuadro de B.T.

10.2.7 Formas de los electrodos

El electrodo de PaT estará formado por un bucle enterrado horizontalmente alrededor de CT.

10.2.8 Materiales a utilizar para la puesta a tierra de protección

Se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Línea de Tierra de PaT de Servicio: Se empleará cable de cobre aislado de 50 mm² de sección, tipo RV 0,6/1 kV.

Electrodo de puesta a tierra: La sección del material empleado para la construcción de bucles será conductor de cobre, de 50 mm².

Piezas de conexión: Las conexiones conductor-conductor se efectuarán empleando grapas de latón con tornillo de acero inoxidable, tipo GCP/C16.

10.2.9 Ejecución de las puestas a tierra

Para acometer la tarea de seleccionar el electrodo de PaT es necesario el conocimiento del valor numérico de la resistividad del terreno, pues de ella dependerá tanto la resistencia de difusión a tierra como la distribución de potenciales en el terreno, y como consecuencia las tensiones de paso y contacto resultante en la instalación.

La configuración y disposición de cada tipo de centro, viene especificada en el proyecto.

10.3 Inspección

El Director de obra y la compañía distribuidora controlará e inspeccionará todos los materiales y las diferentes fases de ejecución de la instalación.

Cuando ello no sea posible se realizará un muestreo (de materiales y procedimientos de ejecución) en número suficiente, el cual será representativo del conjunto de la obra.

En aquellas fases de la obra que se consideren significativas, el constructor está obligado a comunicar previamente la fecha de comienzo de las mismas.

Pueden considerarse como partes significativas de una obra, entre otros, los siguientes conceptos:

- Montaje del Edificio Prefabricado.
- Montaje Celda.
- Montaje Trafo.
- Montaje Cuadro BT.
- Interconexión Celda-Trafo.
- Interconexión Trafo-Cuadro BT.
- Instalación de puesta a tierra.
- Comprobación funcional de equipos y protecciones

11 Electricidad. Instalaciones bt. Líneas subterráneas

11.1 Objeto

Este documento establece los criterios que han de cumplirse en la ejecución de líneas subterráneas a BT.

11.2 Tipos de canalizaciones

La ejecución de las instalaciones de líneas subterráneas de AT se realizará básicamente en los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalizaciones enterradas
- Canalizaciones entubadas
- Cruces por calzadas
- Canalizaciones en galería o instalación al aire

11.3 Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, discurrirán por terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitándose ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras o en el terreno, los lugares donde se abrirán las zanjas, señalando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno y acceso a la finca.

Si hay posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas o trazados de otras líneas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que, durante las operaciones del tendido, deben tener las curvas en función de la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

11.4 Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a

la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

11.5 Materiales

11.5.1 Cables

Los cables instalados cumplirán lo especificado en el proyecto.

Su sección será la indicada en el proyecto.

11.5.2 Cinta de señalización, abrazaderas de agrupación de cables

La cinta de señalización de la existencia de conductores eléctricos tendrá la calificación de Material Aceptado.

Las cintas de identificación serán de color verde, amarillo o marrón para las fases, y gris para el neutro. Las abrazaderas de agrupación de cables serán de material sintético y de color negro.

11.5.3 Tubos termoplásticos

Los tubos tendrán los diámetros especificados en el proyecto y serán de material termoplástico.

Los tubos tendrán la calificación de Material Aceptado.

11.6 Ejecución

11.6.1 Excavación

El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra.

Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público, preferentemente bajo acera. Las dimensiones de las zanjas serán las definidas en el proyecto.

En los casos especiales, debidamente justificados, en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior al 60% de la indicada en el proyecto, se protegerán mediante tubos, conductos, chapas, etc., de adecuada resistencia mecánica.

En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atenderá a lo dispuesto por los Organismos Oficiales, propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán, como mínimo, de 25 cm.

No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm. En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan

guardarse, los conductores deberán colocarse en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.

En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 10 veces el diámetro del cable.

Los cruces de las calzadas serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de las mismas.

La zanja se realizará lo más recta posible. En el caso de electrificación de zonas urbanas, el trazado se mantendrá paralelo en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.

11.6.2 Retirada de tierras

La tierra sobrante, así como los escombros del pavimento y firme se llevarán a escombrera o vertedero, debidamente autorizados con el canon de vertido correspondiente.

11.6.3 Rellenos de zanjas con tierras, todo-uno, zahorras u hormigóns

Una vez colocadas las protecciones del cable, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación o de préstamo, según el caso, apisonada, debiendo realizarse los 25 primeros cm de forma manual. Sobre esta tongada se situará la cinta de atención al cable.

El cierre de las zanjas se realizará por tongadas, cuyo espesor original sea inferior a 25 cm, compactándose inmediatamente cada una de ellas antes de proceder al vertido de la tongada siguiente.

En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactas no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón.

El material de aportación para el relleno de las zanjas tendrá elementos con un tamaño máximo de 10 cm, y su grado de humedad será el necesario para obtener la densidad exigida, una vez compactado.

11.6.4 Asientos de cables con arena

En el fondo de las zanjas se preparará un lecho de arena de las características indicadas, de 10 cm de espesor, que ocupe todo su ancho.

Una vez terminado el tendido, se extenderá sobre los cables colocados, una segunda capa de arena de 10 cm de espesor, como mínimo, que ocupe todo el ancho de la zanja.

11.6.5 Asientos de tubos con hormigón

El número de tubos y su distribución en capas serán los indicados en el proyecto, y estarán hormigonados en toda su longitud, o con asiento de arena.

Una vez instalados, los tubos no presentarán en su interior resaltes que impidan o dificulten el tendido de los conductores, realizándose las verificaciones oportunas (paso de testigo).

Antes de la colocación de la capa inferior de los tubos, se extenderá una tongada de hormigón HNE-15 y de 5 cm de espesor que ocupe todo el ancho de la zanja; su superficie deberá quedar nivelada y lo más lisa posible.

Sobre esta tongada se colocarán todos los tubos, realizando los empalmes necesarios; los tubos quedarán alineados y no presentarán en su interior resaltes ni rugosidades.

El conjunto de los tubos se cubrirá con hormigón HNE-15 hasta una cota que rebase la superior de los tubos en, al menos, 10 cm, y que ocupe todo el ancho de las zanjas

11.6.6 Colocación cinta señalización

En las canalizaciones, salvo en los cruces en calzadas, se colocará una cinta de polietileno. Se colocarán a lo largo de la canalización, en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

11.6.7 Colocación protección mecánica

Sobre el asiento del cable en arena se colocará una protección mecánica de un tubo termoplástico de un diámetro de 160 mm o un tubo y una placa cubrecable, según el caso. Se colocará la protección mecánica a lo largo de la canalización en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

11.6.8 Colocación de arquetas

En los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas se dispondrá preferentemente de calas de tiros y excepcionalmente de arquetas ciegas, arquetas de hormigón o ladrillo, de dimensiones necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea, como mínimo, 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90°, y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

Las arquetas prefabricadas de hormigón se colocarán sobre el suelo acondicionado previamente, y debidamente niveladas.

Los módulos estarán sellados por medio de juntas.

