



Universidad
de La Laguna

Escuela de Doctorado
y Estudios de Posgrado

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Diseño de una planta solar fotovoltaica con seguidor solar de un solo eje de 7.24 MW

Autor: *Gabriel Verche Borges*

Tutor: *Benjamín González Díaz*

Septiembre 2017

DOCUMENTO I: ÍNDICE GENERAL

1 ÍNDICE GENERAL

- DOCUMENTO I: ÍNDICE GENERAL.....pág. 3
- DOCUMENTO II: MEMORIA.....pág. 4
- DOCUMENTO III: ANEXO.....pág. 84
- DOCUMENTO IV: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....pág. 103
- DOCUMENTO V: PLANOS.....pág. 196
- DOCUMENTO VI: PLIEGO DE CONDICIONES.....pág. 210
- DOCUMENTO VII: MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....pág. 265

**DOCUMENTO II:
MEMORIA**

Tabla de contenido

1	DATOS GENERALES	4
1.1	Resumen.....	4
1.2	Abstract.....	4
1.3	Objeto del proyecto.....	5
1.4	Alcance del proyecto.....	5
1.5	Antecedentes y justificación	6
1.6	Marco normativo.....	8
1.6.1	Legislación española	8
1.6.2	Legislación europea.....	10
1.6.3	Normativa técnica.....	10
1.7	Planificación	12
1.8	Orden de prioridad entre los documentos	12
1.9	Ubicación del proyecto	12
1.10	Climatología.....	14
1.10.1	Temperatura y precipitaciones.....	15
1.10.2	Nubosidad e insolación.....	16
1.10.3	Vientos.....	17
1.11	Geología	18
2	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA TÉCNICA	19
2.1	Punto de conexión.....	19
2.2	Descripción y caracterización del recurso solar.....	19
2.3	Descripción general de la instalación fotovoltaica	21
2.3.1	Estructura de soporte. Seguidores solares	22
2.3.2	Cimentación de la estructura	53
2.3.3	Módulo fotovoltaico	54

2.3.4	Inversor.....	57
2.3.5	Centro de transformación	64
2.3.6	Celdas de media tensión	66
2.3.7	Cableado, canalizaciones y zanjas.....	68
2.3.8	Protecciones generales.....	69
2.3.9	Protecciones eléctricas en corriente continua.....	71
2.3.10	Protecciones eléctricas en corriente alterna en baja tensión.....	72
2.3.11	Protecciones de corriente alterna en media tensión.....	73
2.3.12	Protecciones de calidad del suministro.....	74
2.3.13	Sistema de Monitorización	75
2.3.14	Estación meteorológica	75
2.3.15	Sistema de vigilancia y seguridad	78
2.4	Obra civil	79
2.4.1	Preparación del terreno.....	79
2.4.2	Cimentación de las cabinas de transformación.....	79
2.4.3	Cercado perimetral y carretera interna	80

1 DATOS GENERALES

1.1 Resumen

El proyecto estará formado por 49 bloques denominados Campos Solares (CS) con una potencia nominal instalada de 147,8 kW cada uno. Cada CS estará compuesto por cuatro inversores de potencia nominal 60.000 W formado por 784 cadenas de 28 módulos fotovoltaicos (FV) de 330 W, conformando una potencia total de 7.244.160 W (7,24 MW).

Se estima generar al año 15.334 MWh de energía limpia, que equivale aproximadamente a más de 1.545 hogares. La energía generada evitará la emisión a la atmósfera de 3.972 toneladas de CO₂.

La construcción incluye la planta de generación FV, estructuras auxiliares dentro del área de la instalación FV y el centro de transformación elevador de tensión. Las obras civiles a realizar incluyen el acondicionamiento y desbroce del terreno, cercado perimetral, puerta de acceso, viales internos, etc.

El proyecto se llevará a cabo en el municipio español de Mequinenza, perteneciente a la provincia de Zaragoza, en la comunidad autónoma de Aragón. La ubicación precisa del proyecto es un terreno situado a 8 km al sur del municipio de Mequinenza.

1.2 Abstract

The project will consist of 49 blocks called Solar Fields (SF) with an installed nominal power of 147.8 kW each. Each SF will be composed of four inverters of nominal power 60,000 W formed by 784 chains of 28 photovoltaic modules (PV) of 330 W, forming a total power of 7.244.160 W (7.24 MW).

It is estimated that 15,334 MWh of clean energy is generated per year, equivalent to approximately 1,545 households. The energy generated will prevent the emission into the atmosphere of 3,972 tons of CO₂.

The construction includes the FV generation plant, auxiliary structures within the PV installation area and the transformation center. The civil works to be carried out include the conditioning and clearing of the ground, perimeter fencing, access door, internal vias, etc.

The project will be carried out in the Spanish municipality of Mequinenza, belonging to the province of Zaragoza, in the Autonomous Community of Aragon. The precise location of the project is a piece of land located 8 km south of the municipality of Mequinenza.

1.3 Objeto del proyecto

El objeto del presente documento es describir la propuesta técnica, equipos, obra civil, instalaciones auxiliares y cronograma de obras del proyecto “Parque Fotovoltaico de Mequinenza” de 7,24 MW.

La vida útil del proyecto se estima en 25 años. No obstante, al término de este periodo se evaluará mantener en operación la planta, pudiendo ser su vida útil alargada sensiblemente.

En este proyecto se pretende potenciar el aprovechamiento de recursos renovables de la zona para la producción de una energía limpia y que ayude a la disminución de la generación de energía por las actuales fuentes de energía convencionales contaminantes.

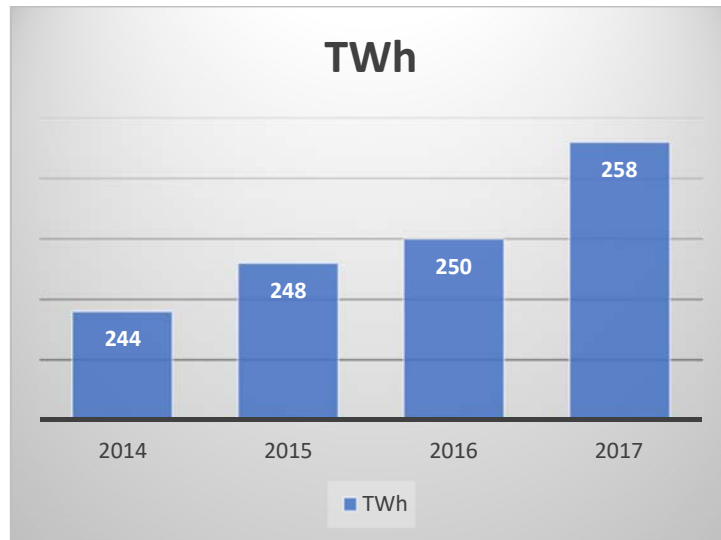
1.4 Alcance del proyecto

Entra dentro del alcance del proyecto el diseño y la definición de la propuesta técnica de una instalación fotovoltaica de 7.24 MW. Se valorarán diferentes soluciones y proveedores para una misma tecnología, teniendo en cuenta una parte de un mercado que va en aumento cada año. Se destaca en el proyecto una amplia y concienzuda comparativa entre diferentes proveedores de seguidores solares.

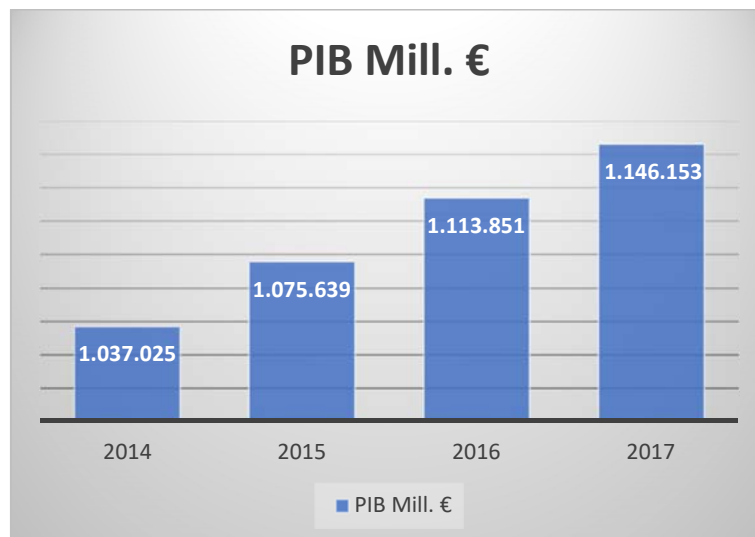
No entra dentro del alcance del proyecto toda la parte de la instalación que sale del límite de la parcela definida para construir la planta fotovoltaica.

1.5 Antecedentes y justificación

El año 2017 ha supuesto un crecimiento del consumo de energía respecto a 2016, manteniendo la tendencia que ya se apreció de 2014 a 2015. Este crecimiento es muy similar al que ha experimentado el Producto Interior Bruto (PIB) en España en el mismo periodo, tal y como se muestra en las siguientes gráficas:



Gráfica 1. Demanda eléctrica de España



Gráfica 2. Producto Interior Bruto de España

Esta tendencia rompe la evolución de los años anteriores a 2014, tanto en el caso del consumo eléctrico como en el caso del Producto Interior Bruto, cuando España estaba experimentando una caída de ambos. Por lo tanto, se puede afirmar que el aumento

esperado de 2,6% del PIB español para el 2018 traerá consigo un aumento del consumo eléctrico.

Este aumento escalonado del consumo eléctrico llega en un momento en el que el Gobierno español se permite abrir el grifo a las energías renovables. Esto se debe a que el déficit tarifario se tiene bajo control y al espectacular abaratamiento de las tecnologías renovables (especialmente, fotovoltaica y en menor medida, eólica). El costo de las instalaciones de los paneles solares ha bajado un 80% en cinco años. Las empresas de fabricación de módulos y otros componentes básicos de los sistemas fotovoltaicos han adoptado economías de escala y la tecnología ha pasado el periodo de aprendizaje y puede considerarse madura.

No obstante, España tiene todavía mucho por hacer para llegar al objetivo de la Comisión Europea de un 20% en energías renovables en 2020 teniendo en cuenta que actualmente presenta un 16%. Esto significa que se tendrán que instalar 6.000 MW de energías renovables antes del 31 de diciembre de 2019, de los cuales, se espera que una gran parte se destine a la eólica y solar fotovoltaica.

España es uno de los países de Europa con mayor irradiación anual. Esto hace que la energía solar sea en este país más rentable que en otros. Regiones como el norte de España, que generalmente se consideran poco adecuadas para la energía fotovoltaica, reciben más irradiación anual que la media en Alemania, país que mantiene desde hace años el liderazgo en la promoción de la energía solar fotovoltaica.

La solar es la tercera fuente renovable de generación eléctrica en España con 6.973 MW (4.674 MW corresponden a solar fotovoltaica y 2.299 MW a solar térmica) de capacidad instalada a finales de 2016. Esta tecnología representa el 7% de la potencia instalada a nivel nacional y alrededor del 5% del total de generación. La potencia solar se ha estabilizado en los últimos tres años tras una larga senda de crecimiento continuado. La fotovoltaica comienza a despuntar en el año 2000 con 1 GW instalado, alcanzando la cifra récord de crecimiento en 2008 al instalarse 2.733 MW nuevos de potencia, crecimiento que continúa hasta el año 2012 con más de 250 MW instalados cada año de media, para permanecer desde entonces prácticamente invariable.

Por comunidades autónomas, el reparto de ambas tecnologías solares es muy distinto. Castilla-La Mancha es la comunidad con más potencia solar fotovoltaica instalada, casi un 20% del total nacional, seguida muy de cerca por Andalucía y algo más lejos Extremadura y Castilla y León. Solo estas cuatro comunidades suponen el 61% de la potencia fotovoltaica instalada en España. La comunidad de Aragón representa el 3.6% sobre el total nacional de participación de la potencia solar fotovoltaica, situándose en el octavo puesto de las comunidades autónomas con mayor generación fotovoltaica con un total de 295 GWh generados. En la siguiente imagen se puede observar la representación de la radiación media diaria en España, en donde se aprecia que la provincia de Zaragoza pertenece a la zona IV donde la radiación media diaria está entre 4.6 y 5.0 kWh/m²·día.

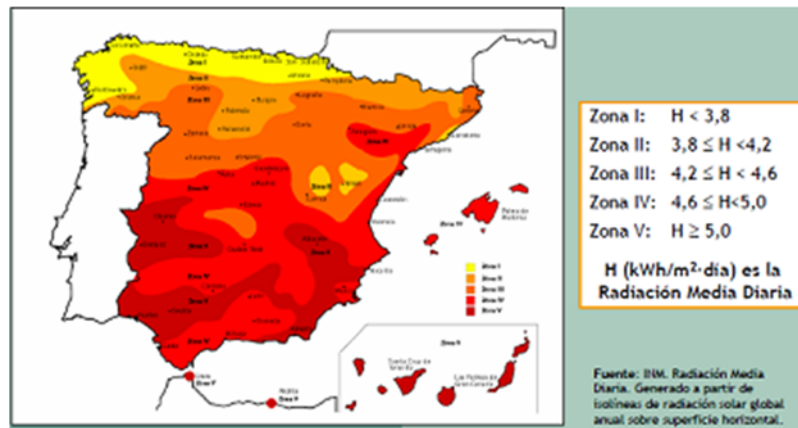


Imagen 1. Representación de la radiación media diaria en España

Por todo ello, se justifica la realización del proyecto fotovoltaico de 7,24 MW en el municipio español de Mequinenza, perteneciente a la provincia de Zaragoza, en la comunidad autónoma de Aragón

1.6 Marco normativo

La siguiente normativa es de aplicación en su integridad a este proyecto de instalación solar fotovoltaica cuyo objetivo es la producción de energía eléctrica para su venta a la red de distribución.

1.6.1 Legislación española

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- 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.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- 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 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

- 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.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden IET/3586/2011, de 30 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2012 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- Orden IET/221/2013, de 14 de febrero, última modificación de tarifas.

1.6.2 Legislación europea

- Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.
- Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.
- Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.

1.6.3 Normativa técnica

- UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.

- UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.
- UNE 21123: Para cableado
- UNE-EN 61330, norma para los centros de transformación prefabricados
- UNE 21123, norma para los cables eléctricos utilizados.
- UNE-EN 50.086-2-4, norma para los tubos flexibles utilizados.
- UNE 21428, norma para la construcción de transformadores.
- UNE 20460, norma para instalaciones eléctricas.
- REBT, Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- IEC/EN 61215 e IEC/EN 61730, Norma que certifica los módulos fotovoltaicos.
- ISO 9001:2008, especifica los contenidos de un sistema de gestión de calidad.
- ISO 14001:2004, especifica los contenidos de la gestión ambiental.

1.7 Planificación

Se ha realizado un GANT en el que se detallan las actividades a realizar para llevar a cabo el proyecto y su duración. No se especifica la fecha de inicio, pero la fecha de fin de obra sería un año después del inicio de los trabajos previos del proyecto.

Dicho GANT aparece expuesto en los Anexos del proyecto.

1.8 Orden de prioridad entre los documentos

En este capítulo del proyecto se especifica el orden de prioridad entre los documentos en caso de que haya posibles discrepancias entre los documentos del proyecto.

El orden de prioridad debe ser el siguiente:

1. Plano
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

1.9 Ubicación del proyecto

La instalación solar fotovoltaica se situará en el municipio de Mequinenza. Este municipio se encuentra situada en el extremo oriental de la provincia de Zaragoza, limitando con las provincias de Huesca y Lérida en la confluencia de los ríos Ebro, Segre y Cinca. En la siguiente imagen se muestra la ubicación de dicho municipio:



Imagen 2. Situación del municipio de Mequinenza

El municipio de Mequinenza tiene una población de aproximadamente 2.500 habitantes (2016) y ocupa un área de 307.45 km². Este municipio contribuye con la generación de energía limpia en España con el mayor embalse de la comunidad de Aragón, tiene una potencia instalada de 384 MW y una producción anual de 743 GWh.

El terreno del proyecto ocupa 147.861 m² y su ubicación exacta expresada en coordenadas geográficas es:

- Latitud: 41°18'15.00"N
- Longitud: 0°16'7.46"E

En la siguiente imagen se observa la ubicación exacta del terreno donde se va a montar la planta fotovoltaica indicado en rojo. Además, la línea amarilla indica su distancia respecto al municipio de Mequinenza, esta distancia son aproximadamente 8 km.

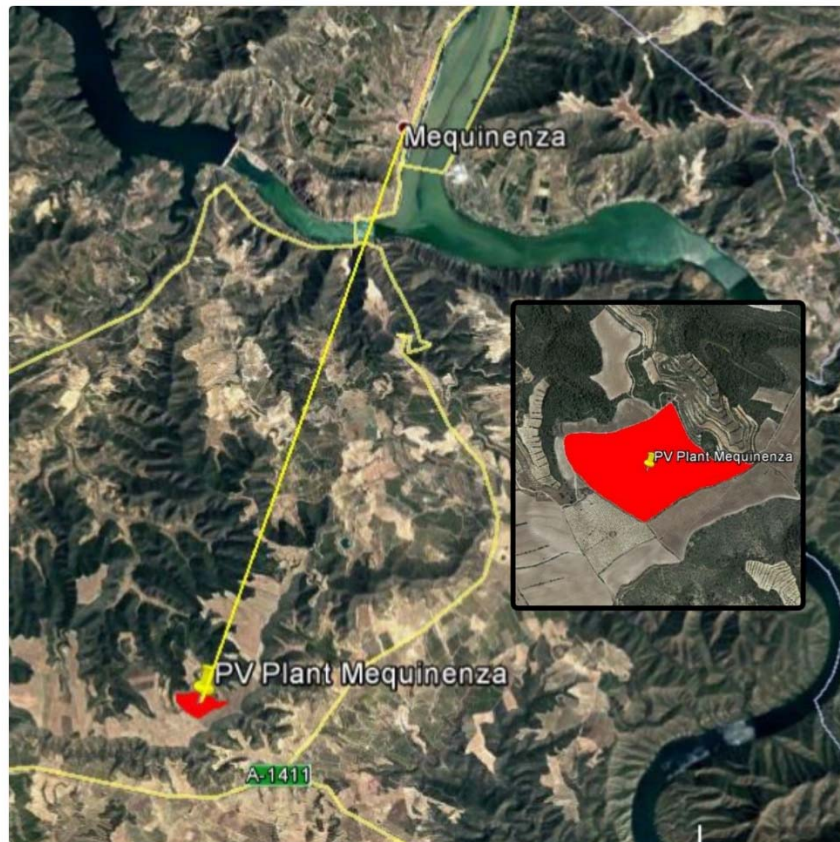


Imagen 3. Ubicación del terreno del proyecto

1.10 Climatología

El clima de Mequinenza está condicionado por su enclavamiento en la depresión del Ebro, y que, desde el punto de vista físico, presenta una gran heterogeneidad comparado con el resto de Aragón. Por ello, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen Mequinenza tiene un clima semiárido frío (BSk), que es el propio de la depresión del Ebro.

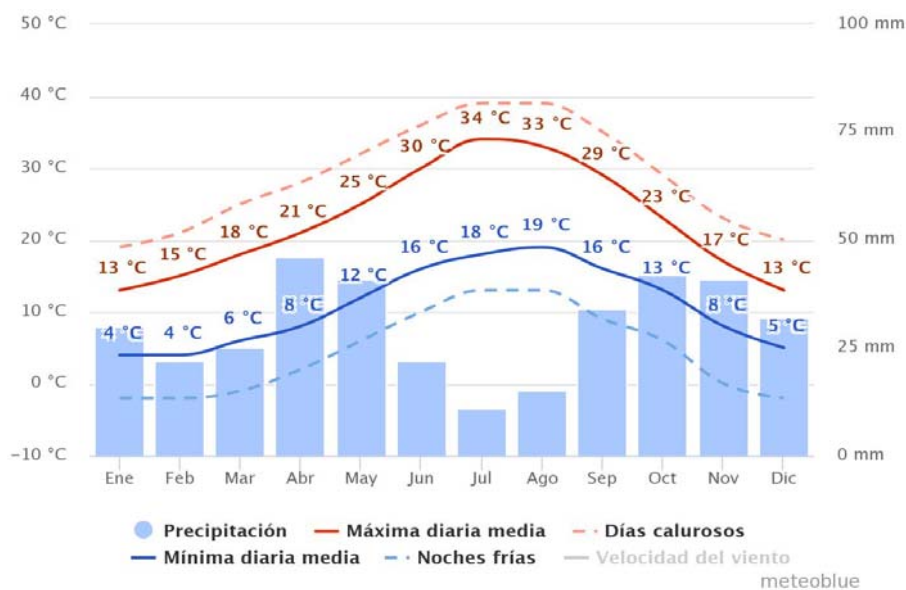
Las características climáticas de este lugar son inviernos fríos o muy fríos, y los veranos pueden ser templados o cálidos. Las precipitaciones son escasas y la vegetación natural es la estepa.