En la cabeza de las arquetas registrables se colocarán los marcos y tapas indicadas en el proyecto, debidamente enrasados con el pavimento correspondiente. Los marcos se recibirán con mortero M250.

11.6.9 Sellado de tubos

En los tubos termoplásticos que contengan cables o en los tubos que se considere necesario por su proximidad de tuberías de agua, saneamientos o similares, se taponarán sus bocas con

espuma poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por la Dirección de Obra. Se seguirá, en cualquier caso, las instrucciones dadas por el fabricante.

En la boca de los tubos termoplásticos sin ocupación de cables se colocarán los tapones correspondientes, debidamente presionados en su posición tope.

11.6.10Tendido

El transporte de bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados.

Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.

La carga y descarga se realizará suspendiendo la bobina por medio de una barra que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso. No se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.

Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina. En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.

Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo por los tubos).

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior a 2,4 daN/mm² o al indicado por el fabricante del cable.

Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido estarán dotadas de dinamómetros apropiados.

El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C, debido a la rigidez que a esas temperaturas toma el aislamiento.

Los conductores se colocarán en su posición definitiva, tanto en las zanjas como en canales de obra o las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas u otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.

Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de colores verde, amarillo, marrón y gris, cada 1,5 m.

Cada 10 m, como máximo, y sin coincidir con las cintas de señalización, se pondrán unas abrazaderas de material sintético de color negro que agrupen la terna de conductores y los mantenga unidos.

En los entubados no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo. Cuando en una zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos bandas será de 10 cm. La separación entre dos cables de BT dentro de una misma banda será de 7 cm, como mínimo.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Cuando se coloque por banda más de los circuitos indicados, se abrirá una zanja de anchura especial, teniendo siempre en cuenta las separaciones mínimas de 7 cm entre líneas de BT.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina, y sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.

Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la cubierta del cable

12 Obra civil. Explanaciones, desbroce del terreno

12.1 Definición

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material indeseable a juicio del Director de las obras.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

Remoción de los materiales objeto de desbroce.

- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo. La tierra vegetal deberá ser siempre retirada.

12.2 Ejecución de las obras

12.2.1 Remoción de los materiales de desbroce

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

En zonas muy blandas o pantanosas la retirada de la capa de tierra vegetal puede ser inadecuada, por poder constituir una costra más resistente y menos deformable que el terreno subyacente. En estos casos y en todos aquellos en que, según el Proyecto o el Director de las Obras, el mantenimiento de dicha capa sea beneficioso, ésta no se retirará.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas existentes.

El Contratista deberá disponer las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista, éste deberá reemplazarlos, con la aprobación del Director de las Obras, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm), por debajo de la rasante de la explanación. Fuera de la explanación los tocones de la vegetación que a juicio del Director de las Obras sea necesario retirar, en función de las necesidades impuestas por la seguridad de la circulación y de la incidencia del posterior desarrollo radicular, podrán dejarse cortados a ras de suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán conforme a lo indicado en este Pliego hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Director de las Obras.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición de la Propiedad y separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. Salvo

indicación en contra del Director de las Obras, la madera no se troceará a longitud inferior a tres metros (3 m).

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

12.2.2 Retirada o disposición de los materiales desbrozados

Todos los productos o subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, establezca el Proyecto u ordene el Director de las Obras.

12.2.3 Medición y abono

Se medirán m² de la superficie en planta desbrozada, con el espesor que se indique en los Planos y Mediciones de Proyecto.

En esta unidad de obra se considera incluida la obtención de los permisos necesarios para el vertido del material procedente del desbroce.

Las medidas de protección de la vegetación y bienes y servicios considerados como permanentes no serán objeto de abono independiente. Tampoco, se abonará el desbroce de las zonas de

préstamo.

13 Obra civil. Explanaciones. Excavación de la explanación y préstamos

13.1 Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde han de asentarse los viales, incluyendo la plataforma, taludes y cunetas, así como las zonas de préstamos previstos o autorizados, y el consiguiente transporte de los productos removidos al depósito o lugar de empleo.

Se incluyen en esta unidad la ampliación de las trincheras, la mejora de taludes en los desmontes, y la excavación adicional en suelos inadecuados, ordenadas por el Director de las Obras.

Se denominan "préstamos previstos" aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos indicados en el Proyecto o dispuestos por la Administración, en los que el Contratista queda exento de la obligación y responsabilidad de obtener la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones. Se denominan "préstamos autorizados" aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos seleccionados por el Contratista y

autorizados por el Director de las Obras, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones.

13.2 Clasificación de las excavaciones

En el presupuesto se indica, explícitamente, si la excavación ha de ser "clasificada" o "no clasificada". En el caso de excavación clasificada, se considerarán los tipos siguientes:

- Excavación en roca: Comprenderá, a efectos de este Pliego y, en consecuencia, a efectos de medición y abono, la correspondiente a todas las masas de roca, depósitos estratificados y aquellos materiales que presenten características de roca masiva o que se encuentren cementados tan sólidamente que hayan de ser excavados utilizando explosivos. Este carácter estará definido por el Director de las Obras en función de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el terreno, o bien por otros procedimientos contrastables durante la ejecución de la obra.
- Excavación en terreno de tránsito: Comprenderá la correspondiente a los materiales formados por rocas descompuestas, tierras muy compactas, y todos aquellos en que, no siendo necesario, para su excavación, el empleo de explosivos sea precisa la utilización de escarificadores profundos y pesados. La calificación de terreno de tránsito estará definida por el Director de las Obras, en función de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el terreno, o bien por otros procedimientos contrastables durante la ejecución de la obra.
- Excavación en tierra: Comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en los apartados anteriores.

Si se utiliza el sistema de "excavación clasificada", el Contratista determinará durante la ejecución, y notificará por escrito, para su aprobación, al Director de las Obras, las unidades que corresponden a excavaciones en roca, excavación en terreno de tránsito y excavación en tierra, teniendo en cuenta para ello las definiciones anteriores, y los criterios definidos por el Director de las Obras.

13.3 Ejecución de las obras. Generalidades

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en el Proyecto, y a lo que sobre el particular ordene el Director de las Obras. El Contratista deberá comunicar con suficiente antelación al Director de las Obras el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del mismo.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán, en cualquier caso, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado. En especial, se atenderá a las características tectónico-estructurales del entorno y a las alteraciones de su drenaje y se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos:

- Inestabilidad de taludes en roca o de bloques de la misma, debida a voladuras inadecuadas
- Deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación
- Encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras
- Taludes provisionales excesivos,
- Etc.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

13.3.1 Drenajes

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas, y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

13.3.2 Tierra vegetal

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, especifique el Director de las Obras, en concreto, en cuanto a la extensión y profundidad que debe ser retirada. Se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el Director de las Obras.

La tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados. La retirada, acopio y disposición de la tierra vegetal se realizará cumpliendo las prescripciones del documento "Desbroce del terreno" del Pg3, y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

13.3.3 Empleo de los productos de excavación

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo, en su defecto, se estará a lo que, al respecto, disponga el Director de las Obras.