La cuenca del Ebro está casi cerrada por una orla de sistemas montañosos: Pirineos, montañas vasconavarra y Sistema Ibérico. Aparece de espaldas a la influencia de las

nubes y lluvias procedentes del Cantábrico y del Atlántico; mientras se muestra abierta al aire cálido y húmedo procedente del Mediterráneo.

1.10.1 Temperatura y precipitaciones

Las precipitaciones son escasas e irregulares en la comarca del Bajo Cinca. Las máximas precipitaciones tienen lugar en dos periodos del año, primavera y otoño, separados por dos épocas de mínimas precipitaciones que son en invierno y sobre todo en verano. En esta región es frecuente que la ausencia de lluvias se prolongue varias semanas, habiéndose asistido a periodos de hasta 90 días sin lluvias. Lluve poco en cantidad y en frecuencia en el valle del Ebro, del orden de 300 a 350 mm. de media anual y unos 74 días al año. En la siguiente gráfica se observan las precipitaciones dividida en los meses del año y las temperaturas máximas y mínimas medias diarias basados en 30 años de datos meteorológicos históricos:



Gráfica 3. Temperaturas medias y precipitaciones

El carácter continental del clima se refleja en la fuerte variación de las temperaturas a lo largo del año. En verano la disposición del relieve favorece el progresivo calentamiento de las masas de aire y el aumento de las temperaturas, con medias en julio y agosto que pueden llegar a superar los 24° y los 25°C, con máximas que pueden superar los 33° y 34°C en dichos meses como se muestra en la gráfica. En invierno aún bajo la misma configuración sinóptica la situación térmica se invierte, condicionando las altas presiones la presencia de frío intenso, con valores mínimos medios en enero inferiores a 4 °C. Son

frecuentes las heladas e inversiones térmicas relacionadas con el estancamiento de aire frío invernal.

1.10.2 Nubosidad e insolación

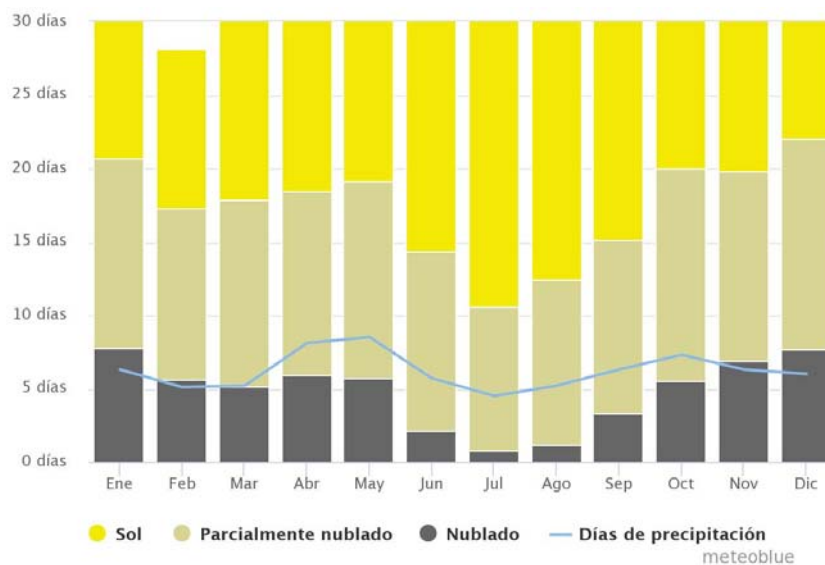
En el valle medio del Ebro existen muchas horas de sol despejado al año, el viento cierzo (frío y racheado del NW) barre las nubes y determina grandes intervalos de cielo despejado; lo mismo ocurre con los anticiclones estables que se asientan sobre la región.

El número de horas de sol despejado es muy alto en el valle del Ebro, ya que las nubes son barridas rápidamente por el cierzo. El asoleamiento del valle del Ebro es de un promedio de 2.636 horas al año, con años en que se superan las 2.800 horas.

El número anual de días despejados son del orden de entre 85 y 100, siendo el de los días cubiertos de 60 a 75.

Las nieblas son frecuentes en la cuenca del Ebro, de 25 a 40 días. La mayor frecuencia de nieblas de irradiación es en invierno y otoño.

En la gráfica se observa la media de los días soleados, parcialmente nublados y totalmente nublados. Los días con menos de 20% de cubierta de nubes se consideran como días soleados, con 20-80% de cubierta de nubes como parcialmente nublados y más del 80% como nublados.



Gráfica 4. Días soleados, parcialmente nublados y nublados del municipio de Mequinenza.

1.10.3 Vientos

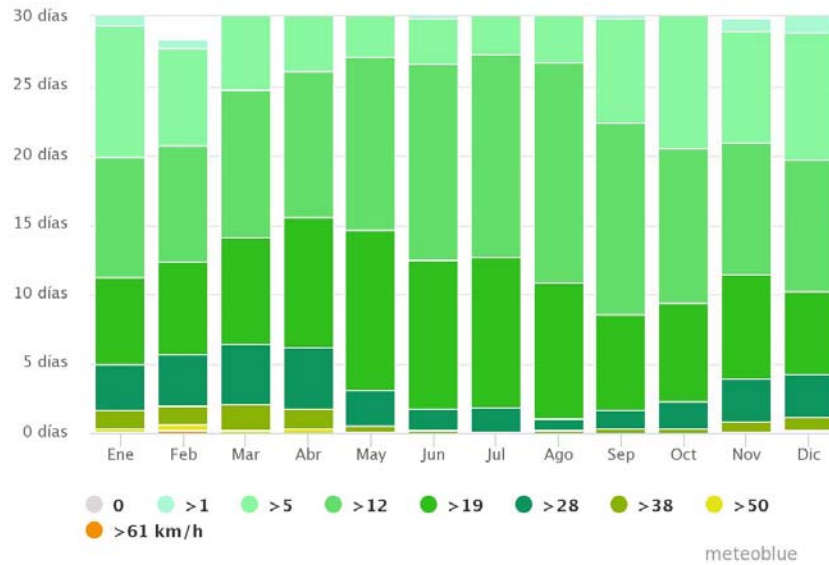
La especial orientación geográfica del valle del Ebro hace que los vientos dominantes se presenten según dos direcciones privilegiadas, bien sea aguas abajo o bien aguas arriba: los vientos del NW (de origen atlántico) bajan fríos y secos; los vientos del SE (de origen mediterráneo) suben cálidos y húmedos.

El viento del NW, el “cierzo”, es el que imprime carácter a la región, siendo una de sus más genuinas representaciones meteorológicas. El cierzo sopla en cualquier época del año, siendo muy turbulento en invierno y primavera.

El viento del SE es templado y húmedo y viene acompañado de nubes y de lluvias que entran por Tortosa, Caspe y Alcañiz y se desplazan valle del Ebro arriba hasta llegar a las Sierras del sistema vasco navarro dando tiempo seco y soleado, por efecto foehn, en el País Vasco. Los vientos del SE son frecuentes en los meses de equinoccio (marzo-mayo y octubre-noviembre) y son base de las siembras de cereales de secano en varias comarcas.

La dirección dominante en la cuenca es: aguas abajo del río Ebro, viento frío y seco del NW “cierzo”; o, por el contrario, aguas arriba del río, viento del SE, templado y húmedo, que trae los temporales de lluvia, poco frecuentes a lo largo del año y de los años.

La velocidad del viento en esta región no suele superar los 38 km/h, como se va a observar en la siguiente gráfica. La velocidad media durante todo el año suele estar entre los 5 y los 19 km/h:



Gráfica 5. Velocidad del viento en el municipio de Mequinenza

1.11 Geología

La textura del suelo que predomina en la zona del proyecto es la franca, es decir, una mezcla equilibrada de arena, limo y arcilla. La fracción predominante en el suelo es la arena, dentro de la cual la arena fina es mayoritaria. La cantidad de limo y arcilla depende del material parental y de la edad del perfil, así en los perfiles de mayor edad y formados sobre calizas terciarias, como el de la ubicación del proyecto, se observa un mayor contenido de arcilla y limo fino en todos sus horizontes.

La mayoría de los horizontes superficiales presentan una compactidad baja, pero aumenta en profundidad, conforme nos acercamos al material parental. La escasez de materia orgánica y la abundancia de limos, poco estructurantes, entre otros, ha podido ser la causa de la alta compactidad en estos horizontes.

En las siguientes tablas se observará la composición física y química del suelo:

Horizontes (profundidad)	pH H ₂ O	pH KCl	C org (%)	MO (%)	CO ₃ ⁼ (%)	Da (Kg m ⁻³)	PASTA SATURADA		
							CE _e (dS/m)	HS (%)	pH
Ah ₁ (0-30 cm)	8,2	7,6	3,39	5,85	44,4	835,2	1,23	48,5	8,1
Ah ₂ (30-60 cm)	8,7	7,9	2,11	3,65	67,7	947,3	0,60	51,6	8,1
Bkm (> 60 cm)	8,6	8,4			91,6	2214,0			

Horizontes (profundidad)	Arena Gruesa (%)	Arena Fina (%)	Limo Grueso (%)	Limo Fino (%)	Arcilla (%)	Clase textural (USDA)	Elementos gruesos (% p/p)
Ah ₁ (0-30 cm)	12,8	19,4	14,9	31,2	21,7	Franca	8,7
Ah ₂ (30-60 cm)	11,8	18,2	13,4	26,9	29,7	Franco arcillosa	22,5

Horizontes (profundidad)	DISTRIBUCIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS QUÍMICOS (% RELATIVOS EXPRESADOS EN FORMA DE ÓXIDOS)							
	CaO (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	SO ₄ (%)	TOTAL ÓXIDOS (%)
Ah ₁ (0-30 cm)	27,5	34,0	8,8	3,5	3,06	0,09	0,75	77,7
Ah ₂ (30-60 cm)	36,4	19,8	5,1	1,8	1,94	0,04	-	65,08
Bkm (> 60 cm)	51,3	10,1	4,9	1,1	0,89	0,07	-	68,36

Tabla 1. Parámetros físicos y químicos del suelo

2 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA TÉCNICA

2.1 Punto de conexión

La subestación a la que debe conectarse la planta fotovoltaica para poder inyectar la potencia a la red, es la subestación eléctrica de Mequinenza 220/400 kV situada en el término municipal de Mequinenza. Dicha subestación es propiedad de Red Eléctrica de España, S.A.U.

2.2 Descripción y caracterización del recurso solar

Los datos de radiación solar en el área de interés del proyecto de Mequinenza se han obtenido a partir de la herramienta PVGIS. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) proporciona mapas basados en el recurso de energía solar y la evaluación de la generación de electricidad a partir de sistemas fotovoltaicos en Europa, África y Asia Sudoccidental. Esta herramienta forma parte de la acción SOLAREC que

contribuye a la implantación de energías renovables en la Unión Europea como un suministro energético sostenible y a largo plazo.

El PVGIS es una base de datos de radiación solar desarrollada a partir de datos climatológicos homogenizados para Europa y disponibles en el Atlas Solar Europeo de Radiación, utilizando el modelo r.sun y las técnicas de interpolación s.vol.rst y s.surf.rst. El algoritmo del modelo estima los componentes de haz, difuso y reflejado de irradiancia/irradiación para cielo despejado y real en superficies horizontales o inclinadas. La irradiación diaria total [Wh/m²] se calcula mediante la integración de los valores de irradiancia [W/m²] calculados a intervalos de tiempo regulares durante el día. Para cada intervalo de tiempo durante el día, el cálculo representa la obstrucción del cielo (sombreado) por las características del terreno local (colinas o montañas), calculado a partir del modelo de elevación digital.

Los datos de radiación solar para el proyecto de Mequinenza se han estudiado para diferentes ángulos de incidencias, con el fin de conocer la mejor disposición para los paneles fotovoltaicos. Los ángulos estudiados para conocer la mejor inclinación fueron 20°, 30°, 37° y 45°. A continuación, se muestra la tabla con los resultados obtenidos:

	H _h (Wh/m ² /día)	H (20°) Wh/m ² /día	H (30°) Wh/m ² /día	H (37°) Wh/m ² /día	H (45°) Wh/m ² /día
Enero	2.020	2.970	3.350	3.570	3.760
Febrero	3.180	4.350	4.790	5.020	5.210
Marzo	4.870	5.910	6.230	6.360	6.410
Abril	5.590	6.110	6.170	6.120	5.970
Mayo	6.760	6.910	6.750	6.550	6.230
Junio	7.530	7.460	7.180	6.890	6.460
Julio	7.670	7.720	7.480	7.200	6.790
Agosto	6.590	7.040	7.020	6.900	6.660
Septiembre	5.180	6.080	6.310	6.380	6.360
Octubre	3.690	4.800	5.190	5.380	5.520
Noviembre	2.370	3.440	3.860	4.100	4.300
Diciembre	1.750	2.690	3.070	3.290	3.490
Anual	4.767	5.457	5.617	5.647	5.597

Tabla 2. Datos de radiación solar para el sitio del proyecto para diferentes ángulos de inclinación

Donde:

- H_h: irradiancia en el plano horizontal, en Wh/m²/día

- $H(x^\circ)$: irradiación en el plano indicado, en $\text{Wh/m}^2/\text{día}$

En la tabla se observa que la mejor disposición para la ubicación de los paneles, en caso de usar una estructura fija, es a 37° .

2.3 Descripción general de la instalación fotovoltaica

El funcionamiento general de los sistemas de energía solar fotovoltaica de conexión a red consiste en transformar la energía recibida del sol (fotones) en energía eléctrica mediante el fenómeno denominado “efecto fotoeléctrico”, que se produce en las células que forman los módulos fotovoltaicos.

Esta energía eléctrica, producida en corriente continua se transforma en corriente alterna, con unas características determinadas que hacen posible su inyección a la red de transporte y distribución pública, por medio de inversores de conexión a red.

Para el acondicionamiento de la tensión se utilizan transformadores encargados de elevar la tensión de la corriente producida desde baja tensión a media tensión para su distribución a la red eléctrica.

Además de estos componentes principales, el sistema cuenta con otros como son el sistema de conexión a la red eléctrica general, las protecciones del campo solar, las protecciones de los circuitos de alterna, la estructura soporte de los módulos, etc.

Las instalaciones contenidas en el presente proyecto han sido diseñadas bajo los parámetros exigidos en las normativas internacionales para instalaciones solares fotovoltaicas y en las normativas nacionales para generación y transporte de energía.

El proyecto de Mequinenza está formado por 49 Campos Solares (CS) los cuales poseen una potencia de 147,84 kW cada uno. Cada CS está compuesto por 16 cadenas de 28 paneles de 330 W conformando una potencia total instalada de 7.24 MW. Respecto a los inversores, se ha optado por elegir una solución de inversor de string donde, en cada bloque, se ubica dos inversores y una AC Box haciendo un total de 98 inversores y 49 AC Box. La corriente alterna que sale de cada AC Box se enviará al centro de transformación más cercano de los 3 que hay ubicados en la instalación. Cada centro contendrá transformadores elevadores de tensión con el equipamiento de maniobra y

protección para la operación en baja y alta tensión según la reglamentación local y nacional. La tensión alterna entregada por los inversores se elevará a 33 kV para su distribución ya que de esta forma se consigue minimizar las pérdidas por efecto Joule en el cableado.

El montaje de los módulos será vertical (portrait) en configuración de fila única montados sobre los raíles del sistema de seguidores solares descrito más adelante. La separación entre filas de estructura será 4,5 metros (anchura de la calle) para evitar sombreado parcial que pueda afectar al rendimiento de la instalación y facilitar tareas de mantenimiento y limpieza. Además, el sistema de seguidores incluirá un algoritmo backtracking para evitar dicho sombreado completamente.

En el siguiente cuadro se muestra un resumen de la configuración general de cada Campo Solar:

Configuración de cada CS (49CS en total para 7,24 MW)	
Número de módulos	448
Número de strings	16
Módulos por string	28
Número de strings por inversor	8
Número de inversores	98
Potencia de cada módulo	330 W
Potencia de string	9240 W
Potencia total por CS	147,84 kW (DC)
Potencia total de la Planta	7.244 kW (DC)

Tabla 3. Resumen de la configuración de cada Campo Solar

2.3.1 Estructura de soporte. Seguidores solares

La disposición o “layout” típico en estas instalaciones consiste en la instalación de los paneles sobre una estructura fija metálica, de acuerdo al ángulo óptimo calculado a partir de los datos de radiación solar del lugar. La ventaja de este layout es que la estructura de soporte es un sistema simple, fácil de instalar y se ahorra espacio. Sin embargo, con este tipo de estructuras no se consigue aprovechar el recurso solar de la misma forma que lo haría un sistema de seguidores solares de uno o dos ejes.

Por lo tanto, se ha reconsiderado la utilización de estructura fija para optar, finalmente, por la implementación de un sistema de seguidores solares de un solo eje con una

configuración vertical del módulo de 72 células. En la siguiente tabla, se muestra el aumento de producción de energía que se obtiene al usar seguidor solar frente al uso de estructura fija:

Mes	Energía inyectada a red (MWh)		Mejor relativa
	Estructura fija (37°)	Seguidor Solar ($\pm 50^\circ$)	
Enero	629	641	1,87%
Febrero	829	923	10,18%
Marzo	1.170	1.417	17,43%
Abril	1.088	1.435	24,18%
Mayo	1.173	1.682	30,26%
Junio	1.197	1.804	33,65%
Julio	1.269	1.898	33,14%
Agosto	1.225	1.714	28,53%
Septiembre	1.080	1.389	22,25%
Octubre	963	1.095	12,05%
Noviembre	699	742	5,80%
Diciembre	590	596	1,01%
Año	11.912	15.336	22%

Tabla 4. Comparativa entre la energía inyectada a red por una estructura fija y seguidor solar

El uso de este sistema de seguidores presenta las siguientes ventajas:

- Hasta un 33% de incremento de la producción energética mensual y un 22% más de producción energética anual.
- Flexibilidad en la adaptación del terreno, el sistema de seguimiento puede instalarse en pendientes de hasta 10°.
- Se evitan las sombras gracias al uso de un algoritmo backtracking aumentado así el tiempo de irradiación de la luz solar e incrementando el rendimiento de la instalación.
- Sólo hay un motor para cada bloque. Menor consumo de energía por motor, alrededor de kWh por día.
- Protección contra el viento y función de eliminación de nieve automática para garantizar la seguridad del sistema.
- Modo de limpieza de módulos automática cuando se detecta lluvia moderada

Sin embargo, el mercado de la fotovoltaica nos muestra un amplio mercado de seguidores solares que se pueden utilizar en este proyecto. Con el fin de seleccionar la tecnología de

seguimiento más adecuada y fiable para el proyecto, se enviaron varias RFQ a varios de los principales fabricantes de seguidores solares de China y Europa. Toda la información recibida de cada proveedor fue sometida a una exhaustiva comparación técnica, donde se estudiaron las ventajas y desventajas de cada tecnología y su adecuación al Proyecto.

En la citada comparación se han estudiado las siguientes tecnologías:

- Seguidor solar de un solo eje Exotrack HZ, de Exosun
- Seguidor solar de un solo eje Powerlink, de Powerway
- Seguidor solar de un solo eje Versatrack, de Kingsun

Debido a las diferentes configuraciones de layout que propone cada proveedor y al espacio limitado del que se dispone para construir la planta fotovoltaica, en la siguiente table se expone la potencia que tendría la planta con cada proveedor:

Potencia de la planta con la configuración de cada tracker			
	Número de bloques	Potencia por bloque (kW)	Potencia total (kW)
Powerlink	43	147,84	6.357
Exotrack HZ	49	147,84	7.244
Versatrack	22	295,68	6.505

Tabla 5. Potencia de la planta para cada configuración de la planta

Más adelante, cuando se exponga la tecnología de cada proveedor se explicará porque varía la potencia otorgada por cada proveedor. Para poder realizar una comparación equiparable entre cada proveedor se ajustará la potencia de la planta para que cada proveedor proporcione la misma potencia final. Por lo tanto, la configuración sería de la siguiente forma:

Configuración para comparar distintas tecnologías			
	Número de bloque	Potencia por bloque (kW)	Potencia total (kW)
Powerlink	42	147,84	6.209
Exotrack HZ	42	147,84	6.209
Versatrack	21	295,68	6.209

Tabla 6. Configuración para comparar distintas tecnologías

En los siguientes puntos, se presentará cada tecnología y se mostrará una comparación final entre ellos, para justificar la elección final.