En el caso de excavación por voladura en roca, el procedimiento de ejecución deberá proporcionar un material adecuado al destino definitivo del mismo, no siendo de abono las operaciones de ajuste de la granulometría del material resultante, salvo que dichas operaciones se encuentren incluidas en otra unidad de obra.

No se desechará ningún material excavado sin la previa autorización del Director de las Obras.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de las Obras.

Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada, en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

El material extraído en exceso podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, si así lo autoriza el Director de las Obras, debiéndose cumplir las mismas condiciones de acabado superficial que el relleno sin ampliar.

Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las autorizadas por el Director de las Obras a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Director de las Obras

13.3.4 Préstamos y caballeros

Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director de las Obras, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos, a fin de que se pueda medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede.

No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.

Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación.

El Contratista no excavará más allá de las dimensiones y cotas establecidas.

Los préstamos deberán excavarlos disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan que se pueda acumular agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Director de las Obras ordene al respecto.

Los taludes de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde la carretera terminada, ni desde cualquier otro punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente respecto a su posible impacto ambiental.

Los caballeros, o depósitos de tierra, que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y un grado de estabilidad que evite cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en los lugares que, al efecto, señale el Director de las Obras, se cuidará de evitar sus arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe, y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de la carretera.

El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

Cuando tras la excavación de la explanación aparezca suelo inadecuado en los taludes o en la explanada, el Director de las Obras podrá requerir del Contratista que retire esos materiales y los sustituya por material de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y de la colocación de este relleno se tomarán perfiles transversales.

13.3.5 Taludes

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. En el caso que la excavación del talud sea definitiva y se realice mediante perforación y voladura de roca, se cumplirá lo dispuesto en el artículo "Excavación especial de taludes en roca" del Pg3.

Las zanjas que, de acuerdo con el Proyecto, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en limitar la longitud de la zanja abierta al mismo tiempo, a efectos de disminuir los efectos antes citados.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como bulones, gunitado, plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., dichos trabajos deberán realizarse tan pronto como la excavación del talud lo permita.

Se procurará dar un aspecto a las superficies finales de los taludes, tanto si se recubren con tierra vegetal como si no, que armonice en lo posible con el paisaje natural existente. En el caso de emplear gunita, se le añadirán colorantes a efectos de que su acabado armonice con el terreno circundante.

La transición de desmonte a terraplén se realizará de forma gradual, ajustando y suavizando las pendientes, y adoptándose las medidas de drenaje necesarias para evitar aporte de agua a la base del terraplén.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director de las Obras. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director de las Obras, el Contratista será responsable de los daños y sobrecostes ocasionados.

13.3.6 Medición y abono

En el caso de explanaciones, la excavación se abonará por metros cúbicos (m³) medidos sobre planos de perfiles transversales, una vez comprobado que dichos perfiles son correctos.

En el precio se incluyen los procesos de formación de los posibles caballeros, el pago de cánones de ocupación, y todas las operaciones necesarias y costos asociados para la completa ejecución de la unidad.

Los préstamos no se medirán en origen, ya que su cubicación se deducirá de los correspondientes perfiles de terraplén. De no ser así, esta excavación se considerará incluida dentro de la unidad de terraplén.

Las medidas especiales para la protección superficial del talud se medirán y abonarán siguiendo el criterio establecido en el Proyecto para las unidades respectivas.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones definidas en el Proyecto, o las órdenes escritas del Director de las Obras, ni los rellenos compactados que fueran precisos para reconstruir la sección ordenada o proyectada.

El Director de las Obras podrá obligar al Contratista a rellenar las sobreexcavaciones realizadas, con las especificaciones que aquél estime oportunas, no siendo esta operación de abono.

Todas las excavaciones se medirán una vez realizadas y antes de que sobre ellas se efectúe ningún tipo de relleno. En el caso de que el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el Director de las Obras

14 Obra civil. Explanaciones. Excavación en zanjas

14.1 Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

14.2 Clasificación de las excavaciones

Serán aplicables las prescripciones del documento "Excavación de la explanación y préstamos".

14.3 Ejecución de las obras

14.3.1 Principios generales

El Contratista notificará al Director de las Obras, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el

terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del Director de las Obras.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas y pozos, el Director de las Obras autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel. No obstante, el Director de las Obras podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación. También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director de las Obras.

Se tomarán las precauciones necesarias para impedir la degradación del terreno de fondo de excavación en el intervalo de tiempo que medie entre la excavación y la ejecución de la cimentación u obra de que se trate.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

14.3.2 Entibación

En aquellos casos en que se hayan previsto excavaciones con entibación, el Contratista podrá proponer al Director de las Obras efectuarlas sin ella, explicando y justificando de manera exhaustiva las razones que apoyen su propuesta. El Director de las Obras podrá autorizar tal modificación, sin que ello suponga responsabilidad subsidiaria alguna. Si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el Director de las Obras, por razones de seguridad, estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá ordenar al Contratista la utilización de entibaciones, sin considerarse esta operación de abono independiente.

14.3.3 Drenajes

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla. El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que no provoque la segregación de los materiales que han de componer el hormigón de cimentación, y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas desde el hormigonado. El Contratista someterá a la aprobación del Director de las Obras los planos de detalle y demás documentos que expliquen y justifiquen los métodos de construcción propuestos.

14.3.4 Taludes

En el caso de que los taludes de las zanjas o pozos, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes del Director de las Obras, resulten inestables y, por tanto, den origen a desprendimientos antes de la recepción de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos.

14.3.5 Limpieza de fondos

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo el material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquéllos, y previa autorización del Director de las Obras.

14.3.6 Empleo de los productos de excavación

Serán aplicables las prescripciones del apartado “Excavación de la Explanación y Préstamos”.

14.3.7 Caballeros

Serán aplicables las prescripciones del apartado “Excavación de la Explanación y Préstamos”.

14.4 Excesos inevitables

Los sobreanchos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán estar aprobados por el Director de las Obras.

14.5 Tolerancias de las superficies acabadas

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados, y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (5 cm) respecto de las superficies teóricas.

Las sobreexcavaciones no autorizadas deberán rellenarse de acuerdo con las especificaciones definidas por el Director de las Obras, no siendo esta operación de abono independiente.

14.6 Medición y abono

La excavación en zanjas o pozos se abonará por metros cúbicos (m³) deducidos a partir de las secciones en planta y de la profundidad ejecutada.

Se abonarán los excesos autorizados e inevitables.

El precio incluye las entibaciones, agotamientos, transportes de productos a vertedero, posibles

cánones, y el conjunto de operaciones y costes necesarios para la completa ejecución de la unidad.

No serán de abono los excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección tipo teórica, por defectos imputables al Contratista ni las excavaciones y movimientos de tierra considerados en otras unidades de obra.



El ingeniero Industrial
Colegiado 1163. COIIAOR
Juan Navarro Navarro



El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coiaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



PRESUPUESTO



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL CANTIDAD	EUROS	IMPORTE
1	OBRA CIVIL							
1.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.01.01	m2 LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO Desbroce y limpieza de terreno, por medios mecánicos, sin tala de árboles con carga a camión y transporte a vertedero, sito a menos de 10 Km. Incluso vallado de traviesas existente.							
	Area vallada					76.159		
							76.159	0,14
								10.662,26
01.01.03	m2 COMPACTADO DE TIERRAS M2 de compactación de tongada de tierras de rodillo compactador liso medido en tongadas de un máximo de 30 cm de espesor, al menos con 2 pasadas en direcciones perpendiculares. Incluye el riego mediante cisterna.							
	Camino Perimetral	5	1180			5.900		
	Caminos internos	5	349			1.745		
							7.645	0,86
								6.574,70
	TOTAL 1.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS							17.236,96
1.02	VALLADO							
01.02.01	ML MALLA CINEGÉTICA 200-14-30 ml Malla anudada o ganadera, de 2 metros de alto. Cinegética 200-14-30. Fabricada con alambre galvanizado y presentada en rollos de 100 metros lineales, con una altura de 2 metros, 14 alambres horizontales, 30 centímetros de distancia entre los alambres verticales. Diámetro de los alambres 1,90/2,50 milímetros. Geometría progresiva. Totalmente instalada							
	Perímetro vallado	1		1216		1.216		
							1.216	5,00
								6.080,00
	TOTAL 1.02 VALLADO							6.080,00
1.03	CANALIZACIONES							
01.03.01	M3 EXCAV.ZANJA RETRO T.MED.-DURO M3. Excavación con retroexcavadora en terrenos de consistencia media- dura, en apertura de zanjas,cimentación o saneamiento, con extracción de tierras a los bordes o carga a camión, i.limpieza manual del fondo							
	Zanja BT DC	693,75	0,6	0,75		312		
	Zanja BT AC	449,89	0,6	0,75		202		
	Zanja MT	411,4	0,6	0,95		234		
							749	3,12
								2.337,30
01.03.02	M3 TRANSP.TIERRAS < 10KM.CARG.MEC M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, a una distancia menor de 10 Km., con camión volquete de 10 Tm. y con carga por medios mecánicos							
							375	2,49
								932,67

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor. e-visado.net/validar.aspx Código: r0sz2pg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE
01.03.05	M3 RELLENO ZANJAS TIERRAS PROPIAS M3. Relleno y compactación mecánica de zanjas y pozos, por medios mecánicos en tongadas de 20 cm. de espesor, i/regado de las mismas, con tierras propias de excavación, seleccionadas, humectado y compactación superior al 97% del Proctor Modificado						375	1,30	486,94
01.03.08	MI CINTA ATENCIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS MI cinta de polietileno de 15 cm de ancha, con indicación "Atención debajo hay cables eléctricos", instalada en zanja.						1.555	0,30	466,51
	TOTAL 1.03 CANALIZACIONES								4.223,43
	TOTAL 1. OBRA CIVIL								27.540,39
2	MÓDULOS FV Y ESTRUCTURA								
2.01	UD PANEL FOTOVOLTAICO RISEN RSM132-8-650M Ud. Módulo fotovoltaico de silicio monocristalino, Risen RSM132-8-650M de 650w de potencia con tolerancia de 0/+5 %, clase de protección II, características eléctricas principales: Vmpp=37,76 Vdc, Imp= 17,22 A dotado de toma de tierra, grado de protección IP-68 con diodos de by-pass, conexión mediante multicontacto, bornera atornillable, dimensiones 2384*1303*35 mm accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura. Completamente montado, probado y funcionando		16	30	13		6.240		
							6.240	171,50	1.070.160,00
2.02	UD TRACKER 2Vx15 HINCADA Ud estructura con seguimiento a un eje horizontal, metálica, hincada en el terreno con pilares de acero galvanizado y estructura de aluminio para fijación de 30 paneles fotovoltaicos montados en dos filas de 15, profundidad de hincado > 1,5 metros, composición s/planos, incluida garantía, seguridad trabajos en altura, tornillería acero inoxidable. Instalada y en funcionamiento						208		
							208	1850,00	384.800,00
2.03	ud INSTALACION PUESTA A TIERRA ESTRUCTURA MODULOS FV Ud. realización de puesta a tierra estructura formada por 55 picas acero/cobre 2m DN-14 unidas con cable de cobre de 35 mm2 (L> 150 m) enterrado en el terreno formando un electrodo de TT, uniendo piezas de la estructura soportes paneles fotovoltaicos y masas metálicas del sistema fotovoltaico, conexiones, instalada, medida de la TT y certificada						55		
							55	41,75	2.296,25
	TOTAL 2. MÓDULOS FV Y ESTRUCTURA								1.457.256,25

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE
5	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1X2500 kVA								
5.01	UD CASETA PREFABRICADA PFU-5/1T Ud Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu.5, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 2780 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.						1	8400,00	8.400,00
5.02	UD INSTALACION TIERRA DE PROTECCIÓN CT Ud. realización de puesta a tierra de servicio electrodo 60-25/5/42 UNESA, formada por 4 picas DN-14/2m. en rectángulo de 6X2,5 m , a profundidad de 0,50m, unidas por cable de cobre de 50 mm2. incluso ramales, caja seccionamiento/ medida y accesorios						1	295,00	295,00
5.03	UD INSTALACION TIERRA DE SERVICIO CT Ud. realización de puesta a tierra de servicio electrodo 5/62 UNESA, formada por 6 picas DN-14/2m. en hilera separadas 3m, a profundidad de 0,50m, unidas por cable de cobre de 50 mm2. incluso ramales, caja seccionamiento/ medida y accesorios						1	163,00	163,00
5.03	M2 ACERADO CT - SOLERA DE HORMIGON FRATAS. 15CM M2 solera de hormigón HM-20., de 15 cm. de espesor, i/ juntas de contorno y dilatación, vertido y regleado con acabado fratasado para formación de acerado protector perimetral al Centro Transformación,						1	300,00	300,00
5.04	UD CELDA DE LINEA CGMCOSMOS-L - 24KV Ud. Celda modular de línea, tipo cgmcosmos-l, de Ormazabal, de corte y aislamiento íntegro en SF6, de 365 mm. de ancho por 1.740 mm. de alto por 735 mm. de fondo. De características eléctricas Vn = 24 kV, In = 400 A, Icc = 16 kA / 1s (40kA pico). Incluso montaje y conexionado.	1					1	4300,00	4.300,00
5.05	UD CELDA PROTECCIÓN CGMCOSMOS-V Ud. Celda modular de protección con interruptor automático, tipo cgmcosmosv de Ormazabal, de aislamiento íntegro en SF6, de 480 mm. de ancho por 1.740mm. de alto por 850 mm. de fondo. De características eléctricas Vn =24 kV, In = 400 A, Icc = 16 kA / 1s (40kA pico). incluso montaje y conexión, instalada	1					1	18500,00	18.500,00
5.07	UD CONECTOR RECTO SERIE 250 DE 95MM2 PARA TRAF0 Ud conector en T 24 KV -630A serie 250 de 95mm2 para la conexión a bornas enchufables transformador, completo e instalado Conexión TRAF0	1	1	3			3	80,00	240,00