2.3.1.1 Seguidor solar de un solo eje Exotrack HZ, de Exosun

2.3.1.1.1 Introducción

La propuesta que se propone implementar es la solución ofrecida por el fabricante francés Exosun con su modelo Exotrack HZ. La solución propuesta consiste esencialmente en un bloque multifila que consta de un motor central que, a través de un sistema de transmisión, es capaz de mover 16 mesas de 28 módulos de 330 W (1 string por mesa con módulos colocados verticalmente), de manera que cada bloque tendrá una potencia instalada de 147,84 kW.

En la siguiente imagen, Exosun presenta su solución para cada bloque de la planta:

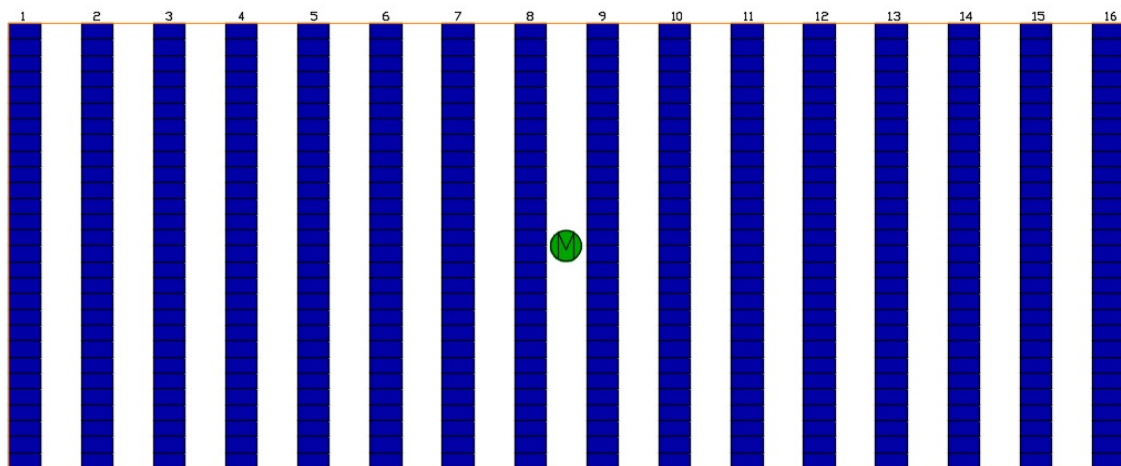


Imagen 4. Bloque del seguidor solar Exotrack HZ

2.3.1.1.2 Estructura metálica

La mayoría de los elementos metálicos de la estructura serán de acero galvanizado por inmersión en caliente, limitando el uso de aluminio sólo a las grapas de unión del módulo, de modo que se ahorra costes al tiempo que consigue una estructura mucho más robusta y ligera frente a las posibles solicitudes generadas por el propio modulo o las inclemencias del tiempo.

La estructura del seguidor solar se asienta sobre dos perfiles de diferente tipo. El primer perfil y el más pesado y robusto de los dos es un perfil rectangular con las medidas 160x80x4 situado en el centro de la mesa y, al que se une, el sistema de transmisión del movimiento del seguidor solar. El resto de perfiles de la estructura son perfiles C170 situando dos de estos perfiles a cada lado del perfil central. De esta manera se obtiene una

estructura fuerte y firme optimizando el uso del acero para reducir el peso de la estructura. La siguiente tabla muestra los tipos de pilares usados y el peso del acero usado total para toda la estructura de la planta fotovoltaica:

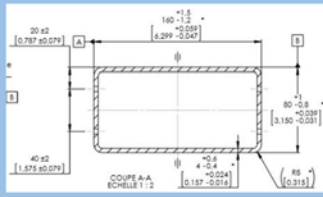
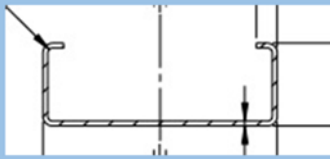
	Central Pile	End Pile
		
Profile type	Pile 160x80x4	Pille C170
Material	S355	S355
Surface	HDG	HDG
Length (mm)	2.500	2.500
Quantity/6,21 MW	672	2.688
Total weight/6,21 MW (tn)	25,1	57,2
Total number of piles	3.360	

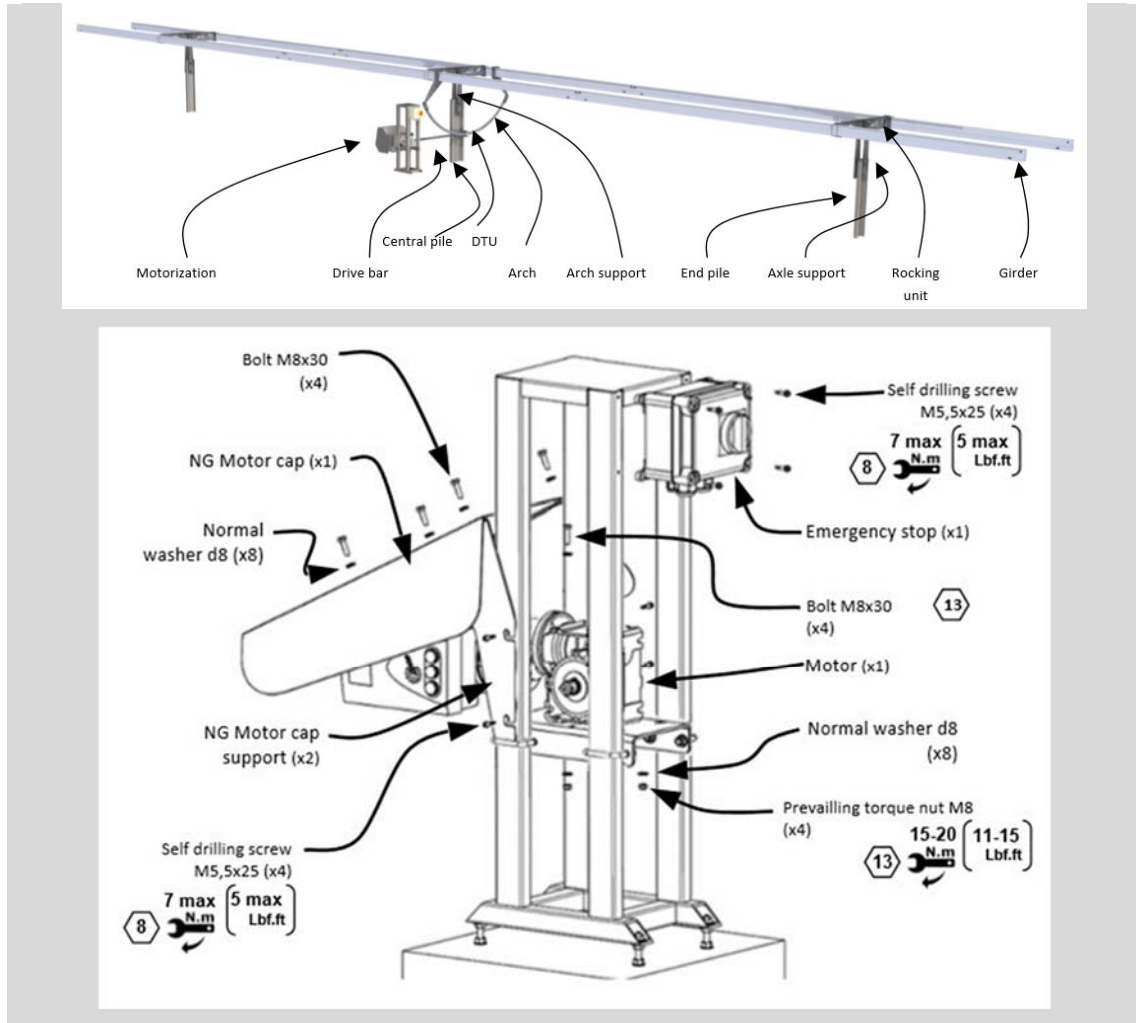
Tabla 7. Características de los pilares del seguidor solar Exotrack HZ

Los módulos están montados sobre dos guías de acero galvanizado especialmente diseñadas para aligerar la estructura a pesar del doble soporte del módulo, de tal forma que el perfil solo pesa 5 kg/m. El doble soporte del módulo contribuye a aumentar la rigidez de la estructura frente a fuertes vientos, así como a reducir el estrés que soporta el módulo antes las inclemencias del tiempo. En la siguiente imagen se ve un ejemplo del montaje del módulo y la diferencia con respecto al resto de estructura:



Imagen 5. Ejemplo del doble soporte del módulo propuesto por Exosun (izquierda) frente al resto de seguidores solares (derecha)

siguientes imágenes se muestra el montaje de una fila sin módulos con los componentes principales, el ensamblaje de motor con su estructura portante y el detalle de la transmisión de movimiento.



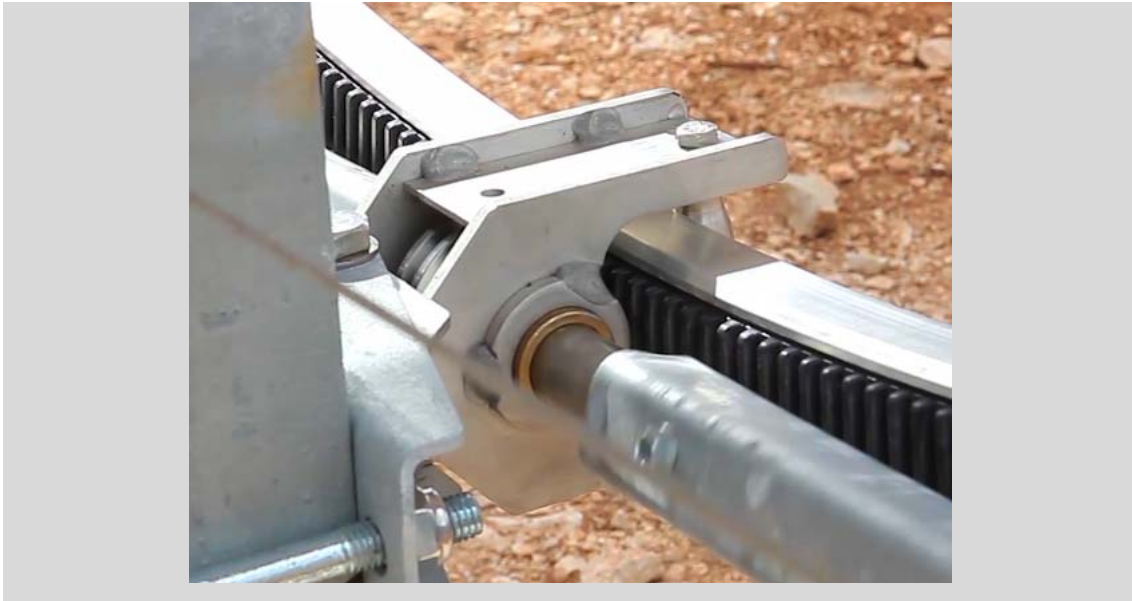


Imagen 6. Fila del seguidor solar Exotrack con los componentes principales (arriba). Motor del seguidor solar Exotrack y unidad portante (en medio). Detalle de la transmisión de movimiento (abajo)

2.3.1.1.4 Sistema de control

El sistema de control de la solución ofrecida por ATEC es una tecnología bien optimizada y actualizada que permite un gran nivel de detalle e interfaces HMI distribuidas en toda la planta. El sistema de control consiste básicamente en una serie de unidades centrales llamadas Exobox, que controlan hasta 10MW de estructura. El protocolo de control utilizado es el protocolo Profibus DP. En la siguiente imagen se muestra el diagrama de control de Exosun:

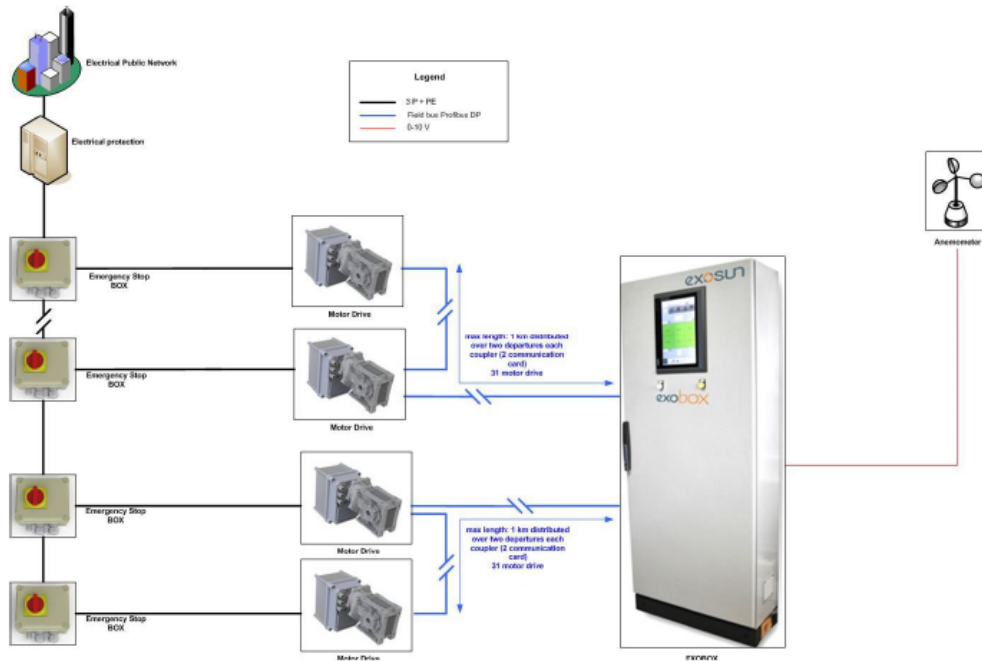


Imagen 7. Diagrama simplificado del sistema de control

El sistema de control permite, además de la selección automática y manual e diferentes modos de funcionamiento y ajustes, el uso de un algoritmo de backtracking que permite evitar sombreado parcial entre módulos durante las primeras horas de la mañana y de la tarde, cuando el sol está más bajo en el horizonte. En el caso de alta velocidad del viento, el sistema de control pone la planta posición de seguridad si:

- Se detecta una velocidad media del viento de más de 3 segundos superior a 70 km/h en un anemómetro.
- O si en un anemómetro se detecta una velocidad media del viento durante 10 minutos superior a 42 km/h.

Si se implementa la posición de seguridad automáticamente debido al viento, el PLC dejará los fallos del motor (si los hubiera) para que cada seguidor solar pueda alcanzar la posición de arrastre.

2.3.1.1.5 Proceso de montaje

El proceso de montaje comienza con el hincado de los perfiles en el suelo. En este caso, como los pilares no tienen los agujeros taladrados, no es necesario mantener una alineación entre pilares muy precisa, si no que permite cierta tolerancia. Después, se alinean dichos pilares usando láser y se perforan los pilares, de modo que la estructura

queda perfectamente alineada. Una vez hincados, alineados y perforados los pilares, se puede montar el resto de la estructura.

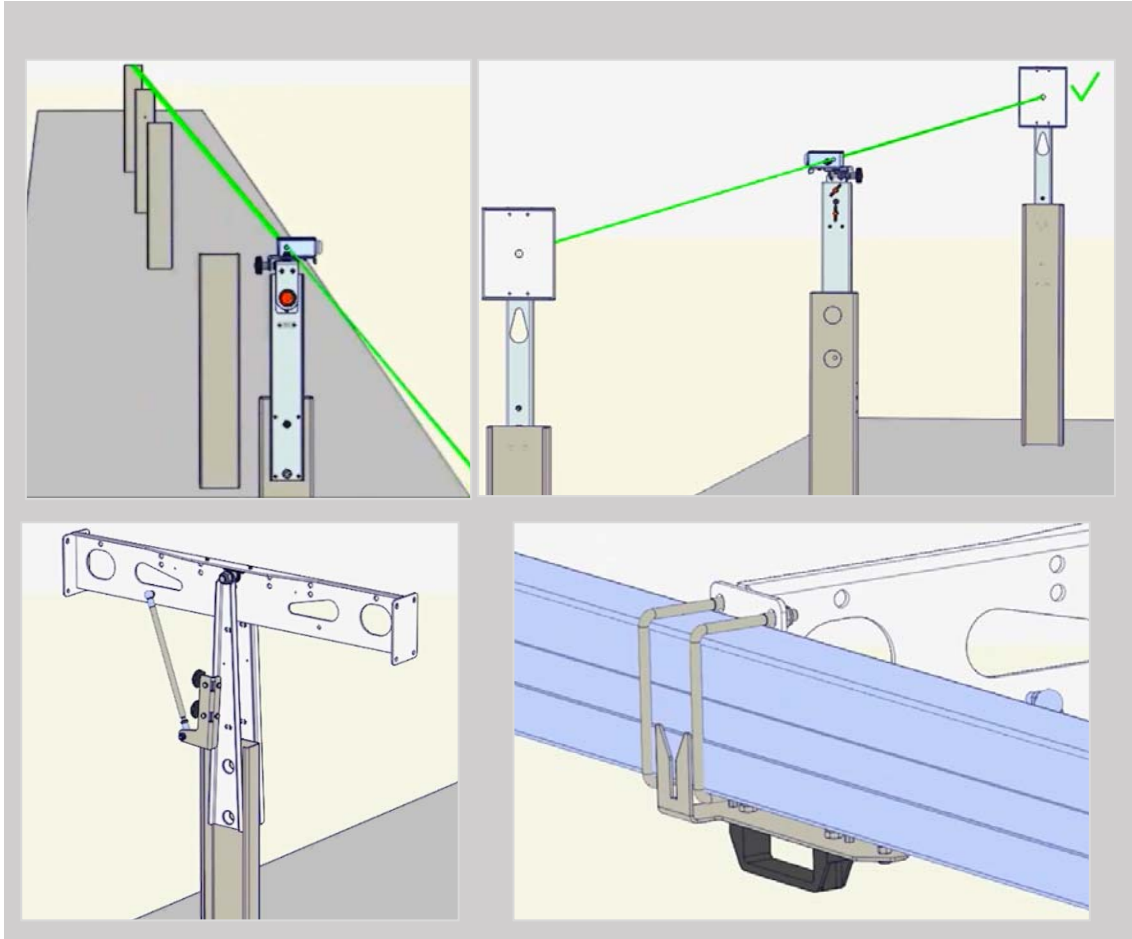


Imagen 8. Detalle del montaje de la solución de Exosun

El arco dentado se monta utilizando una herramienta especial proporcionada por Exosun. Esta herramienta de fijación permite ubicar el arco en su posición, de esta forma el resto de piezas se pueden ajustar perfectamente lo que permite una alineación final asegurada.

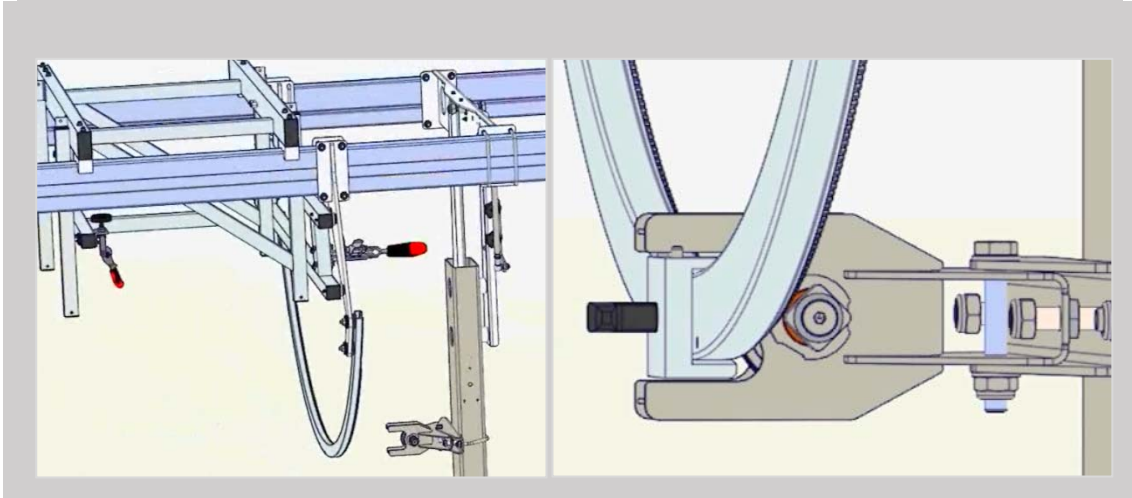


Imagen 9. Detalle del montaje de la solución de Exosun

Finalmente, cuando toda la estructura está montada y bien fijada, los ejes de transmisión se instalan, conectando todas las mesas del seguidor solar con el motor correspondiente.