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2zpg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE
5.08	UD CONECTOR CABLE AT DE 240 mm2 A CELDA Ud conector atornillable en T serie 400 Elastimold para cable HEPRZ1 12/20 KV de 1x240Al mm2 empalmado y colocado								
	Conexión celda línea	1	1	3			3	110,00	330,00
5.09	MI PUENTE DE ALTA TENSIÓN CELDA/TRAFO CABLE 95 MM2 AL MI Puente de conexión con cables de AT tipo HEPRZ1 12/20Kv de 3(1x95 mm2 Al)+H16 desde celda de MT a transformador de potencia, instalada en bandeja o soportes normalizados, colocado								
	Puente de cables	1	1	3			3	26,00	78,00
5.10	UD TRANSFORMADOR DE POTENCIA 2500 KVA ÉSTER VEGETAL Ud transformador de potencia de 2500 KVA, Ecodiseño TIER-2, tipo 2500/24/ 0,8, grupo conexión DY11, relación 15000/ 800V +-2,5%+- 5% de interior con aislamiento de éster vegetal (éster vegetal biodegradable, alta resistencia al fuego, refrigerante transformador), llenado integral, bajas pérdidas, bornas enchufables, con protocolo de pruebas, instalado								
		1	1				1	88000,00	88.000,00
5.11	M3 RELLENO FOSO CELDA TRANSFORMADOR CON PIEDRA M3. Relleno de foso con piedra con funciones de cortafuego (al aire) o relleno, i/extensión								
		1	1	1,2	0,3		0,36	6,00	2,16
5.12	ML PUENTE BAJA TENSIÓN TRAFO/ CBTA, RZ1-K(AS) 0,6/1KV 240mm2 AL MI cable RZ1-K (AS) 0,6/1 KV de 1x240 mm2-AL, conexión entre transformador y cuadro protección BT "CBTA", alojado en bandeja, con accesorios, instado								
	3(10x240mm2AL)F	1	30	6	1		180	7,00	1.260,00
5.13	UD TERMINAL BIMETÁLICO PARA CABLE 240 MM2 Ud terminal bimetalico XCX de 240 instalado en cable de aluminio de 240 mm2 con accesorios								
		1	30	2	1		60	5,50	330,00
5.14	ML BANDEJA GALVANIZADA DE 300X100 Ud bandeja galvanizada de 300x100 mm, con p/p de piezas de unión, piezas especiales, cortes y soportes de tipo medio colocados a menos de 1m								
		1	6	1	1		6	13,40	80,40

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante. la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE
5.15	UD CUADRO DISTRIBUCIÓN BT 7 SALIDAS CBTA 2000 Ud cuadro BT de distribución modelo CBTA 2000, 3P ST, Norma UNE-EN 61139-5, tensión nominal 800V, Intensidad nominal 2000A, dotado de seccionador vertical, 7 salidas/llegadas de líneas de baja tensión procedente de inversores con bases c/c 400A incluso embarrados, fusibles APR 250A, incluso auxiliares y accesorios varios, instalado	1	1				1		
								1	8.200,00
5.17	UD TRANSFORMADOR DE SSAA Ud Transformador 5 KVA 800/400-230 v para servicios auxiliares, incluso línea de alimentación cable RZ1-K(AS) 0,6/1kV de 5x16mm2 bajo tubo o bandeja protectora. instalado y en servicio	1	1				1		
								1	750,00
5.18	UD CONJUNTO DE VIGILANCIA DE AISLAMIENTO Ud Conjunto para vigilancia de aislamiento de la parte de baja tensión en corriente alterna, compuesto por Monitor de aislamiento permanente con función de alarma. Limitador de tensión para protección de sobretensiones . Resistencia limitadora . Totalmente instalado	1	1				1		
								1	5.500,00
TOTAL 5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1x2500 kVA									130.478,56
6	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1X2000 kVA								
6.01	UD CASETA PREFABRICADA PFU-5/1T Ud Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu.5, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 2780 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.						1		
								1	8.400,00
6.02	Ud INSTALACION TIERRA DE PROTECCIÓN CT Ud. realización de puesta a tierra de servicio electrodo 60-25/5/42 UNESA, formada por 4 picas DN-14/2m. en rectángulo de 6X2,5 m , a profundidad de 0,50m, unidas por cable de cobre de 50 mm2. incluso ramales, caja seccionamiento/ medida y accesorios						1		
								1	295,00
6.03	Ud INSTALACION TIERRA DE SERVICIO CT Ud. realización de puesta a tierra de servicio electrodo 5/62 UNESA, formada por 6 picas DN-14/2m. en hilera separadas 3m, a profundidad de 0,50m, unidas por cable de cobre de 50 mm2. incluso ramales, caja seccionamiento/ medida y accesorios						1		
								1	163,00

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE
6.03	M2 ACERADO CT - SOLERA DE HORMIGON FRATAS. 15CM M2 solera de hormigón HM-20., de 15 cm. de espesor, i/ juntas de contorno y dilatación, vertido y regleado con acabado fratasado para formación de acerado protector perimetral al Centro Transformación,						1		
								1	300,00
6.04	UD CELDA DE LINEA CGMCOSMOS-L - 24KV Ud. Celda modular de línea, tipo cgmcosmos-l, de Ormazabal, de corte y aislamiento íntegro en SF6, de 365 mm. de ancho por 1.740 mm. de alto por 735 mm. de fondo. De características eléctricas Vn = 24 kV, In = 400 A, Icc = 16 kA / 1s (40kA pico). Incluso montaje y conexionado.						1		
								1	4300,00
6.05	UD CELDA PROTECCIÓN CGMCOSMOS-V Ud. Celda modular de protección con interruptor automático, tipo cgmcosmosv de Ormazabal, de aislamiento íntegro en SF6, de 480 mm. de ancho por 1.740mm. de alto por 850 mm. de fondo. De características eléctricas Vn =24 kV, In = 400 A, Icc = 16 kA / 1s (40kA pico). incluso montaje y conexión, instalada						1		
								1	18500,00
6.07	UD CONECTOR RECTO SERIE 250 DE 95MM2 PARA TRAF0 Ud conector en T 24 KV -630A serie 250 de 95mm2 para la conexión a bornas enchufables transformador, completo e instalado								
	Conexión TRAF0	1	1	3			3		
								3	80,00
6.08	UD CONECTOR CABLE AT DE 240 mm2 A CELDA Ud conector atornillable en T serie 400 Elastimold para cable HEPRZ1 12/20 KV de 1x240Al mm2 empalmado y colocado								
	Conexión celda línea	1	1	3			3		
								3	110,00
6.09	MI PUENTE DE ALTA TENSIÓN CELDA/TRAF0 CABLE 95 MM2 AL MI Puente de conexión con cables de AT tipo HEPRZ1 12/20Kv de 3(1x95 mm2 Al)+H16 desde celda de MT a transformador de potencia, instalada en bandeja o soportes normalizados, colocado								
	Puente de cables	1	1	3			3		
								3	26,00
6.10	UD TRANSFORMADOR DE POTENCIA 2000 KVA ÉSTER VEGETAL Ud transformador de potencia de 2000 KVA, Ecodiseño TIER-2, tipo 2000/24/ 0,8, grupo conexión DY11, relación 15000/ 800V +-2,5%+- 5% de interior con aislamiento de éster vegetal (éster vegetal biodegradable, alta resistencia al fuego, refrigerante transformador), llenado integral, bajas pérdidas, bornas enchufables, con protocolo de pruebas, instalado								
		1	1				1		
								1	81000,00