Para tener una mejor idea de la estructura y el funcionamiento del seguidor solar Exotrack HZ, a continuación, se muestran imágenes del montaje:

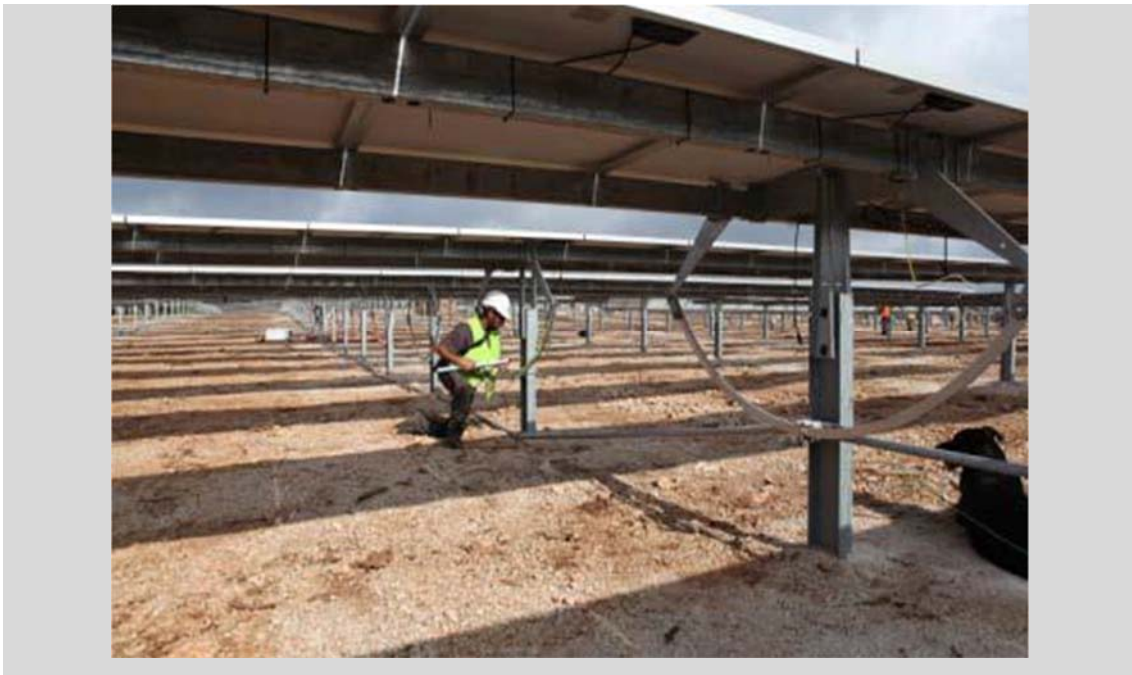




Imagen 10. Ejemplo de montaje del seguidor solar Exorack HZ

2.3.1.1.6 Principales ventajas y desventajas

Teniendo en cuenta toda la información expuesta anteriormente, se concluye que la tecnología ofrecida implica las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

- Sistema de transmisión de movimiento ligero y optimizado, con mantenimiento limitado, ya que se evita el uso de grasa u otro tipo de lubricante.
- Para el montaje no es necesario que los perfiles estén perfectamente alineados para realizar el hincado en el terreno. Esto se debe a que la estructura se alinea después del hincado.
- Se proporcionan herramientas específicas para el montaje, por lo que se facilita el proceso de montaje
- Diseño optimizada con mayor capacidad instalada por unidad terrestre.

Desventajas:

- Complejo proceso de montaje que requiere mayor tiempo de aprendizaje de los operarios.
- Se necesita una alta precisión de alineación entre filas para transmitir el movimiento.
- El sistema de transmisión de movimiento pasa bajo los módulos fotovoltaicos, muy cerca del suelo. La suciedad y el polvo pueden obstruir y/o bloquear el movimiento.

- La principales piezas que transmiten el movimiento están al aire libre, por lo que están expuestos a que cualquier agente externo pueda obstruir y/o bloquear el movimiento.

2.3.1.2 Seguidor solar de un solo eje Powerlink, de Powerway

2.3.1.2.1 Introducción

La solución ofrecida por el fabricante chino Powerway es el seguidor solar de un solo eje conocido como Powerlink. El diseño del bloque presentado por Powerway consta de 8 filas moviéndose de este a oeste. Cada bloque multifila estará formado por un motor, estructuras fijas (railes y pilares) y partes móviles. Las filas están formadas por 56 módulos (2 string de 28 módulos a cada lado del motor) dispuestos verticalmente lo que hace un total de 448 módulos por bloque. Los ángulos máximos de inclinación del seguidor solar son $\pm 45^\circ$.

En la siguiente imagen, Powerway presenta su solución para cada bloque de la planta:

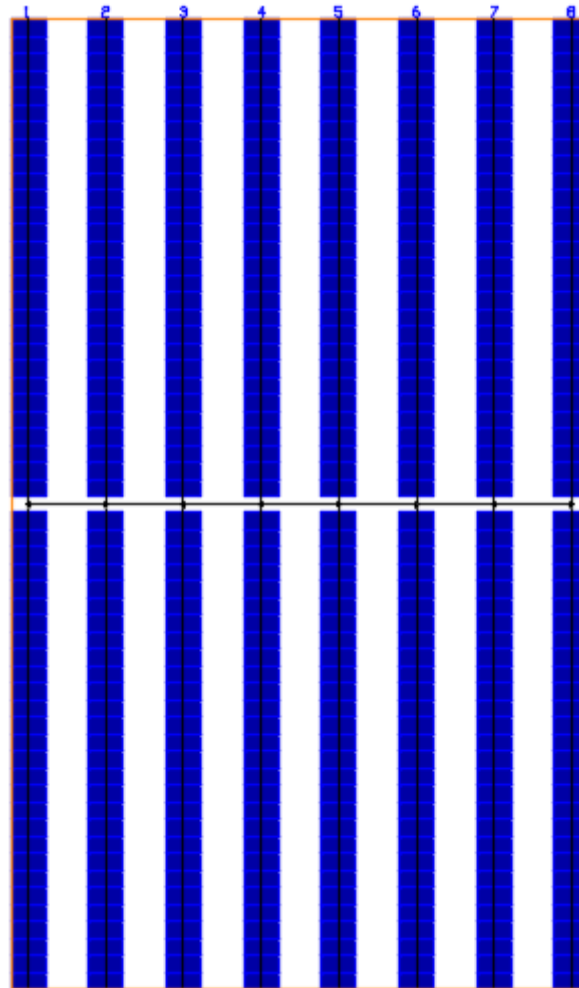


Imagen 11. Bloque del seguidor solar Powerlink

2.3.1.2.2 Estructura metálica

La mesa diseñada por Powerway está montada sobre 11 perfiles de acero galvanizado en caliente de tipo H. El pilar central y los pilares laterales de cada fila son perfiles tipo H150x75x4x6 que proporciona robustez y rigidez al seguidor solar. El resto de pilares de la fila son perfiles tipo H120x75x3.2x3.2, de esta forma se logra reducir el peso del seguidor sin debilitar la estabilidad de la estructura. La siguiente tabla muestra la cantidad y el peso total de los pilares usados por el seguidor solar de Powerway:

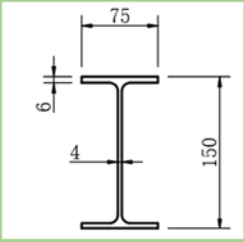
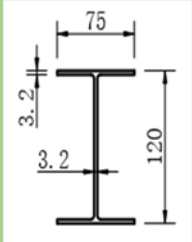
	Drive post	Non-drive post
		
Profile type	H 150x75x4x6	H120x75x3.2x3.2
Material	S235JR	S235JR
Surface	HDG 70 μ m	HDG 70 μ m
Length (mm)	2.475	2.475
Quantity/6,21 MW	1.008	2.688
Total weight/6,21 MW (tn)	29,5	44,1
Total number of piles	3.696	

Tabla 9. Características de los pilares del seguidor solar Powerlink

El módulo fotovoltaico va montado sobre un rail cuadrado de longitud y espesor variable dependiendo de su ubicación. El movimiento se transmite desde el centro de la mesa hacia los laterales, por lo tanto, el primer perfil que se conecta con la transmisión central es el más corto y más grueso para poder transmitir el mayor par. Se trata de un perfil cuadrado 100x100x3 de 5 metros de longitud. Este mismo perfil, pero de longitud 8 metros, compone los raíles centrales de la estructura, 2 a cada lado. Por último, se utiliza un perfil cuadrado 100x100x2.5 en el extremo de la fila para aprovechar el hecho de que el par de torsión en dicho extremo es menor y, de este modo, se aligera la estructura. En la siguiente tabla aparece la cantidad, peso y tipo de perfiles usados en la estructura:

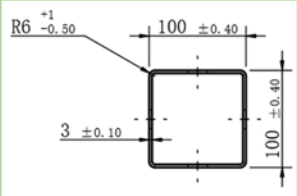
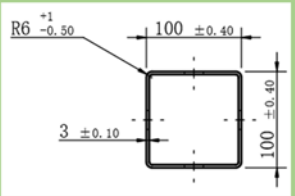
	Main Rail A y B	Main Rail C
		
Profile type	100x100x3	100x100x2,5
Material	S355	S355
Surface	HDG 70µm	HDG 70µm
Length (mm)	8.000 / 5.000	8.000
Quantity/6,21 MW	1.344 / 672	672
Total weight/6,21 MW (tn)	125,6	40,3
Total weight of main rails	165,9	

Tabla 10. Características de los raíles del seguidor solar Powerlink

2.3.1.2.3 Sistema de transmisión de movimiento

El sistema de transmisión de movimiento se trata de un motor unido al pilar central situado en el centro del bloque, de esta forma se evita la cimentación de hormigón para el motor. El motor central tiene una potencia de aproximadamente 1.5 kW y un consumo diario de potencia de 1 kWh para mover 8 filas.

Mediante un sistema de ejes, juntas cardan, tornillos sin fin y coronas dentadas se transmite el movimiento de fila a fila y, a su vez, se transmite el movimiento a la estructura sobre la que están montados los módulos fotovoltaicos. A diferencia del sistema de Exosun, Powerway tiene el sistema de transmisión de movimiento (tornillo sin fin y corona dentada) encapsulado en una caja lo que evita que cualquier componente externo cree problemas al mecanismo.

El sistema de transmisión de movimiento es complejo pero robusto. Se trata de un movimiento rotatorio continuo, pero en este caso, debido al gran peso de las filas, el diseño incluye amortiguadores para suavizar el movimiento. En las siguientes imágenes se observa el montaje del motor sobre el pilar centro y el sistema de transmisión de movimiento:

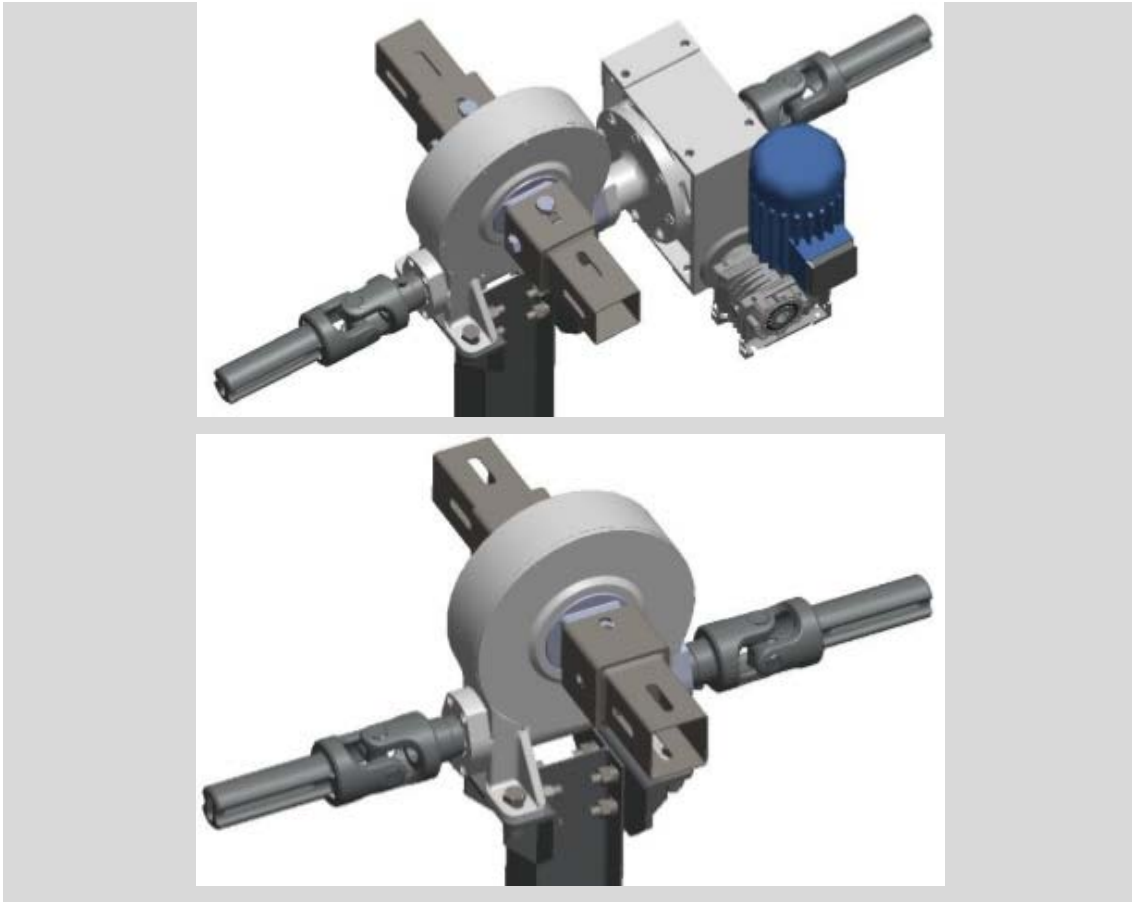


Imagen 12. Motor del seguidor solar (arriba). Sistema de transmisión de movimiento entre filas

Los extremos de cada eje están conectados mediante juntas cardán, por lo que permite una tolerancia del 10% para la inclinación del terreno en cualquier dirección.

2.3.1.2.4 Sistema de control

El sistema de control ofrecido por Powerway consiste en un sistema de control distribuido en el que cada motor dispone de una caja de control propia que contiene un módulo GPS, PLC e interfaz de comunicación. Cada controlador podrá manejar hasta 4 motores. El protocolo utilizado es Modbus TCP. La siguiente imagen muestra un ejemplo general de la arquitectura del sistema de control de Powerway:

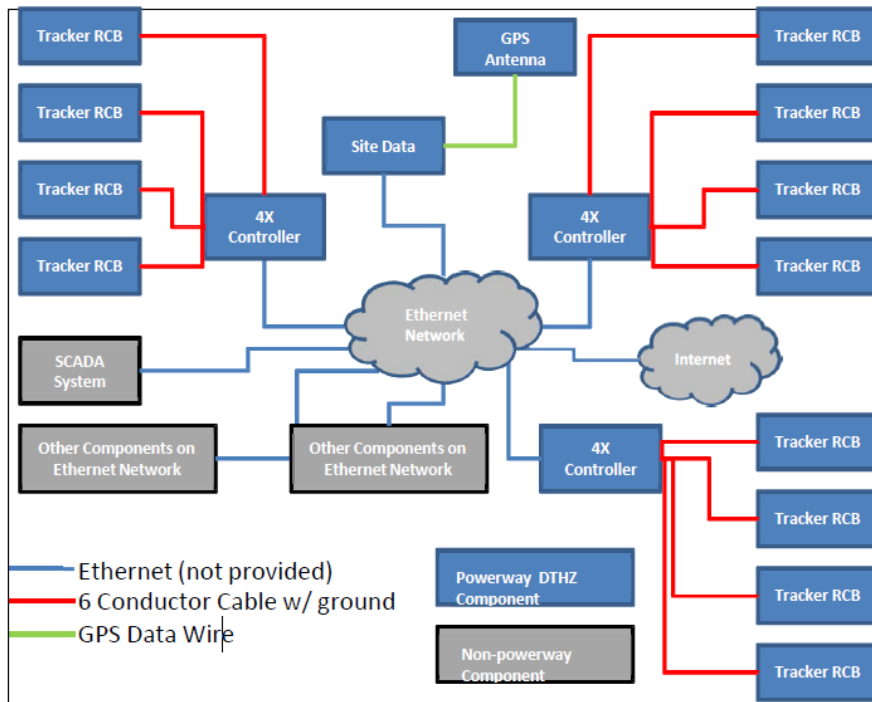


Imagen 13. Diagrama simplificado del sistema de control de Powerway

El sistema de control permite, además de la selección automática y manual de diferentes modos de funcionamiento y ajustes, el uso de un algoritmo de backtracking que permite evitar sombreado parcial entre módulos durante las primeras horas de la mañana y de la tarde, cuando el sol está más bajo en el horizonte.

2.3.1.2.5 Proceso de montaje

El proceso de montaje empieza con el hincado de los pilares. En este caso, como los pilares tiene los agujeros perforados, es necesario realizar el hincado con muy buena precisión. Sin embargo, el diseño incluye una serie de piezas de acoplamiento que une pilares con rieles y aportan cierta tolerancia al montaje. Finalmente, cuando toda la estructura está montada y bien fijada, los ejes se instalan, conectando todas las mesas con su motor correspondiente.

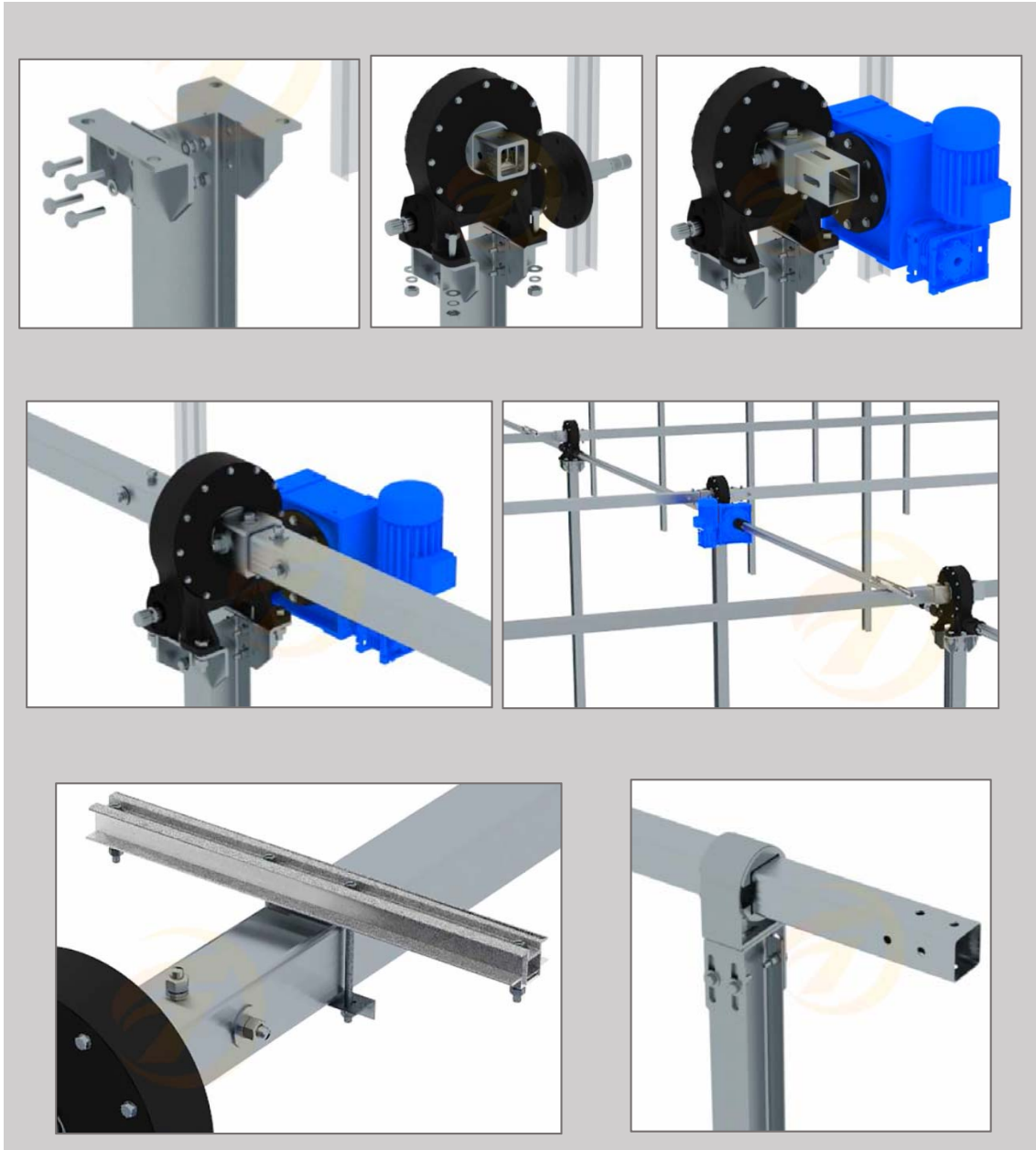


Imagen 14. Detalle del montaje de la solución de Powerway

Para tener una mejor idea de la estructura y el funcionamiento del seguidor solar Powerlink, a continuación, se muestran imágenes de la estructura:



Imagen 15. Ejemplo del seguidor solar Powerlink de Powerway

2.3.1.2.6 Principales ventajas y desventajas

Teniendo en cuenta toda la información expuesta anteriormente, se concluye que la tecnología ofrecida implica las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

- Diseño robusto y optimizado
- La unión usando juntas cardán permiten gran flexibilidad para adaptarse a las pendientes del terreno y para transmitir el movimiento entre filas.
- El sistema de transmisión de movimiento está protegido del medio ambiente.