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE		
6.11	M3 RELLENO FOSO CELDA TRANSFORMADOR CON PIEDRA M3. Relleno de foso con piedra con funciones de cortafuego (al aire) o relleno, i/extensión	1	1	1,2	0,3	0		0,36	6,00	2,16	
6.12	ML PUENTE BAJA TENSIÓN TRAF0/ CBTA, RZ1-K(AS) 0,6/1KV 240mm2 AL ML cable RZ1-K (AS) 0,6/1 KV de 1x240 mm2-Al, conexión entre transformador y cuadro protección BT "CBTA", alojado en bandeja, con accesorios, instado 3(7x240mm2AL)F	1	21	6	1	126		126	7,00	882,00	
6.13	UD TERMINAL BIMETÁLICO PARA CABLE 240 MM2 Ud terminal bimetálico XCX de 240 instalado en cable de aluminio de 240 mm2 con accesorios	1	21	2	1	42		42	5,50	231,00	
6.14	ML BANDEJA GALVANIZADA DE 300X100 Ud bandeja galvanizada de 300x100 mm, con p/p de piezas de unión, piezas especiales, cortes y soportes de tipo medio colocados a menos de 1m	1	6	1	1	6		6	13,40	80,40	
6.15	UD CUADRO DISTRIBUCIÓN BT 6 SALIDAS CBTA 2000 Ud cuadro BT de distribución modelo CBTA 2000, 3P ST, Norma UNE-EN 61139-5, tensión nominal 800V, Intensidad nominal 2000A, dotado de seccionador vertical, 6 salidas/llegadas de líneas de baja tensión procedente de inversores con bases c/c 400A incluso embarrados, fusibles APR 250A, incluso auxiliares y accesorios varios, instalado	1	1			1		1	8200,00	8.200,00	
6.17	UD TRANSFORMADOR DE SSAA Ud Transformador 5 KVA 800/400-230 v para servicios auxiliares, incluso línea de alimentación cable RZ1-K(AS) 0,6/1kV de 5x16mm2 bajo tubo o bandeja protectora. instalado y en servicio	1	1			1		1	750,00	750,00	
6.18	UD CONJUNTO DE VIGILANCIA DE AISLAMIENTO Ud Conjunto para vigilancia de aislamiento de la parte de baja tensión en corriente alterna, compuesto por Monitor de aislamiento permanente con función de alarma. Limitador de tensión para protección de sobretensiones . Resistencia limitadora . Totalmente instalado	1	1			1		1	5500,00	5.500,00	
TOTAL 6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1x2000 kVA											123.001,56

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE
7	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA								
7.01	UD CASETA PREFABRICADA PFU-4 Ud Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu.4, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 2780 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.						1	7100,00	7.100,00
7.02	Ud INSTALACION TIERRA DE PROTECCIÓN CT Ud. realización de puesta a tierra de servicio electrodo 50-25/5/42 UNESA, formada por 4 picas DN-14/2m. en rectángulo de 5X2,5 m , a profundidad de 0,50m, unidas por cable de cobre de 50 mm2. incluso ramales, caja seccionamiento/ medida y accesorios						1	265,00	265,00
7.03	Ud. CELDA CGMCOSMOS-V DE PROTECCIÓN POR INTERRUPTOR AUTOMÁTICO Ud. Celda de Media tensión moduloar de interruptor automático, 24 kV de tensión asignada y 400A de intensidad asignada. Intensidad de corta duración 16kA eficaz. Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado - seccionador / interruptor automático, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera. Seccionador - Seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Interruptor automático trifásico de corte en vacio según norma IEC 62271-100, secuencia nominal CO - 15 s - CO. Endurancia eléctrica a intensidad asignada de 2000 maniobras y 30 CC (50% DC). Mecanismo de maniobra de seccionador operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurancia para el seccionador de 2000 maniobras, según norma IEC 62271-102. Intercambiable en obra en cualquier posición sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del seccionador con el mecanismo retirado condenable por candado. Mecanismo de maniobra de interruptor automático accionado por resortes operado mediante botonera frontal, motorizado a 48Vcc tipo AMV con bobinas de apertura y cierre. Endurancia M1, 2000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 62271-100. . Dimensiones 1740x480x845. Montada e instalada.						1	19500,00	19.500,00

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE
7.04	<p>Ud. PROTECCIÓN EKOR RPA-220 (modelo capacitivo)</p> <p>Unidad multifunción avanzada de protección, medida y control ekor.rpa 220 dispone de las siguientes características: Funciones de Protección:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sobreintensidad de fases temporizada (51) x2 - Sobreintensidad de fases instantánea (50) - Sobreintensidad fase-tierra temporizada (51N) x2 - Sobreintensidad fase-tierra instantánea (50N) - Sobreintensidad de neutro sensible (50Ns/51Ns) - Sobreintensidad de neutro sensible adicional (51G) - Sobreintensidad direccional de fases (67) - Sobreintensidad direccional de neutro (67N) - Sobreintensidad direccional de neutro sensible (67Ns) - Secuencia inversa (46) - Fase abierta (46BC) - Sobrecarga térmica (49) - Mínima tensión de fases (27) - Máxima tensión de fases (59) - Máxima tensión de neutro (59N) - Mínima frecuencia (81m) - Máxima frecuencia (81M) 	1				1		4600,00	4.600,00
7.06	<p>Ud. CELDA CGMCOSMOS-L DE LÍNEA</p> <p>Ud. Celda de Media tensión modular de entrada/salida de cables a 24 kV de tensión asignada y 400A de intensidad asignada. Intensidad de corta duración 16kA eficaz. Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado - interruptor, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera. Interruptor trifásico categoría E3 según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF6 de 3 posiciones conectado - seccionado - puesto a tierra con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento. Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurancia para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado. Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102). 3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables. . Dimensiones 1740x735x365. Montada e instalada.</p>					3		4300,00	12.900,00

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE	
7.07	Ud. CELDA CGMCOSMOS-M DE MEDIDA Ud. Celda de Media tensión modular de medida 24kV 400A 16kA con entrada inferior por cables y salida superior derecha por barras, equipada con tres transformadores de intensidad 200/ 5-5 A y tres transformadores de tensión 22000:√3- 13200:√3 / 110:√3- 110:√3 para la medida en MT. Dimensiones 800x1750x1025. Montada e instalada.	1		1			1	10500,00	10.500,00	
7.08	Ud. CELDA CGMCOSMOS-P DE SS.AA Ud. Celda de Media tensión modular de protección con susibles para protección de transformadores, 24kV 400A 16kA , dotado de interruptor trifásico categoría E3 según orma IEC 60265-1 de corte en gas SF6 de 3 posiciones antes y después de los contactos de los fusibles, con seccionador de puesta a tierra. Equipada con transformador de tensión enchufable monofásico para servicios auxiliares en el compartimento de cables, de 650 VAx:√3/230 Vca, tipo UEG-24. Dimensiones 470x1740x735 mm. Montada e instalada. Cuadro de Servicios auxiliares	1		1			1	4700,00	4.700,00	
7.09	Ud. CUADRO EQUIPO CONTADOR DE MEDIDA MT Ud Cuadro de contadores para medida generada parque solar, equipado con bloque de pruebas de tensión de 3 polos, bloque de pruebas de intensidad de 6 polos, contador bidireccional de energía (medida energía y medida fiscal); registrador de medida RMTI con curvas de carga parametrizables, con módem conexionado a línea telefónica, puentes de conexión con cables Evv0,6/1Kv de 3 (2x6mm2) + 6 (1x6mm2) bajo tubo y accesorios, incluso línea telefónica hasta equipo,	1		1			1	735,00	735,00	
TOTAL 7. CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA									60.300,00	
8	RED DE MEDIA TENSIÓN INTERIOR									
8.01	MI CABLES RHZ5Z1-OL AI 12/20 KV DE 1x150mm2-AI EN CANALIZ. SUBT MI cable de MT en línea subterránea 15 KV, del tipo RHZ5Z1 12/20 KV Clase 2 Norma UNE- 21.022 de 1x150 mm2 directamente enterrado, con accesorios, instalado, pruebas y en funcionamiento. Tramo CT2500 - CSPM 3 228 684 Tramo CT2000 - CSPM 3 203 609							684	12,50	8.550,00
8.02	UD VERIFICACIONES Y ENSAYOS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS AT Ud realización de verificaciones y ensayos en la red de alta/baja tensión subterránea de acuerdo con el protocolo señalado en la MT-2.33.15 apartados 5.1, 5.2, 5.3, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, y posterior confección de manual técnico de resultados para entrega al Director de la Obra							1	1100,00	1.100,00
TOTAL 8. RED DE MEDIA TENSIÓN									9.650,00	

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE
9	RED DE BAJA TENSIÓN AC Y RED TT FV								
9.01	ML CABLE XZ1(S) 0,6/1KV DE 1X300 mm2 - Al ML cable XZ1(S) 0,6/1KV de 1x300 mm2-Al emplazado en canalización subterránea directamente enterrado, de impacto energético de 35 Joules, tipo Harmohny all ground								
	Tramo Trafo - Inversor 1	3	46,4			1		139	
	Tramo Trafo - Inversor 2	3	17			1		51	
	Tramo Trafo - Inversor 3	3	59,7			1		179	
	Tramo Trafo - Inversor 4	3	95,6			1		287	
	Tramo Trafo - Inversor 5	3	55			1		165	
	Tramo Trafo - Inversor 6	3	89,15			1		267	
	Tramo Trafo - Inversor 7	3	95,8			1		287	
	Tramo Trafo - Inversor 8	4	90			1		360	
	Tramo Trafo - Inversor 9	5	26,6			1		133	
	Tramo Trafo - Inversor 10	6	60,8			1		365	
	Tramo Trafo - Inversor 11	7	102,4			1		717	
	Tramo Trafo - Inversor 12	8	55,5			1		444	
	Tramo Trafo - Inversor 13	9	22,2			1		200	
							3.594	11,20	40.256,72
9.02	UD CABLE FO 08*50 NEXO (DT) OM3 ML cable de fibras ópticas, tubo central con gel, fibras e vidrio reforzadas WB, hilo desgarrador, cubierta exterior, libre de halógenos y no propagador de la llama; de la casa OPTRAL cable FO 08*50 DSP01 o similar, incluido adaptadores, empalmes, latiguillos. Instalada.								
	Linea 1	1						401	
	Linea 2	1						457	
							858	1,60	1.373,20
9.03	ML CABLE DE COBRE DESNUDO DE 50 MM2 CU SIST T.TIERRA ML cable de cobre desnudo sección 50mm2 Cu, en contacto con el terreno o sistema metálico, para unión de picas de toma de tierra, y estructuras metálicas, incluso grapas y accesorios.								
	Tierras horizontales	1	673					673	
							673	2,20	1.480,60
	TOTAL 9. RED DE BAJA TENSIÓN AC Y RED TT FV								43.110,52
10	LINEA MIXTA EN MEDIA TENSIÓN. TRAMO SUBTERRÁNEO								
10.01	M3 EXCAV.ZANJA RETRO T.MED.-DURO M3. Excavación con retroexcavadora en terrenos de consistencia media- dura, en apertura de zanjas, cimentación o saneamiento, con extracción de tierras a los bordes o carga a camión, i.limpieza manual del fondo								
	Tramo CSPM - Apoyo nº8	31	0,6	1,15				21	
	Tramo Apoyo nº1 - SE Villamartín	2904	0,6	1,15				2.004	
							2.025	4,20	8.505,63
10.02	M3 TRANSP.TIERRAS < 10KM.CARG.MEC M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, a una distancia menor de 10 Km., con camión volquete de 10 Tm. y con carga por medios mecánicos								
							810	2,49	2.017,05

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE
10.03	M3 LECHO DE ARENA EN ZANJAS M3. Relleno y formación de lecho de arena de río inerte para tendido de cable de media tensión. Relleno posterior con la misma arena una cota 20 cm.superior a la del tendido de los cables. Medida la unidad totalmente terminada.								
	Tramo CSPM - Apoyo nº8	31	0,6	0,45			8,37		
	Tramo Apoyo nº1 - SE Villamartín	2904	0,6	0,45			784,08		
	Menos area de tubos	2935		0,06			176,10		
							616,350	20,00	12.327,0
10.04	M3 RELLENO ZANJAS TIERRAS PROPIAS M3. Relleno y compactación mecánica de zanjas y pozos, por medios mecánicos en tongadas de 20 cm. de espesor, i/regado de las mismas, con tierras propias de excavación, seleccionadas, humectado y compactación superior al 97% del Proctor Modificado								
							1.418	1,30	1.842,89
10.04	MI TUBOS DE POLIETILENO 200mm MI de tubo de polietileno de alta densidad, libre de halógenos y serán del tipo de doble pared siendo corrugada y color rojo la parte exterior y lisa translúcida la parte interior. Los tubos serán para uso normal, tipo N, según UNE EN 50086-2-4, con una resistencia a la compresión mayor de 450 N para una deflexión del 5%								
							5.870	6,80	39.916,00
10.06	MI PLACA POLIETILENO PROTECCIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS MI de placa de polietileno para protección mecánica de cables subterráneos. Fabricada conforme a Norma internacional UNE EN 50520:2009. Fabricada en PE-HD reciclado, libre de halógenos (UNE EN 21031-15:2008). Exenta de metales pesados (Plomo), Conforme a UNE EN 50267-2-2 (Emisión de gases ácidos) y estable a los rayos UV.								
							2.935	1,30	3.815,50
10.06	MI CINTA ATENCIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS MI cinta de polietileno de 15 cm de ancha, con indicación "Atención debajo hay cables eléctricos", instalada en zanja.								
							2.935	0,30	880,50
10.09	MI CABLES RHZ5Z1-OL A1 12/20 KV DE 1x240mm2-A1 EN CANALIZ. SUBT MI cable de MT en línea subterránea 15KV, del tipo RHZ5Z1 12/20 KV Clase 2 Norma UNE- 21.022 de 1x240 mm2 enterrado bajo tubo de 200mm, con accesorios, instalado, pruebas y en funcionamiento.								
	Tramo CSPM - Apoyo nº8	3	43				129		
	Tramo Apoyo nº1 - SE Villamartín	3	3058				9.174		
							9.303	12,50	116.287,50
	TOTAL 10. LINEA MIXTA EN MEDIA TENSIÓN. TRAMO SUBTERRÁNEO								185.592,07