Desventajas:

- Complejo proceso de montaje con un alto número de componentes diferentes.
- Necesidad de alta precisión en la alineación entre los pilares de la misma fila.
- El espacio usado para ubicar el sistema de transmisión de movimiento se podría usar para colocar un panel más, por lo que la potencia instalada por unidad terrestre es menor.

2.3.1.3 Seguidor solar de un solo eje Versatrack, de Kingsun

2.3.1.3.1 Introducción

La siguiente propuesta de solución es el seguidor solar denominado Versatrack del fabricante chino Kingsun. La solución propuesta consiste esencialmente en un bloque multifila con un motor central que, a través de un sistema de transmisión push-pull, es capaz de mover 32 filas de 28 módulos de 330 W colocados verticalmente (1 string por mesa), lo que da una potencia total del bloque de 295,68 kW.

En la siguiente imagen, Kingsun presenta su solución para cada bloque de la planta:

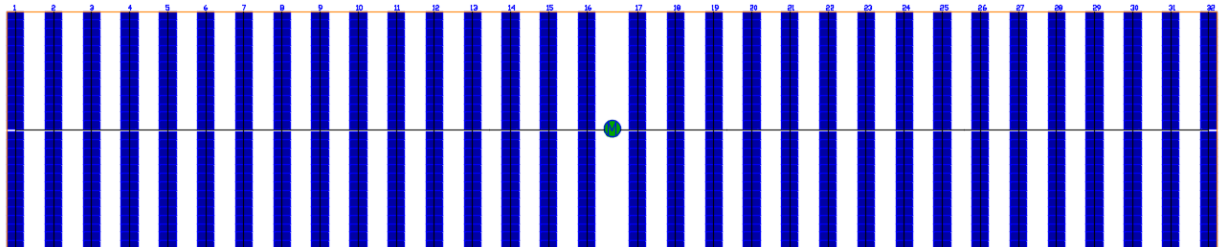


Imagen 16. Bloque del seguidor solar Versatrack

2.3.1.3.2 Estructura metálica

La mesa del seguidor solar de Kingsun se asienta sobre 6 perfiles de acero galvanizado en caliente. El pilar utilizado para anclar la estructura al suelo es el perfil H150x100x5, con este perfil es posible tener una estructura muy sólida ante cualquier inclemencia meteorológica, pero aumenta el peso de la estructura. En la siguiente tabla se muestra el número y el peso de los pilares usados para montar la estructura del seguidor solar de Kingsun:

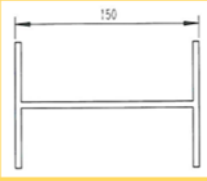
Post	
	
Profile type	150x100x5
Material	S355
Surface	HDG 85µm
Length (mm)	2.850
Quantity/6,21 MW	4.032
Total weight/6,21 MW (tn)	152,9

Tabla 11. Características del pilar usado por Kingsun

La estructura sobre la que se monta el módulo está formada por dos tipos de perfiles cuadrados. El primer tipo es un perfil cuadrado 100x100x4 con una longitud de 3 metros, está situado en el centro de la mesa y es el que soporta mayor par, ya que transmite el movimiento del motor a toda la mesa. El otro perfil utilizado es un perfil cuadrado igual, pero con un espesor menor (100x100x3) y una longitud de 5.5 metros. Cada fila de la estructura está formada por un perfil central (100x100x4) y 4 perfiles (2 por cada lado) laterales (100x100x3). En la siguiente tabla se muestra el número y peso total de los raíles principales de la estructura:

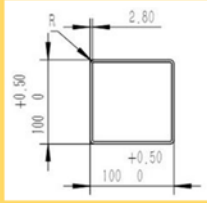
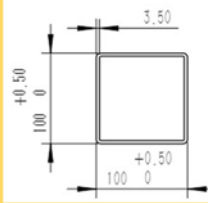
	<u>Torque tube edge</u>	<u>Torque tube central</u>
		
Profile type	100x100x3,0	100x100x4,0
Material	S355	S355
Surface	HDG 85µm	HDG 85µm
Length (mm)	5.500	3.000
Quantity/6,21 MW	2.688	672
Total weight/6,21 MW (tn)	135	24
Total weight of main rails	159	

Tabla 12. Características de los main rails de seguidor solar de Kingsun

En el caso del seguidor solar Versatrack, el módulo se une a la estructura a través de un perfil omega de acero galvanizado. Esta solución, aunque mejora la solidez y robustez de la unión módulo-estructura, aumenta considerablemente el peso y el momento torsor que los raíles de la estructura tienen que soportar. En la siguiente imagen se observa cómo se fija el módulo a la estructura, lo que aporta a cada mesa 90 kg adicionales debido al peso del perfil usado para la unión:

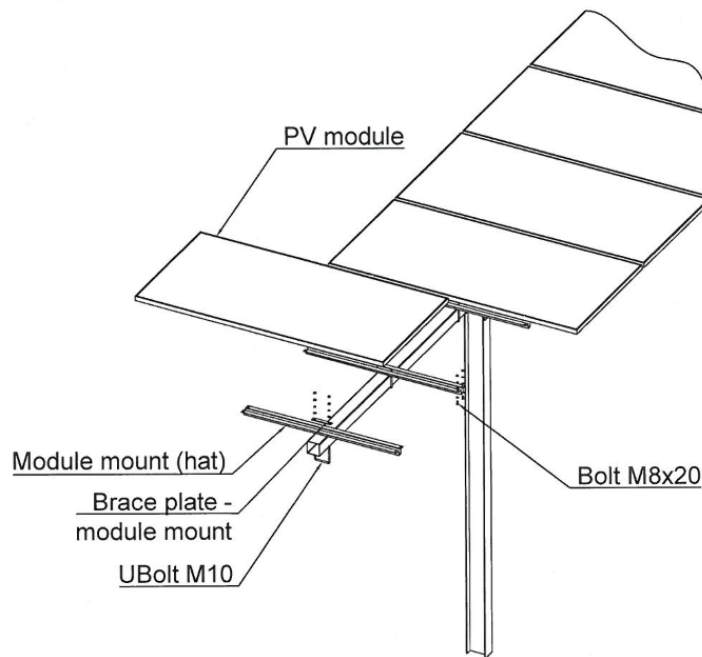


Imagen 17. Fijación del módulo a la estructura

2.3.1.3.3 Sistema de transmisión de movimiento

El motor del seguidor solar tiene una potencia de 1.14 kW y puede ir montado sobre una cimentación de hormigón o sobre una estructura metálica hincada en el suelo. El motor está situado en el centro del bloque entre las filas 16 y 17. El tamaño del motor y el mecanismo obliga a aumentar a 6 metros la distancia entre filas en el lugar donde va ubicado el motor.

El bloque del motor va unido a una caja reductora que mueve las 32 filas a través de un mecanismo push-pull gracias a un perfil cuadrado tipo 100x100x2.5 que conecta todas las filas. Este perfil cuadrado va unido a cada mesa a través de otro perfil cuadrado tipo 100x100x3.5, de esta forma se obtiene la inclinación adecuada de cada mesa.

Este sistema de transmisión de movimiento es robusto, pesado y no parece estar muy optimizado su diseño, ya que la cantidad de acero y el peso de los materiales es mayor que otros proveedores. Además, este tipo de tecnología no permite una amplia tolerancia para adaptarse al terreno. En las siguientes imágenes se muestra un ejemplo del mecanismo del motor montado sobre una cimentación de hormigón y sobre la estructura metálica:

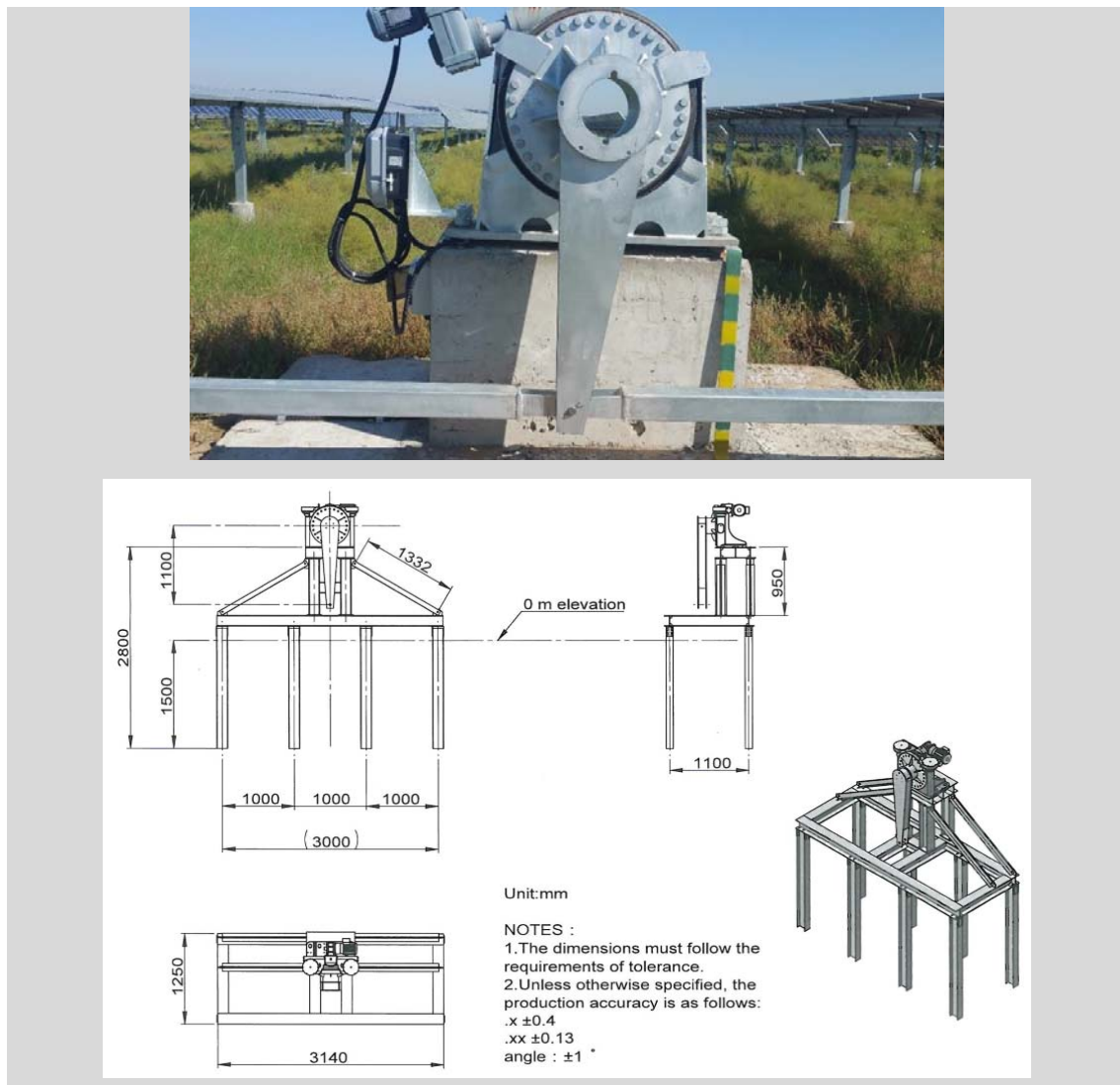


Imagen 18. Motor montado sobre cimentación de hormigón y ejemplo de transmisión del seguidor solar (arriba). Estructura metálica para montar el motor anclado a tierra (abajo).

2.3.1.3.4 Sistema de control

El sistema de control de la solución ofrecida consiste en un sistema de control distribuido en el que cada motor tiene cada caja de control que contiene un PLC, interfaz de comunicación y los sensores necesarios. El protocolo utilizado es Modbus RTU y TCP.

La siguiente imagen muestra un ejemplo general de la arquitectura de un sistema de control de Kingsun (como indica Kingsun).

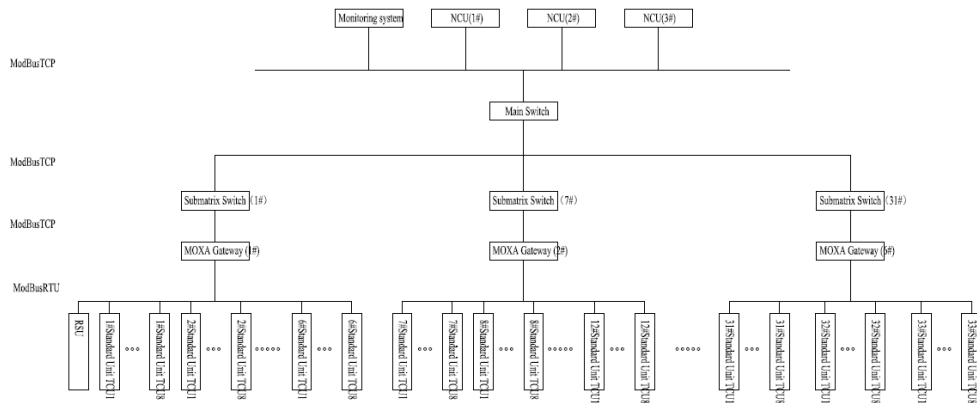


Imagen 19. Diagrama simplificado del sistema de control de Versatrack

El sistema de control permite, además de la selección automática y manual de los diferentes modos de funcionamiento y ajustes, el uso de un algoritmo de backtracking que permite evitar sombreado parcial entre módulos durante las primeras horas de la mañana y de la tarde, cuando el sol está más bajo en el horizonte.

2.3.1.3.5 *Proceso de montaje*

El proceso de montaje empieza con el hincado de los perfiles. En este caso, como los pilares tiene los agujeros perforados, es necesario realizar el hincado con muy buena precisión. Sin embargo, el diseño incluye una serie de piezas de acoplamiento que une pilares con rieles y aportan cierta tolerancia al montaje. Finalmente, cuando la estructura está montada y bien fijada, se instala el sistema pull-push, conectando todas las mesas con cada motor.

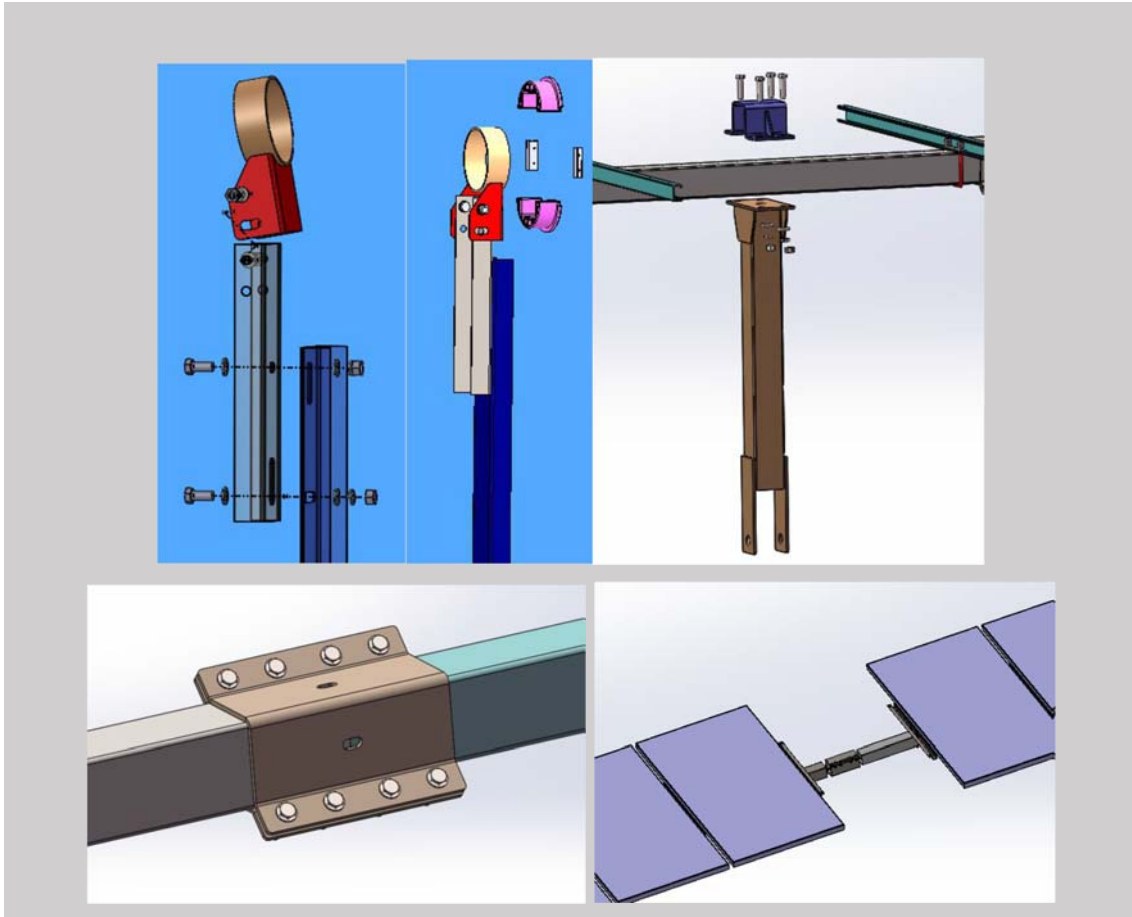


Imagen 20. Detalle del montaje de la solución de Kingsun

Para tener una mejor idea de la estructura y el funcionamiento del seguidor solar Versatrack, a continuación, se muestran imágenes de la estructura:



Imagen 21. Ejemplo del seguidor solar Versatrack de Kingsun.

2.3.1.3.6 Principales ventajas y desventajas

Teniendo en cuenta toda la información expuesta anteriormente, se concluye que la tecnología ofrecida implica las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

- Solución robusta con mecanismo de movimiento protegido del medio ambiente.

Desventajas:

- Necesidad de alta precisión de alineación entre pilas de la misma fila.
- Diseño muy pesado que implica gran cantidad de acero y dificulta montaje y logística.
- Menor potencia instalada por unidad terrestre, ya que el sistema de transmisión de movimiento ocupa el área donde es posible instalar módulos fotovoltaicos.

2.3.1.4 Comparativa técnica

A continuación, se muestra una tabla que resume las cantidades de acero de cada proveedor, así como otros datos relevantes para seleccionar una u otra tecnología:

	POWERWAY PowerLink	EXOSUN Exotrack HZ	KINGSUN VersaTrack
1 Power of block = Power per motor [kW]	147,84	147,84	295,68
2 Total number of blocks= motors [6,21MW(dc)]	42	42	21
3 Total number of piles [6,21MW(dc)]	3.696	3.360	4.032
4 Total weight of piles 6,21 MW(dc) [tn]	74	82	153
8 Total weight of main rails 6,21 MW(dc) [tn]	166	214	159
9 Total weight of main rails and piles [tn]	239	296	312
10 Clamp material	aluminum	aluminum	steel
11 Total weight of clamps [6,21 MW(dc)]	1,69	0,81	60
13 Total weight of major parts [6,21 MW(dc)]	241	297	373
14 Total weight [tn/MW]	0,77	0,94	1,18
16 Man-hour per [1 MW]	472	299	378
17 Total number of 40ft containers per MW	4	3	3

Tabla 13. Tabla comparativa de tecnologías para los seguidores solares

- Total number and weight of piles

De los tres proveedores el que necesita más pilares para su estructura es Kingsun, ya que necesita 6 perfiles por fila. Aunque Powerway necesita 11 perfiles por mesa, cada mesa lleva montado el doble de módulos (56 módulos/fila Powerway por 28 módulos/fila Kingsun). Exosun, por su parte, necesita para su estructura 336 pilares menos que Powerway, lo que implica una reducción en tiempo y costes de montaje, ya que cada perfil será hincado en tierra con una hincadora.