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE
LINEA MIXTA EN MEDIA TENSIÓN. TRAMO AEREO									
11	OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN								
11.01	M3 EXCAVACIÓN DE POZO A MÁQUINA TERRENOS MEDIOS								
11.01.01	m3 Excavación en pozos en terrenos de consistencia media, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte a vertedero y con p.p de medios auxiliares						19,96	19,96	
									19,96 37,00 738,5
11.01.02	M3 HORMIGÓN HM-20/B/40/I CIMENTACIÓN, VERTIDO MANUAL								
	m3 Hormión HM-20/B/40/I, de 20N/mm2, consistencia blanda, Tmax 40 mm y ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimenatción incluso vertido por medios manuales, ivbrado, curado y colocado según EHE.						21,94	21,94	
									21,94 102,00 2.237,9
TOTAL 11.01 OBRA CIVIL LAMT									2.976,4
INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA LAMT									
11.02	KG SUMINISTRO Y MONTAJE DE APOYOS METÁLICOS								
11.02.01	KG SUMINISTRO Y MONTAJE DE APOYOS METÁLICOS						5192,00	5192,00	
									5192,00 2,88 14.953,0
11.02.02	UD SUMINISTRO Y MONTAJE DE CADENA DE SUSPENSIÓN								
	Ud Suministro y montaje de Cadena de vidrio y suspensión simple para conductor LA-110 y 15 kV compuesta de 6 uds de elementos U70BS, línea de fuga 1920 mm, carga de destrucción electromecánica 5000 daN. Totalmente instalados						15	15	
									15 47,00 705,0
11.02.03	UD SUMINISTRO Y MONTAJE DE CADENA DE AMARRE								
	Ud Suministro y montaje de Cadena de vidrio y anclaje simple y para conductor LA-110 y 15 kV compuesta de 6 uds de elementos U70BS, línea de fuga 1920 mm, carga de destrucción electromecánica 5000 daN. Totalmente instalados.						12	12	
									12 51,50 618,0
11.02.04	UD LINEA AEREA 3 CONDUCTORES LA 110								
	Ud Suministro, tendido, tense y regulado de línea aérea formada por 3 conductores del tipo LA110						1199,46	1199,46	
									1199,46 16,56 19.863,1
11.02.05	UD PUESTA A TIERRA CON PICAS								
	Suministro y ejecución de puesta a tierra de apoyo con pica						8	8	
									8 150,00 1.200,0
11.02.06	UD PUESTA A TIERRA EN ANILLO								
	Suministro y ejecución de puesta a tierra de apoyo en anillo						0	0	
									0 339,50 0,0

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros22pg549292024128183812



CODIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	CANTIDAD	EUROS	IMPORTE
ENTRONQUE AERO-SUBTERRÁNEO									
11.02.07	Entronque para paso de red aérea a red subterránea en media tensión (15 kV), formado por: 1 juego de cortacircuitos fusible-seccionador de expulsión de intemperie para 17,5-24 kV., 1 juego de pararrayos (autoválvulas) de óxidos metálicos para 24kV, para protección de sobretensiones de origen atmosférico, 3 terminales exteriores de intemperie para cable de 12/20kV., tubo de acero galvanizado de 6" de diámetro, para protección mecánica de los cables, provisto de capuchón de protección en su parte superior; puesta a tierra de los pararrayos y de las pantallas de los cables. Totalmente instalado.						2	3600,00	7.200,0
UD TABICADO DE APOYO PROTECCIÓN CONTRA SUBIDA									
11.02.08	Tabicado de apoyo, realizado con ladrillo de hueco doble, enfoscado por su parte exterior y realizada cumbre de cierre en su parte superior						0	1870,00	0,0
UD RECRECIDO DE ACERA PERIMETRAL DE APOYO CON MANIOBRAS									
11.02.09	Recrecido de apoyo perimetral hasta conseguir 1,1m de anchura en apoyos con bajada a subterráneo. Realizado con hormigon en masa. Totalmente ejecutado.						2	360,00	720,0
TOTAL 11.02 INFRAESTRUCTURA ELECTRICA LAMT									45.259,0
TOTAL 11. LINEA MIXTA EN MEDIA TENSIÓN. TRAMO AEREO									48.235,4
EDIFICIO DE MANTENIMIENTO Y CONTROL									
12	PA EDIFIDIO DE MANTENIMIENTO								
12.01	PA. Contrucción de edificio de mantenimiento de dimensiones 9,54x4,73, dotado de instalaicón de baja tensión, fontanería, saneamiento, depósito de agua de 2,000 litros, depósito de aguas fecales, grupo de presión y elementos de climatización en sala principal.						1	38600,00	38.600,00
TOTAL 12. EDIFICIO DE MANTENIMIENTO Y CONTROL									38.600,00
MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS									
13	UD MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD								
13.01	Ud. Medidas de Seguridad y Salud según Estudio de Seguridad y Salud del						1	5250,00	5.250,00
TOTAL 13. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD									5.250,00
GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN									
14	UD GESTIÓN DE RESIDUOS								
14.01	Ud. gestión de los residuos de construcción y demolición según estudio						1	5583,56	5.583,56
TOTAL 14. GESTIÓN DE RESIDUOS									5.583,56

El visado, revisión o registro del documento acredita la identidad y habilitación del técnico firmante, la corrección e integridad formal del trabajo de acuerdo a la normativa aplicable, así como el registro, archivo y contenido integral del documento a la fecha y hora del visado, revisión o registro. Documento VISADO electrónicamente con número: EGR2400571. Validación online coliaor.e-visado.net/validar.aspx Código: ros2pg549292024128183812

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS
1	OBRA CIVIL	27.546
2	MÓDULOS FV Y ESTRUCTURA	1.457.256
3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DC	29.594
4	INVERSORES	257.075
5	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1X2500 kVA	130.479
6	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1X2000 kVA	123.002
7	CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA	60.300
8	RED DE MEDIA TENSIÓN INTERIOR	9.650
9	RED DE BAJA TENSIÓN AC Y RED TT FV	43.111
10	LINEA MIXTA EN MEDIA TENSIÓN. TRAMO SUBTERRÁNEO	185.592
11	LINEA MIXTA EN MEDIA TENSIÓN. TRAMO AEREO	48.235
12	EDIFICIO DE MANTENIMIENTO Y CONTROL	38.600
13	MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS	5.250
14	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	5.583
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		2.421.267

Desglose por Conceptos:

MAQUINARIA Y EQUIPOS	1.310.010
INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA, OBRA CIVIL Y OTROS	1.111.257



El ingeniero Industrial
Colegiado 1163. COIIAOR
Juan Navarro Navarro