Respecto al peso de los pilares, Powerway consigue reducir el peso total de los perfiles usando dos tipos de perfiles diferentes siendo el proveedor con los pilares más ligeros. Mientras que Kingsun, al utilizar un solo tipo de perfil, obtiene un peso total de los pilares 70 toneladas mayor que el siguiente más pesado, Exosun. Tener una estructura más ligera facilitará las tareas de transporte y montaje.

- Total weight of main rails

En este punto, el proveedor que tiene un peso mayor de main rails es Exosun. Esto se debe al doble soporte del módulo, que hace que la estructura tenga del orden de 2.000 main rails más que sus competidores. Sin embargo, estos 2.000 pilares de más respecto a Kigsun (2.688 más respecto Powerway) solo aumentan el peso de la estructura en 55 toneladas.

- Material and Total weight of clamps

En este punto se compara como una cada proveedor el módulo fotovoltaico a su estructura. Es importante conocer el material de la grapa que realiza la unión porque el marco del módulo fotovoltaico es de aluminio. La utilización de grapas de aluminio aligera la estructura y evita que se produzca la corrosión galvánica entre el módulo y la grapa. No obstante, el perfil usado por Kigsun tiene un tratamiento de galvanizado por inmersión en caliente para evitar la corrosión

Es destacable la diferencia de peso entre el método usado por Kigsun y el método usado por los otros proveedores. Kigsun al usar un perfil omega de acero para anclar el módulo a la estructura, le aporta a la estructura 60 toneladas extra de peso. El peso extra conlleva perfiles de secciones mayores que aguanten mejor el par que se transmite en la estructura. Por lo tanto, si Kigsun modificará este método de unión probablemente podría aligerar el resto de la estructura.

- Total weight of major parts

Para el cálculo del peso de las principales partes, se han tenido en cuenta los pilares, main rails y las grapas para montar el módulo sobre la estructura. Está información refleja que el proveedor que mejor optimiza el peso de su estructura es Powerway, seguido de cerca por Exosun. El diseño de Kigsun muestra una estructura sobredimensionada y un diseño antiguo, ya que necesita 15 toneladas más de acero que Exosun y 71 toneladas más que Powerway. Esta cantidad de acero más implica un seguidor solar más costoso, debido al precio del acero, el coste logístico de mover más toneladas de material y el coste de montaje por tener que montar piezas más pesadas.

- Montaje y logística

Respecto a la estimación del tiempo de montaje por MW, son datos aportados por cada proveedor y puede servir para tener una idea de la complejidad de montaje de cada proveedor. De esta forma, se obtiene que el montaje más complicado es el de Powerway, seguido de Kingsun y, por último y más sencillo, el de Exosun.

En cuanto a la logística, hace referencia a la cantidad de contenedores que necesita cada proveedor para 1 MW. Se debe tener en cuenta que la información que se obtiene ha sido aportada por cada proveedor. Por lo tanto, se encuentran datos curiosos como que el proveedor con mayor peso de acero, Kingsun, necesite los mismos contenedores de 40 pies para 1 MW que Exosun con 17 toneladas más solo de acero. No obstante, se observa que el proveedor cuyos costes logísticos y de montaje serán menores es Exosun.

Un último punto técnico que sirve para comparar las 3 tecnologías es lo referente al motor y la potencia del mismo para los seguidores solares. Partiendo de la fórmula de la potencia:

$$P = \text{Par motor} \times \text{velocidad angular}$$

Tenemos dos tecnologías que se pueden diferenciar claramente, por un lado, Powerway y Exosun y, por otro, Kingsun. En el caso de Exosun y Powerway, ellos aumentan la velocidad angular producida por el motor para obtener la potencia necesaria para mover todos los paneles. Por otro lado, el diseño de Kingsun está pensado en aumentar el par del motor para obtener la potencia necesaria para mover la estructura. La diferencia se percibe en que, aumentando la velocidad de giro del motor, se puede obtener un diseño más ligero y optimizado que aumentando el par. Por lo tanto, podemos afirmar que la tecnología usada por Kingsun es anticuada y está sobredimensionada.

En la siguiente tabla se muestra un sistema de puntuación que se ha elaborado a partir de la información que se les ha pedido a los proveedores y la que han enviado ellos. Se ha puntuado de 0 a 5, donde 0 representa “información no recibida” y 5 representa la mejor puntuación. La puntuación máxima total es de 90 y representaría un porcentaje de 100%

SCORING SYSTEM				
		POWERWAY PowerLink	ATEC Exotrack HZ	KINGSUN VersaTrack
a)	Total amount of steel	5	4	2
b)	Tolerance in ground levelling	5	3	2
c)	Simplicity of mounting	3	4	3
d)	General mounting tolerance	4	5	2
e)	Pile ramming tolerance	3	5	3
f)	Man-hour needs	3	5	4
g)	Suitability of tracker block design	3	5	3
h)	Robustness of design	4	3	5
i)	Annual maintenance	4	5	4
j)	Quality of received information	3	4	3
k)	Warranty terms	5	5	5
l)	Electrical system	3	4	3
m)	Control and communication system	3	5	3
n)	Project References	2	4	4
o)	Experience with the offered technology	2	5	2
p)	Certificates and letters of appreciation	5	4	5
q)	Financing capability	3	5	5
r)	Extra information	4	5	3
Total scoring		64	80	61
Total percentage scoring		71%	89%	68%

Tabla 14. Sistema de puntuación para comparar los proveedores de seguidores solares.

En esta tabla se observa que el proveedor que obtiene mejor puntuación en base a la información analizada es Exosun. Esto se debe a su diseño que consigue adaptarse a cualquier terreno y permite ciertas tolerancias en el montaje que los otros proveedores no permiten, además de la velocidad de montaje. También se han tenido en cuenta aspectos que no son técnicos como la experiencia en otros proyectos, la garantía que ofrecen y la capacidad para ofrecer facilidades para realización de los pagos. En estos puntos, que también son sumamente importantes, Exosun también obtiene mayor puntuación que los otros proveedores.

2.3.1.5 Solución adoptada

Por lo tanto, el proveedor seleccionado para el montaje de los seguidores solares del proyecto de Mequinenza de 7.24 MW será Exosun con su seguidor solar Exotrack HZ. Esto se debe a los siguientes puntos:

- a) Sistema de transmisión de movimiento ligero y optimizado, con un mantenimiento limitado debido a que no se usa grasa o lubricante.
- b) La estructura se alinea después del hincado, por lo tanto, no se necesita gran precisión en el proceso de hincado.
- c) Se proporciona herramientas de montaje específicas para el montaje que facilitan el proceso.
- d) Sistema de control bien desarrollado y robusto del estado de la técnica.

2.3.2 Cimentación de la estructura

En el análisis preliminar del sitio se observó que los materiales presentes en el suelo potencialmente ofrecen condiciones geomecánicas adecuadas para la fundación de estructuras por hincado. Estas observaciones serán corroboradas mediante la ejecución de un estudio geotécnico del suelo y posteriormente por una prueba de hincado.

Un estudio geológico detallado proporcionará toda la información necesaria para preparar un cálculo geotécnico usando el peso específico del suelo, el nivel de cohesión del suelo, el ángulo de fricción interna y el módulo de elasticidad (valores esenciales necesarios para el cálculo de la capacidad portante del suelo y necesario con el fin de evitar que los balastos se colapsen).

Posteriormente, el ensayo de hincado o más comúnmente conocido como “Pull-Out test”. Esta prueba consta de ensayo de hinca, tracción y carga lateral que tienen como objetivo:

- Determinar las profundidades y tiempos de hincado
- Determinar las deformaciones del terreno frente a los escalones/ciclo de carga en la horizontal considerados en el procedimiento.
- Determinar el comportamiento del terreno frente a los escalones/ciclos de carga en la vertical (arranque axial).

Una vez obtenida la información del Pull-Out test, se puede valorar si las profundidades de hincado reveladas por el estudio son aceptables para realizar una fundación por hincado de pilotes. Se debe tener en cuenta que poder realizar la fundación de la estructura por hincado reduce muchísimo los tiempos de montaje, en contraposición con realizar una cimentación de hormigón para cada pilar.

2.3.3 Módulo fotovoltaico

Hoy en día los módulos de células de silicio policristalino son los más comúnmente usados a nivel mundial en la construcción de parques fotovoltaicos a gran escala. En comparación con otras tecnologías, los módulos policristalinos presentan la ventaja de ser una tecnología madura, con una eficiencia de conversión elevada, baja tasa de fallos y operación y mantenimiento muy simple.

En comparación con la tecnología monocristalinas, la eficiencia de los módulos policristalinos es algo menor, sin embargo, los principales parámetros de trabajo son iguales y se comportan de la misma forma, al igual que la vida útil y estabilidad. Sin embargo, los módulos policristalinos poseen un precio del orden de US\$0.1/W más bajo, y por ello, en este proyecto se ha optado por dicha tecnología.

Dentro del amplio rango de potencias disponibles comercialmente, se ha seleccionado al fabricante Talesun, ya que la tecnología de fabricación de dicho fabricante permite alcanzar altísimos niveles de calidad y homogeneidad junto a una alta productividad, lo cual permite asegurar la calidad y homogeneidad de la producción energética de la planta una vez haya sido puesta en marcha. Los modelos estudiados para instalar en la planta son los siguientes:

- TP660P-270W
- TP672P-330W

A continuación, se estudiarán las dos opciones para finalmente elegir la más conveniente para el proyecto.

2.3.3.1 *TP660P-270W*

El modelo estudiado es el Talesun TP660P-270W. Dicho módulo fotovoltaico está constituido por 60 células fotovoltaicas policristalinas de 156mm x 156mm. La potencia pico del módulo es de 270W con tolerancia exclusivamente positiva del 3% cuya eficiencia es del 16,7%.

La caja de conexión, en la parte trasera, lleva incorporados los diodos de derivación, que evitan la posibilidad de avería de las células y su circuito, por sombreados parciales de uno o varios módulos dentro de un conjunto, al evitar corrientes inversas indeseadas.

A continuación, se muestran las principales características del módulo fotovoltaico estudiado:

Parámetros eléctricos (STC) (solo de referencia)	
Potencia nominal (Pmax) W	270
Tolerancia W (%)	0 ~ +3%
Open circuit voltaje (Voc) V	38.0
Short-circuit current (Isc) A	9.33
Voltaje nominal (Vmpp) V	30.9
Corriente nominal (Impp) A	8.74
Eficiencia del módulo %	16.6
Coeficiente de temperatura Pmax %/K	-0.44
Coeficiente de temperatura de Voc %/K	-0.33
Coeficiente de temperatura de Isc%/K	0.058
Características generales (solo de referencia)	
Tecnología de las células	Policristalinas
Tamaño de las células	6"x6" (156 x 156 mm)
Número de diodos de bypass	3
Número de células	60
Sección de los cables de conexión mm ²	4
Longitud de los cables de conexión mm	1100
Cristal frontal	Templado, 3.2 mm
Marco	Aluminio anodizado
Caja de conexión	IP65
Características mecánicas (solo de referencia)	
Dimensiones mm	1640×990×40
Peso kg	18.5
Máximo voltaje del sistema V (DC)	1000
Temperatura de operación	-40°C ~ +85°C

Tabla 15. Resumen de características del módulo fotovoltaico Talesun TP660-270

2.3.3.2 TP672P-330W

Se propone la instalación de un módulo modelo Talesun TP672P-330W de 72 células de silicio policristalino de 156mm x 156mm. La potencia pico del módulo es de 330W con tolerancia exclusivamente positiva del 3% y cuya eficiencia es del 17,0% y con una respuesta muy buena probada a baja irradiación, lo cual mejora mucho su producción en las primeras horas del día y las últimas de la tarde.

La caja de conexión, en la parte trasera, lleva incorporados diodos de derivación, que evitan la posibilidad de avería de las células y su circuito, por sombreados parciales de uno o varios módulos dentro de un conjunto, al evitar corrientes inversas indeseadas.

Parámetros eléctricos (STC) (solo de referencia)	
Potencia nominal (Pmax) W	330
Tolerancia W (%)	0 ~ +3%
Open circuit voltaje (Voc) V	45.9
Short-circuit current (Isc) A	9.27
Voltaje nominal (Vmpp) V	37.7
Corriente nominal (Impp) A	8.76
Eficiencia del módulo %	17.0
Coeficiente de temperatura Pmax %/K	-0.40
Coeficiente de temperatura de Voc %/K	-0.31
Coeficiente de temperatura de Isc%/K	0.06
Características generales (solo de referencia)	
Tecnología de las células	Policristalinas
Tamaño de las células	6"x6" (156 x 156 mm)
Número de diodos de bypass	3
Número de células	72
Sección de los cables de conexión mm ²	6
Longitud de los cables de conexión mm	1100
Cristal frontal	Templado, 3.2 mm
Marco	Aluminio anodizado
Caja de conexión	IP65
Características mecánicas (solo de referencia)	
Dimensiones mm	1960×990×40
Peso kg	22
Máximo voltaje del sistema V (DC)	1000
Temperatura de operación	-40°C ~ +85°C

Tabla 16. Resumen de característica del módulo fotovoltaico Talesun TP672-330

2.3.3.3 Solución adoptada

Finalmente, se ha decidido optar por el modelo TP672P-330W. Se instalará un total de 21.952 paneles fotovoltaicos de dicho modelo. Las principales ventajas que han declinado la balanza sobre este módulo son:

- El módulo de 72 células es el que más se suele usar para instalar sobre seguidores solares, lo que facilita el montaje y la compatibilidad módulo-seguidor solar
- Los paneles solares de mayor potencia reducen el número de paneles que se necesitan en el sistema para alcanzar su potencia deseada, lo que puede disminuir los costes de montaje y los costes logísticos a pesar del peso adicional.

- La eficiencia del módulo de 330W es un poco mayor que el de 270W. Esa diferencia no sería apreciable si hablamos de pocos módulos, pero en este proyecto se van a instalar 21.952 módulos y esa pequeña diferencia si se aprecia en la producción final.

Por último, aclarar que módulo TP672P-330W posee las certificaciones necesarias para poder operar en España. El módulo posee los siguientes certificados:

- Certificado IEC 61215 que cubre los parámetros que son responsables del envejecimiento de los módulos.
- Certificado IEC 61730 que cualifica la seguridad del módulo desde su construcción hasta las pruebas que se le deben realizar
- Marcado CE que certifica que el módulo cumple con las regulaciones europeas.
- Underwriters Laboratories Inc. (UL) certificación necesaria para comercializar paneles fotovoltaicos en los Estados Unidos

A continuación, se muestra una imagen de la ficha técnica del módulo seleccionado:



Imagen 22. Ficha técnica del módulo de 72 células

2.3.4 Inversor

En todas las instalaciones fotovoltaicas, el inversor es de gran importancia ya que es el encargado de transformar y adaptar la energía generada a las características de la carga, ya sea para su posterior uso individual, en caso de instalaciones aisladas, o su vertido a la red eléctrica, para instalaciones conectadas a red como en este caso.

El inversor fotovoltaico es el equipo electrónico que permite suministrar la potencia generada a la red comercial. Su función principal es convertir la corriente continua producida por el generador fotovoltaico en corriente alterna, con unas características establecidas por la red.

Respecto a la solución adoptada para la implementación de los inversores, se han tenido en cuenta dos tipos de soluciones diferentes:

- Inversor central, solución ofrecida por Sungrow
- Inversor de string, solución ofrecida por Huawei

A continuación, se expondrán las dos tecnologías para seleccionar el mejor inversor para la planta solar.

2.3.4.1 Inversor central

La solución de inversor central se trata de inversores de gran potencia a los que se conectan grandes grupos de módulos, de esta forma, se obtienen ventajas económicas derivadas de la existencia de pocos inversores en la planta como es la reducción de la inversión inicial y de los costes de mantenimiento. Este tipo de inversores han sido ampliamente utilizados para la construcción de grandes huertos solares por todo el mundo. A continuación, se muestra diagrama de una instalación con inversor central dónde todas las cadenas, constituidas por módulos conectados en serie, están reunidas en una conexión en paralelo:

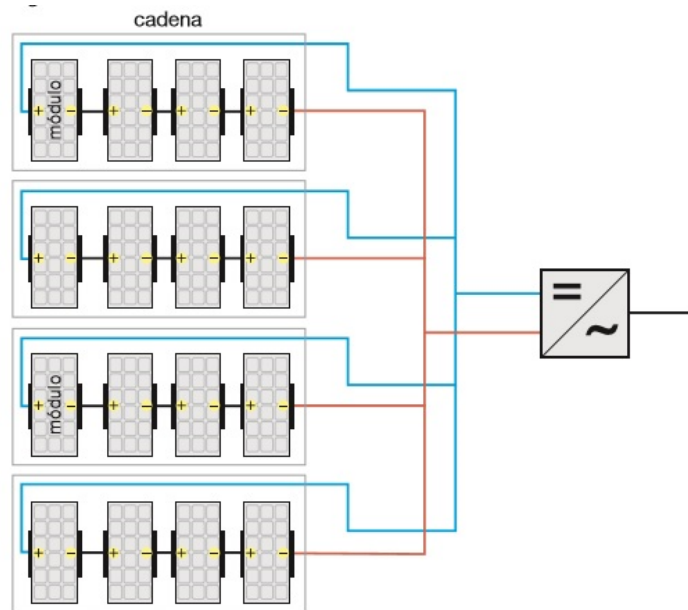


Imagen 23. Diagrama de instalación inversor central

La propuesta de inversor central es la realizada por el fabricante Sungrow. Esta solución propone dividir la instalación en huertos solares de 2.5 MW donde se instalaría en cada uno de ellos una Cabina de Media Tensión (MT) modelo Sungrow SG2500-MV tipo PAD mounted (sin envolvente) cuyas principales características se muestran a continuación:

Inversor Sungrow SG2500MV	
Características en corriente continua DC	
Tensión de entrada máxima DC	1.000 V
Tensión mínima de arranque DC	500 V
Corriente máxima de entrada	5.424 A
Rango de tensión para MPP	520~850 V
Número de seguidores MPP	4
Número de entradas DC	32
Características en corriente alterna AC	
Potencia nominal de salida AC	2520 kW
Rango de tensión de salida AC	288~414 V
Tensión nominal de salida AC	360 V
Corriente máxima de salida AC	4.444 A
Rango de frecuencia	47-62 Hz
Frecuencias estándar	50, 60 Hz
Max. Eficiencia	99,00 %
Euro Eficiencia	98,70 %
Otras características	
Dimensiones	6.060x2591x2438 mm
Peso	15tn
Rango de temperaturas	-30 ~ +65 °C
Transformador	Transformerless
Grado de protección	IP21
Interfaz	RS 485, Ethernet

Tabla 17. Características del inversor Sungrow SG2500MV

Este tipo de instalación permite abaratar costes a la vez que disminuye el impacto medioambiental del proyecto, pues se evita la construcción de grandes cimentaciones de hormigón para las cabinas de MT. Cada cabina de MT incorpora 4 inversores Sungrow SG630MX de 630 kW nominales cada uno, sumando un total de 2.250 kW nominales. Dicha cabina incorpora ya todas las protecciones y las comunicaciones necesarias para el control y monitorización eficaz de la planta.

A continuación, se muestran imágenes de la Cabina de Media Tensión (MT) modelo Sungrow SG2500-MV:

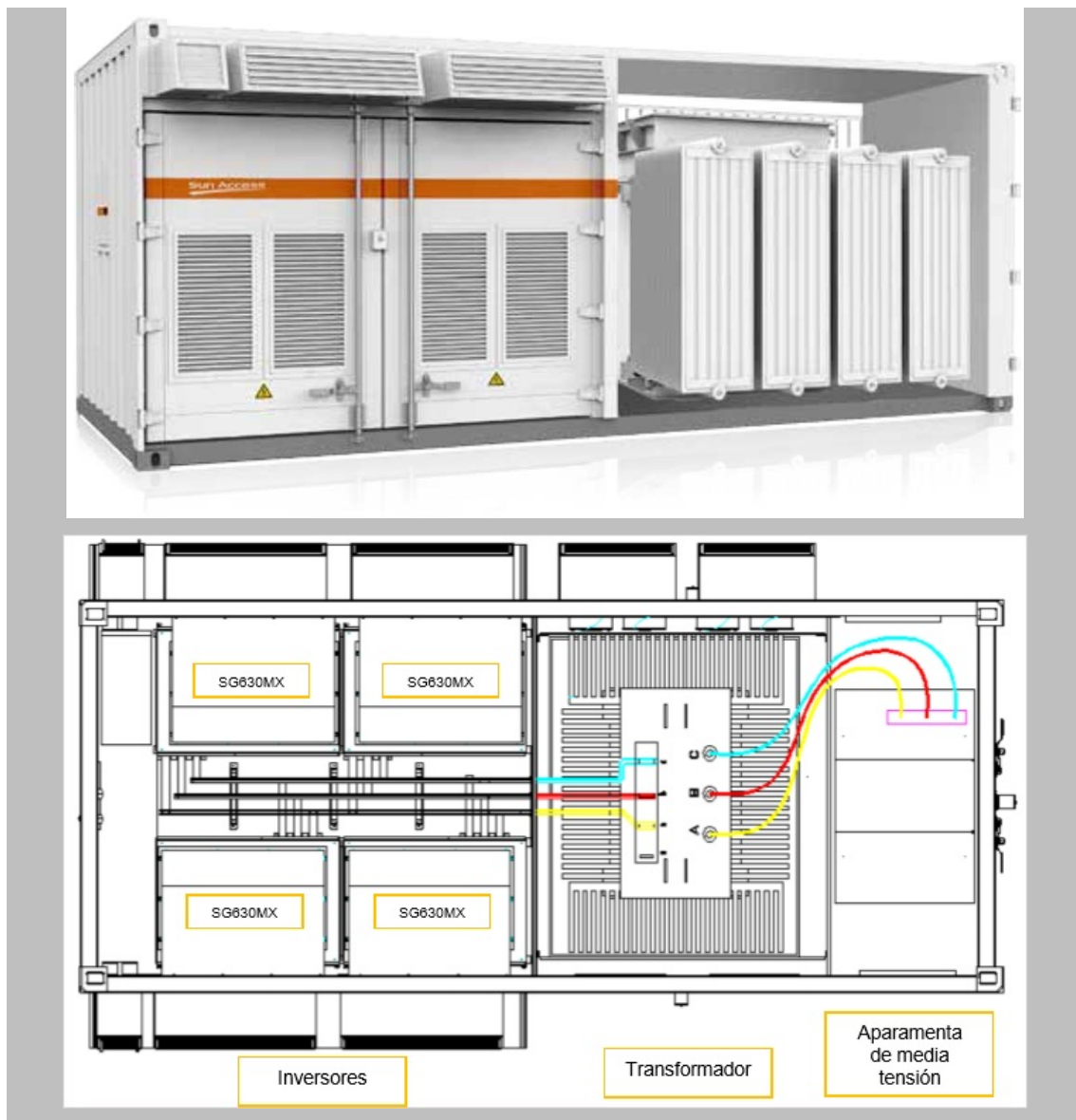


Imagen 24. Estación Sungrow SG-2500-MV (arriba). Configuración de la cabina de MT de Sungrow SG-2500-MV (abajo)

El uso de una solución central a su vez implicaría la instalación de string boxes que recolectarán la energía de todos los strings y la enviarán al inversor central.

2.3.4.2 Inversor de string

La solución de inversor de string está compuesta por módulos conectados en serie en un mismo string se conectan a un inversor. En este tipo de solución cada inversor y su string representan una mini-instalación independiente que funciona conforme a su propio punto de potencia máxima. En la siguiente imagen, se muestra un diagrama de una instalación con inversor de string:

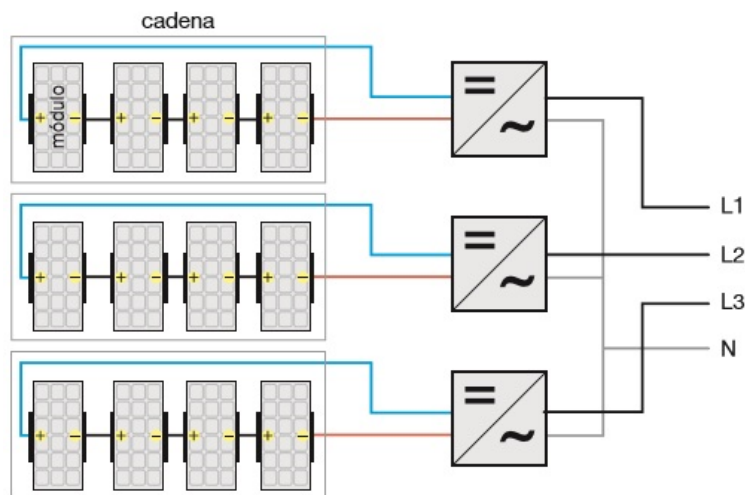


Imagen 25. Diagrama de instalación con inversores de string

Se propone la instalación de una solución completa DC-AC ofrecida por el fabricante de inversores Huawei. Dicha solución consiste en la utilización de inversores de string modelo SUN2000-60KTL, de 60 kW (AC) nominales, transformadores de media tensión de 800V a 33kV, con refrigeración en aceite tipo ONAN de 2.365 kVA nominales.

A su vez, la utilización de inversores de string implica la instalación de una serie de armarios de corriente alterna denominados AC Box, que en este caso recolectaría la energía proveniente de 2 inversores para enviarla al centro de transformación de media tensión más cercano.

Las principales características del inversor se muestran a continuación:

Inversor Huawei SUN2000-60KTL (solo de referencia)	
Características en corriente continua DC	
Tensión de entrada máxima DC	1.500 V
Tensión mínima de arranque DC	600 V
Corriente máxima de entrada por MPPT	22 A
Rango de tensión para MPPT	600~1450 V
Número de seguidores MPP	4
Número de entradas DC	8
Características en corriente alterna AC	
Potencia nominal de salida AC	60.0 kW
Tensión nominal de salida AC	800 V
Corriente nominal de salida AC	43.3 A
Rango de factor de potencia	0.8 LG ... 0.8 LD
Frecuencias estándar	50, 60 Hz
Max. Eficiencia	99,00 %
Euro Eficiencia	98,80 %
Otras características	
Dimensiones	930x600x270 mm
Peso	65kg
Rango de temperaturas	-25 ~ +60 °C
Transformador	Transformerless
Grado de protección	IP65

Tabla 18. Características del inversor Huawei SUN2000-60KTL

A continuación, se muestra una imagen del inversor Huawei SUN2000-60KTL y otra imagen de dicho inversor montado en una planta fotovoltaica:



Imagen 26. Inversor de string Huawei SUN2000-60KTL (arriba). Ejemplo de montaje del inversor Huawei (abajo)

2.3.4.3 Solución adoptada

Finalmente se ha optado por la solución de inversor de string adoptada por el fabricante Huawei y su modelo de inveror Huawei SUN2000-60KTL. Se instalará un total de 98 inversores de dicho modelo en toda la planta fotovoltaica. Esta decisión se debe a las siguientes ventajas que aporta la solución de string frente a la solución central:

- Menor tensión mínima de arranque. Mayor producción diaria, especialmente en los meses de invierno.
- Mayor rango de tensión del seguidor de punto de máxima potencia (MPPT). Mayor producción energética al mantener al sistema fotovoltaico siempre dentro de su punto de máxima potencia.

- Mayor número de seguidores MPPT. En la solución central, los MPPT eran compartidos por un número de módulos mucho mayor, lo cual provoca una mayor pérdida de energía por mismatch o en caso de fallo el inversor. Con la solución de inversores en string, se consigue una mayor precisión en el seguimiento del punto de máxima potencia global de la planta.
- Debido a la facilidad de montaje, se busca una solución llave en mano que no requiere de personal especializado.
- Debido a las características del inversor, el mantenimiento se limita a la inspección visual, limpieza periódica y revisión de conexiones durante los 20 años de vida operativa de la planta.
- En caso de fallo, el intercambio de la unidad se puede realizaren cuestión de minutos
- Mejor capacidad de monitoreo que llega al nivel del string individuales.
- La disponibilidad de la planta es mayor debido a que los fallos de cada inversor tienen menor impacto en la planta.

2.3.5 Centro de transformación

El centro de transformación es el encargado de elevar la tensión para adaptarla a la línea de distribución y reducir pérdidas de potencia. El elemento encargado de dicha acción es el transformador, que permite variar alguna función de la corriente, ya sea el voltaje o la intensidad, manteniendo a frecuencia y la potencia igual.

Los transformadores se utilizan en las instalaciones fotovoltaicas para acondicionar la tensión de la instalación a los valores que interesen para su utilización, tanto en caso de instalaciones aisladas, como en el caso de este proyecto, que se debe adecuar para poder inyectar a la red.

Por lo tanto, con la finalidad de mejorar el transporte y reducir las pérdidas hasta el punto de conexión, la tensión trifásica de 800 V proveniente de la salida de los inversores se elevará hasta los 15 kV y frecuencia de 50 Hz. Dentro de la solución completa DC-AC ofrecida por Huawei, se prevé la instalación de 3 cabinas de media tensión de 2.500 kVA

Se instalará un transformador organic 24 kV de la marca Ormazabal, que se trata de un transformador trifásico elevador de tensión, de neutro accesible en el secundario, de potencia 2.500 kVA y refrigeración natural éster biodegradable. En la siguiente tabla se muestran las características principales:

Transformador OMAZABAL organic 24 kV (solo de referencia)	
Estándar de fabricación	UNE 21428 ; EN 50464 ; IEC60076
Potencia nominal (kVA)	2.500
Frecuencia nominal (HZ)	50
Relación de transformación	0.8/15
Tensión primaria (kV)	9.5/16,455
Tensión secundario en vacío (V)	420
Regulación en el primario	±2.5%, ±5%, ±10%
Tensión de cortocircuito (Ecc)	6%
Tipo de refrigeración	ONAN
Esquema de conexión	Dy11
Pérdidas en vacío (kW)	3.2kW
Pérdida nominal (kW)	26.5kW
Eficiencia	≥98.83%
Protección incorporada al transf.	Relé DGPT2
Sistema de recogida de posibles derrames	De acuerdo a ITC-RAT 14, apartado 5.1 a)
Nivel de aislamiento	Según MIE-RAT 12

Tabla 19. Características del transformador incluido en la cabina MT



Imagen 27. Transformador de la marca Ormazabal

2.3.6 Celdas de media tensión

Las celdas de media tensión usadas en la cabina de transformación son del tipo cgmcosmos, es decir, celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles “in situ” a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Se trata de un sistema de celdas de MT modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5°C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2.000 metros sobre el nivel del mar sin mantenimiento. Las características generales estándar son:

- **Construcción**

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

- **Seguridad**

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

- Grados de protección:
 - Celda/Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN60529
 - Cuba: IP X7 según EN 60529
 - Protección a impactos en:
 - Cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
 - Cuba: IK 09 según EN 5010

2.3.6.1 Características descriptivas de las celdas

- Entrada/Salida 1 y 2: cgmcosmos-l Interruptor seccionador

La celda cgmcosmos-l de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

- Seccionamiento Compañía: cgmcosmos-s Interruptor pasante

La celda cgmcosmos-s de interruptor pasante está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, interrumpido por un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, para aislar las partes izquierda y derecha del mismo y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Protección General: cgmcosmos-v Interruptor automático de vacío

La celda **cgmcosmos-s** de interruptor pasante está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, interrumpido por un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, para aislar las partes izquierda y derecha del mismo y puede llevar un sistema

de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Medida: cgmcosmos-m Medida

La celda **cgmcosmos-m** de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

- Seccionamiento Cliente: cgmcosmos-l Interruptor seccionador

La celda **cgmcosmos-l** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

2.3.7 Cableado, canalizaciones y zanjas

El cable seleccionado para realizar todas las conexiones de la planta solar es el siguiente o similar:

- Cableado de instalación DC. Denominación RV-K 0,6/1kV. Las características del cableado son las siguientes:
 - Conductor de aluminio, clase 5 IEC 60228.
 - Aislamiento de XLPE, tipo DIX3 según HD603. La identificación normalizada, según HD308, es por colores.
- Cableado instalación AC 800 V. Denominación RVK 0.6/1kV. Las características del cableado son las siguientes:
 - Conductor de aluminio, clase 5 según IEC60228.

- Aislamiento de XLPE, tipo DIX3 según HD603. La identificación normalizada, según HD308, es por colores.
- Cubierta de XLPE flexible, de color negro tipo DMW 18 según HD603.
- Cableado instalación AC 15 kV. Denominación RHE15k VAL-VOLTEN Ebk.
 - Conductor trenzado contactado de aluminio de clase 2 según IEC60228
 - Aislamiento de polietileno reticulado XLPE, tipo DIX3 según HD603. LA identificación normalizada, según HD308, espesor colores.
 - Cubierta de XLPE flexible, de color negro tipo DMV 18 según los estándares IEC

La interconexión de cables se realizará siempre en cajas de registro estancas mediante una regleta de conexiones o bien mediante conectores estancos, de tal forma que se asegure la continuidad eléctrica y el aislamiento de la instalación respecto a la tierra y contactos accidentales directos e indirectos.

En los Planos “Zanjas y canalizaciones” puede observarse con mayor detalle los recorridos previstos para las zanjas y el cableado de baja y media tensión.

2.3.8 Protecciones generales

La instalación proyectada cumple con las siguientes consideraciones técnicas expuestas. Estas protecciones son diseñadas acorde a lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y el Reglamento de Instalaciones de Alta Tensión:

- a) Interruptor manual de corte en carga como protección en la parte de alterna de la instalación. Se alojará en el cuadro de media tensión dispuesto dentro de la cabina del transformador.
- b) Puesta a tierra del marco de los módulos y de la estructura mediante cable de aluminio desnudo y pica de tierra, siguiendo la normativa vigente en este tipo de instalaciones
- c) Puesta a tierra de la carcasa del inversor.
- d) Aislamiento clase II en todos los componentes: módulos, cableados, cajas de conexión, etc.
- e) Fusible en cada polo del generador fotovoltaico, con función seccionadora. Los inversores llevan incorporados fusibles dentro de sus mecanismos de protección.

Asimismo, se dispondrá una caja de fusibles a la entrada de la cabina de transformación.

En la instalación se tendrá en cuenta los siguientes puntos adicionales con objeto de optimizar la eficiencia energética y garantizar la absoluta seguridad del personal:

- a) Todos los conductores serán de aluminio, y su sección será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean inferiores al 1.5% en el tramo DC y al 1.5% en el tramo AC. Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrado.
- b) La red de distribución estará formada por el conjunto de conductores, agrupación de ternos, conductores de aluminio aislados tipo RVK 0.6/1 kV (tipo RZ1-K (AS) para las derivaciones individuales), de tensión nominal no inferior a 1.000 V, sección según cálculos adjuntos, elementos de sujeción, etc

En cuanto a conductores se refiere:

- a) Para alturas respecto al suelo interiores a 2.5 metros, el cableado discurrirá en tubo de acero, que será puesto a la tierra del sistema.
- b) Cuando discurra en zanja, lo hará dentro de tubo y está tendrá una profundidad mínima de 60 cm, con aviso de 20 cm por encima del cable.
- c) Se realizará una única toma de tierra tanto de la estructura de soporte del generador fotovoltaico, como en la borna de puesta a tierra del inversor, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas con la realización de diversas tomas de tierra. Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la parte continua como de la parte alterna se conectarán a la misma tierra, siendo ésta independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.
- d) La superficie del conductor de protección, será como mínimo la del conductor de fase correspondiente.
- e) Se utilizarán cables de la selección adecuada en función de las intensidades admisibles y las caídas de tensión mencionadas anteriormente.
- f) En la parte CC, los cables de cada polo se conducirán independientemente. En la parte CA, se utilizarán ternas de cables unipolares.

- g) Se utilizarán canalizaciones de tal forma que la superficie del tubo sea 2.5 veces superior a la de la suma de los cables que contiene, para tramos fijos en superficie.

2.3.9 Protecciones eléctricas en corriente continua

2.3.9.1 *Cortocircuitos*

El cortocircuito es un punto de trabajo no peligroso para el generador fotovoltaico, ya que la corriente está limitada a un valor muy cercano a la máxima de operación normal del mismo. El cortocircuito puede, sin embargo, ser perjudicial para el inversor.

Para las personas es peligrosa la realización / eliminación de un cortocircuito franco en el campo generador, por pasar rápidamente del circuito abierto al cortocircuito, lo que produce un elevado arco eléctrico, por la variación brusca en la corriente. Como medida de protección para las personas frente a este caso es, sin embargo, recomendable, la conducción separada del positivo y del negativo. Así se evita la realización / eliminación accidental de un cortocircuito producido por daños en el aislamiento del cable.

Según lo indicado en el punto anterior, se dispondrán fusibles en cada polo de las líneas DC para proteger la instalación frente a cortocircuitos francos.

2.3.9.2 *Sobrecargas*

El inversor obliga a trabajar al generador fotovoltaico fuera de su punto de máxima potencia si la potencia de entrada es excesiva. Asimismo, como se ha indicado en los puntos anteriores se dispone de fusibles en cada rama positiva y negativa de cada línea para protegerlas.

Los inversores de cadena llevan incorporados un interruptor seccionador de corte en carga para aislar totalmente la rama (+) y la rama (-) de los paneles del inversor solar. Así se facilitan las tareas de mantenimiento.

2.3.9.3 *Contactos directos e indirectos*

El generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contacto directo e indirecto, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de

seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra. En este último caso, se genera una situación de riesgo, que se soluciona mediante:

- El aislamiento clase I de los módulos fotovoltaicos, cables y cajas de conexión. Éstas últimas, contarán además con llave y estarán dotadas de señales de peligro eléctrico.
- Controlador permanente de aislamiento, integrado en el inversor, que detecte la aparición de un primer fallo, cuando la resistencia de aislamiento sea inferior a un valor determinado. Esta tensión es la mayor que puede alcanzar el generador fotovoltaico, por lo que constituye la condición de mayor peligro eléctrico.

En caso de existir un fallo a tierra en la instalación DC, el inversor detendrá su funcionamiento.

2.3.9.4 Sobretensiones

Sobre el generador fotovoltaico, se pueden generar sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia. Por ello, se protegerá la entrada CC del inversor, mediante descargadores de sobretensión adecuados al tipo de sobretensión esperada.

2.3.10 Protecciones eléctricas en corriente alterna en baja tensión

El conjunto de protecciones referentes a corriente alterna en baja tensión, engloba al total de las protecciones del tramo inversor-transformador de potencia.

Del mismo modo, las protecciones que componen dicho tramo se pueden subdividir en dos grupos:

- Protecciones Generales
- Protecciones de servicios auxiliares (SS. AA)

Todos los elementos de protección van a ser integrados en un mismo cuadro denominado cuadro general de baja tensión o CGBT de IDE con dimensiones (largo x alto x ancho) 800x2000x600 milímetros.

Por otro lado, el centro de transformación no precisa de interruptor general automático, IGA siendo suficiente con un armario de dimensiones 750x1600x200 para la protección de los SSAA correspondientes.

Los cuadros donde se van a integrar las protecciones cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN-60439.1.

2.3.10.1 Protecciones generales

Según el ITC-BT 40, las protecciones generales mínimas a instalar son:

- De sobreintensidad mediante relés directos magnetotérmicos.
- De mínima tensión instantánea, conectados entre las tres fases y el neutro que actuarán en un tiempo inferior a 0,5 segundos a partir de que la tensión llegue al 85% de su valor asignado.
- De sobretensión, conectado entre una fase y neutro y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor asignado.
- De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 periodos.

Todas las protecciones anteriores a excepción de la protección de sobreintensidad, están integradas en el propio inversor. Por ello, las protecciones generales a instalar en el CGBT se detallan a continuación:

- Interruptor General Automático, IGA
- Descargador de sobretensión
- Pilotos de presencia de tensión
- Medidos de aislamiento

2.3.10.2 Protecciones de servicios auxiliares

Las protecciones de los servicios auxiliares se limitan a una serie de interruptores magnetotérmicos y diferenciales de la marca ABB.

2.3.11 Protecciones de corriente alterna en media tensión

La parte de protecciones de corriente alterna en media tensión que entran dentro del alcance del proyecto sería la celda de protección. Se trata de un interruptor automático de vacío con las siguientes características eléctricas:

Cgmcosmos-v Interruptor automático de vacío (solo de referencia)	
Tensión asignada	24 kV
Intensidad asignada	630 A
Frecuencia industrial, a tierra y entre fases	50 kV
Impulso tipo rayo, a tierra y entre fases (cresta)	125 kV
Capacidad de cierre (cresta)	630 A
Capacidad de corte en cortocircuito	20 kA
Clasificación IAC	AFL
Mando de interruptor automática	Manual RAV

Tabla 20. Características eléctricas de la celda de protección

2.3.12 Protecciones de calidad del suministro

A continuación, se recogen algunas especificaciones relacionadas con la calidad de la energía inyectada a red en instalaciones generadoras. Así la instalación contará con:

2.3.12.1 *Interruptor automático de la interconexión*

Para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Los valores de actuación para máxima y mínima frecuencia, máxima y mínima tensión serán de 61 Hz, 59 Hz, $1,1 \cdot V_{mpp}$ y $0,85 \cdot V_{mpp}$, respectivamente.

El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica será automático, una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora. Podrán integrarse en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia y en tal caso las maniobras automáticas de desconexión-conexión serán realizadas por éste.

2.3.12.2 *Separación galvánica*

Entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, debe existir una separación galvánica. En nuestro caso, al pertenecer a una instalación en media tensión, la separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico se hará por medio de los transformadores de 2500 kVA que recoge la energía generada por la planta fotovoltaica.

2.3.13 Sistema de Monitorización

El objetivo principal de la planta solar fotovoltaica no es otro que el de asegurar un flujo energético estable que genere el máximo beneficio económico. Por ello se prevé la implementación de un sistema de adquisición de datos y monitorización (SCADA) de la planta, de tal forma que esta pueda ser operada y vigilada de forma remota.

En la siguiente figura se muestra el esquema del sistema SCADA propuesto:

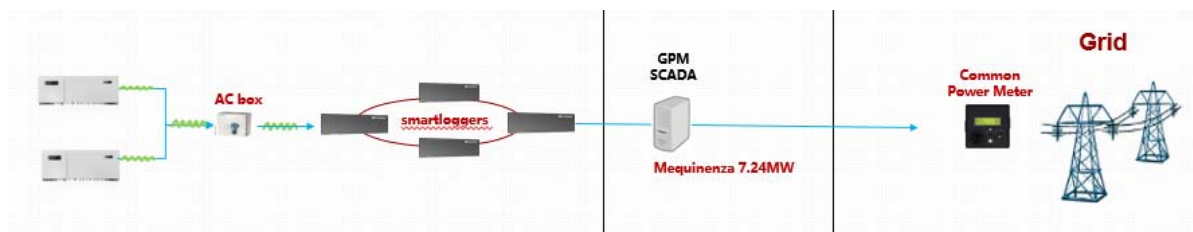


Imagen 28. Sistema de monitorización propuesto


El sistema de adquisición de datos de la planta será el mostrado en el Plano “Sistema de monitorización”. Los datos suministrados por dicho sistema se llevarán hasta la sala de control de la planta fotovoltaica, donde se utilizará una solución software especializada para el tratamiento de la información.


2.3.14 Estación meteorológica


Los pirómetros han sido el dispositivo más usado a nivel mundial para medir la radiación solar en los últimos 80 años, y su uso es necesario en normas como la IEC 61724 “Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis”.

Para un control del factor de rendimiento (PR, performance ratio) real de la planta se implementará un sistema de toma de datos meteorológico con comunicación en tiempo real con el sistema de monitorización ya descrito. El sistema meteorológico contará con los siguientes componentes principales:

SENSOR COMBIANDO DE VELOCIDAD DEL VIENTO Y DIRECCIÓN (solo de referencia)

	<p>Sensor combinado para la medición de la velocidad del viento y la radiación. Señal directa de salida en HZ para la velocidad y en Vdc para la posición. El dispositivo incluye los convertidores de señal y transductores necesarios para compartir los datos con el resto del sistema.</p>
Señal de salida (velocidad)	RS485
Principio	Encoder de 32 pasos
Rango de medida	0~ 60 m/sec
Umbral de medida	0,26 m/sec
Resolución	0,07m/sec
Señal de salida (dirección)	RS485
Principio	See table above
Rango de medida	0 – 360°
Umbral	1%
Resolución	0,3°
Sensor	Sensor de efecto hall
Protocolo	Modbus RTU; TTY ASCII
Alimentación	10 – 30 Vac-dc
Consumo	0,5W
Límite operativo	75 m /sec
Montaje	Mastil diametro 48 – 50 mm
Temperatura de operación	-30°C ~ +80°C

RADIACIÓN SOLAR GLOBAL (solo de referencia)	
	Piranómetro para la medida de radiación solar de acuerdo a ISO 9030 y WMO No.8. Sistema de alta sensibilidad y rapidez, adecuado para una medida de alta precisión.
Resolución	0.6 W/m ² cada 0.6 mV
Rango de medida	0 ~ 3000 W/m ²
Umbral de arranque	120 W/m ²
Sensibilidad espectral	400 nm ~ 2700nm
Varaición de sensibilidad	10 %
Montaje	3x M5 en la base
Protección	IP67
Rango de temperatura	-40°C – +70°C
Alimentación	12-15 VDC hasta 1.5 A
Consumo	20 W

Termohigrómetro (solo de referencia)	
	Instrumento para la medida precisa de la temperatura del aire y humedad relativa en condiciones ambientales extremas. Incluye una pantalla de protección contra la radiación solar de la zona ventilación natural de alta eficiencia, con pintura blanca especial que evita que los rayos del sol alteren la medida.
Medida	Temperatura
Sensor	Pt100 1/3 DIN B (Class AA)
Rango de medida	-30 ~ +70 °C; -50 ~ +50 °C; -50 ~ +100 °C
Precisión	0,2 °C
Resolución	0,04 °C
Tiempo de respesta	3 min, con filtro; 20 segsin filtro
Señal de salida	RS485
Medida	Humedad relativa
Sensor	Capacitivo
Rango de medida	0 – 100%
Precisión	+/-1,5%
Tiempo de respesta	10 min, con filtro; 1 min sin filtro
Señal de salida	RS485
Alimentación	10 – 30 Vac-dc
Consumo	0,5W
Operative temperature limit	-40 ~ +80 °C

SENSOR DE TEMPERATURA DE SUPERFICIE (solo de referencia)	
	<p>Medida de la temperatura superficial de los módulos FV, para realizar los ajustes por temperatura.</p>
Sensor	Pt100 1/3 DIN B (Clase AA)
Rango de medida	-50 ~ +70 °C
Precisión	0,15 °C
Resolución	0,01 °C
Tiempo de Respuesta	35 sec
Señal de salida	Analog PT100 Din
Alimentación	10 ~ 30 Vac-dc
Consumo	None

2.3.15 Sistema de vigilancia y seguridad

Para evitar daños y/o robos, además del cercado perimetral de toda la planta se instalará un sistema CCTV (Circuito Cerrado de Televisión). El sistema está integrado básicamente por tres elementos: las cámaras de vigilancia, que pueden ser de tipo bóveda o tipo bala, los discos duros o elementos de grabación donde se almacenan las imágenes por un tiempo establecido de grabación y el bus de comunicación, que interconecta todos los elementos y forma el circuito cerrado que da nombre al sistema. El sistema propuesto es el que se muestra en la siguiente imagen:

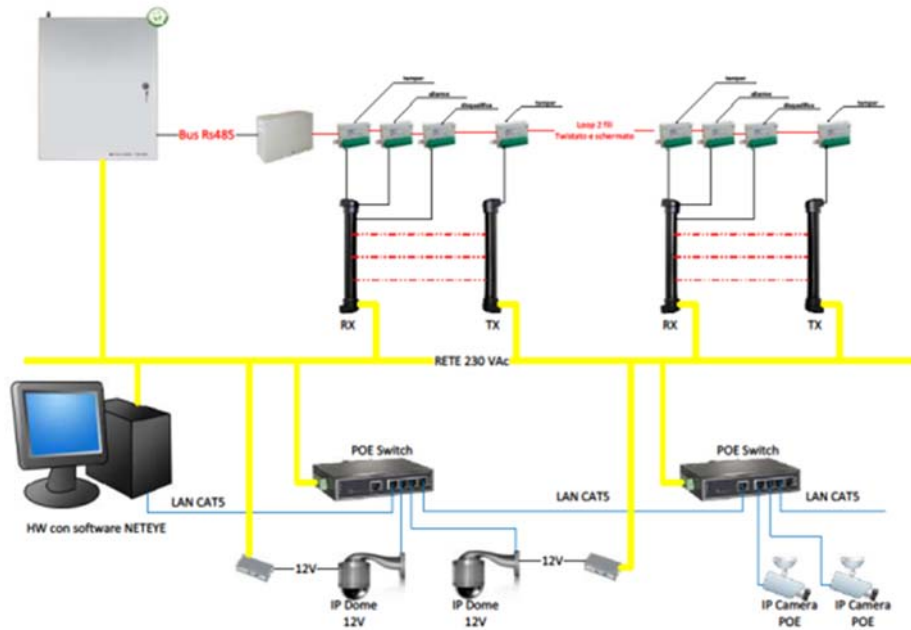


Imagen 29. Configuración del Sistema CCTV propuesto

2.4 Obra civil

2.4.1 Preparación del terreno

La superficie en la que se va a ubicar el proyecto son terrenos llanos que corresponden a fincas de cultivo y vegetación degradada, sin especial relevancia ecológica ni relieve reseñable. Los trabajos que se deben realizar para poder montar la instalación fotovoltaica sobre el terreno son:

- Realizar el levantamiento topográfico del terreno: marcado de las áreas de trabajo, además de trazados de los trabajos de acuerdo a coordenadas geográficas del layout final
- Desbroce y nivelación (sin aporte ni retirada de material árido) del terreno sobre el que se va a construir la planta.

El área que se debe desbrozar y nivelar son unas 15 hectáreas aproximadamente.

2.4.2 Cimentación de las cabinas de transformación

Se formará una solera de hormigón armado de, al menos, 10 cm de espesor, descansando sobre una capa de arena apisonada. Se preverán, en los lugares apropiados para el paso de cables, unos orificios destinados al efecto, inclinados hacia abajo y con una profundidad mínima de 0,4 m.

El forjado de la planta del centro estará constituido por una losa de hormigón armado, capaz de soportar una sobrecarga de uso de 350 kg/cm², uniformemente repartida.

2.4.3 Cercado perimetral y carretera interna

Todo el perímetro del terreno de la planta quedará delimitado por un cercado de malla de acero de altura 1.8 m, sumando un total de 1.740 metros de valla. A continuación, se muestra un ejemplo de cercado perimetral:

Cerco Olimpico con Poste 3.05 mts. C/Canaleta de Sujeción

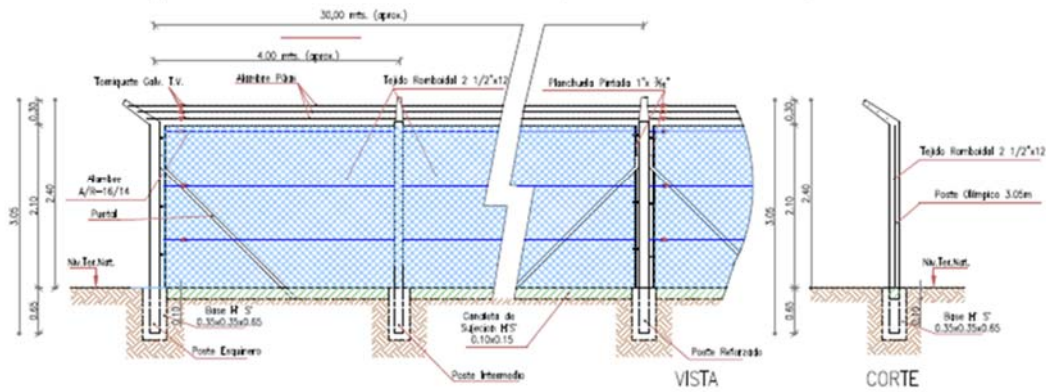


Imagen 30 Ejemplo de cercado perimetral a realizar en la zona del proyecto. Ejemplo de cercado perimetral a realizar en la zona del proyecto

El área del proyecto incluirá carreteras internas transitables hasta las cabinas de media tensión. Las carreteras se harán siempre en direcciones sur-norte, este-oeste con una anchura mínima de 4 metros, lo cual satisface las necesidades de transporte de materiales dentro de la planta. Se prevé que este proyecto tenga al menos 670 m de nuevas carreteras.

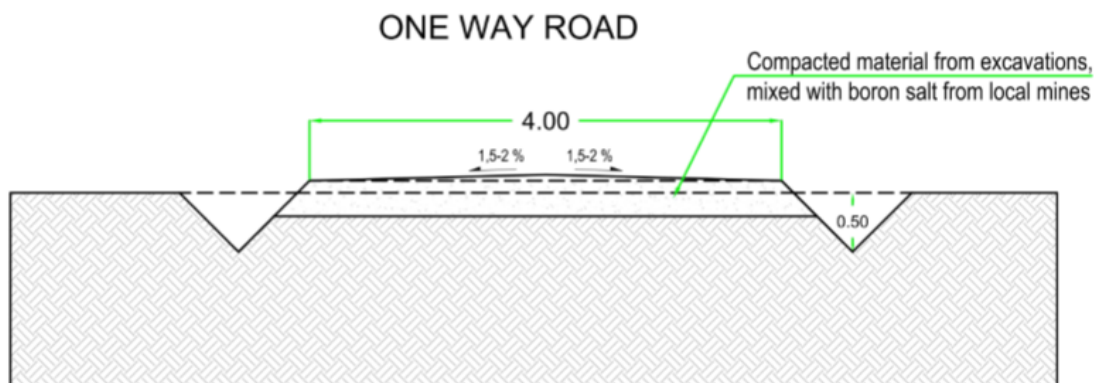


Imagen 31. Ejemplo de pavimentación para carreteras internas

DOCUMENTO III: ANEXOS


1 ANEXOS

A continuación, se especifica el contenido de los documentos que componen el anexo del proyecto. Primero se expone el contenido de cada documento y luego su muestra tal contenido:

1. Referencia catastral del inmueble
2. Simulación de la planta fotovoltaica
3. Gant del proyecto
4. Ficha técnica del seguidor solar
5. Ficha técnica del módulo fotovoltaico
6. Ficha técnica del inversor
7. Ficha técnica de la AC Box

1.1 Referencia catastral del inmueble

Se presenta el documento oficial que muestra la referencia catastral y los datos descriptivos del terreno sobre el que se va a construir la planta fotovoltaica. En dicho documento se observa la delimitación del terreno a utilizar y se expone la superficie total de la parcela.



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
50166A014001750000PA

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN: Polígono 14 Parcela 175
BESECRI. MEQUINENZA [ZARAGOZA]

USO PRINCIPAL: Agrario AÑO CONSTRUCCIÓN: --

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN: 100,000000 SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): --

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN: Polígono 14 Parcela 175
BESECRI. MEQUINENZA [ZARAGOZA]

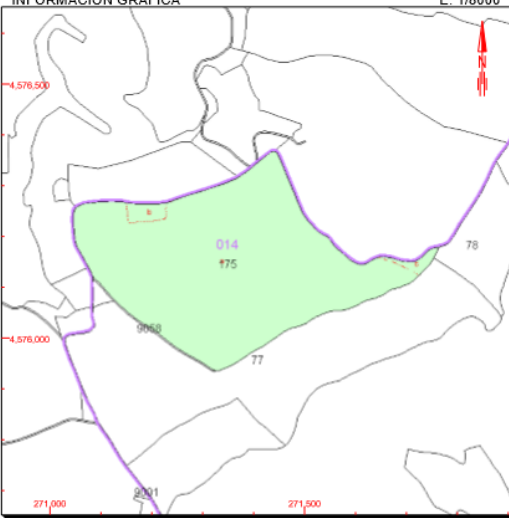
SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): -- SUPERFICIE GRABADA PARCELA (m²): 147,861 TIPO DE FINCA: --

CULTIVO

Subparcela	CC	Código	IP	Superficie m²
a	C-	Labor o Labradío seco	02	143,391
b	AM	Almendrao seco	01	2,657
c	E-	Pastos	00	1,823

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

INFORMACIÓN GRÁFICA E: 1/8000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Jueves, 25 de Mayo de 2017

271,500 Coordenadas U.T.M. Huso 31 ETR589
 Límite de Manzana
 Límite de Parcela
 Límite de Construcciones
 Mobiliario y accesos
 Límite zona verde
 Hidrografía

Imagen 1. Datos catastrales del inmueble

1.2 Simulación de la planta fotovoltaica

Este documento se ha realizado con el software PVsyst. Este software es una herramienta que sirve para desarrollar instalaciones fotovoltaicas que permite el estudio, la simulación y análisis de datos completa de los sistemas fotovoltaicos. Este software permite dimensionar el tamaño de las instalaciones teniendo en cuenta la radiación solar que recibiría en función de su ubicación gracias a su base de datos meteorológica, que permite su diseño en 3D y que tiene en cuenta la proyección de sombras gracias a la simulación del movimiento del sol durante el día.

Este documento es el que se ha usado de base para desarrollar todo el proyecto.

Se presenta el documento oficial que muestra la referencia catastral y los datos descriptivos del terreno sobre el que se va a construir la planta fotovoltaica. En dicho

documento se observa la delimitación del terreno a utilizar y se expone la superficie total de la parcela.

1.3 Gant del proyecto

Documento realizado para exponer la planificación de la obra. En este documento comienza con los trabajos previos del proyecto hasta la puesta en marcha de la planta fotovoltaica.

1.4 Ficha técnica del seguidor solar

Se muestra la ficha técnica del seguidor solar seleccionado de los 3 proveedores que se estudiaron. Se trata de la ficha técnica del Exotrack HZ de la empresa francesa Exosun

1.5 Ficha técnica del módulo fotovoltaico.

Se muestra la ficha técnica del módulo fotovoltaico de la marca Talesun, el modelo TP672P de 72 células

1.6 Ficha técnica del inversor

Se muestra la ficha técnica del inversor de la marca Huawei, el modelo SUN2000-60 KTL-HV

1.7 Ficha técnica de la AC Box

Se muestra la ficha técnica de la AC Box usada por Huawei para su solución de inversor de string

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

Proyecto : Mequinenza 7.24 MW

Lugar geográfico	Mequinenza	País	España	
Ubicación	Latitud	41.27° N	Longitud	0.37° E
Hora definido como	Hora Legal	Huso hor. UT+1	Altitud	323 m
	Albedo	0.20		
Datos climatológicos:	Mequinenza	PVGIS CM SAF, satélite 1998-2011 - Síntesis		

Variante de simulación : Mequinenza tracker

Fecha de simulación 17/07/17 21h02

Parámetros de la simulación

Plano de seguimiento, eje inclinado	Inclinación eje	20°	Acimut eje	0°
Limitaciones de rotación	Fi mínimo	-50°	Fi máximo	50°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas	Sin sombreado			

Características generador FV

Módulo FV	Si-poly	Modelo	TP672P(H)-330	
Original PVsyst database		Fabricante	Talesun Solar (Zhongli)	
Número de módulos FV		En serie	28 módulos	En paralelo 784 cadenas
N° total de módulos FV		N° módulos	21952	Pnom unitaria 330 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	7244 kWp	En cond. funciona. 6521 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	944 V	I mpp 6910 A
Superficie total		Superficie módulos	42596 m²	Superf. célula 38455 m²

Inversor

Custom parameters definition	Modelo	SUN2000_60KTL-HV		
Características	Fabricante	Huawei Technologies		
	Tensión Funciona.	600-1450 V	Pnom unitaria	60 kWac
Banco de inversores	N° de inversores	392 * MPPT 25 %	Potencia total	5880 kWac

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	2.3 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	-0.8 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

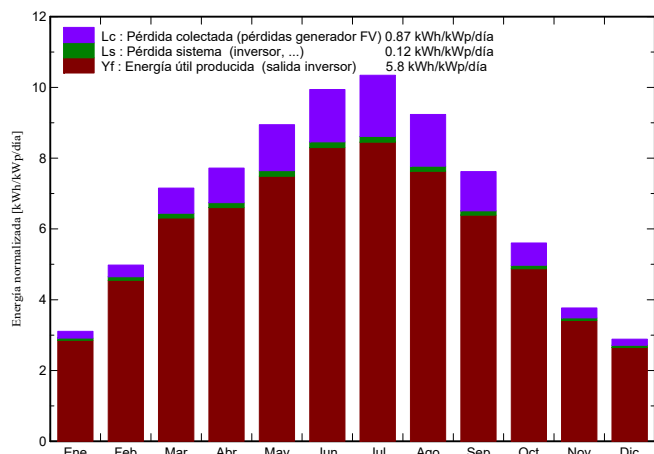
Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Mequinenza 7.24 MW
Variante de simulación : Mequinenza tracker

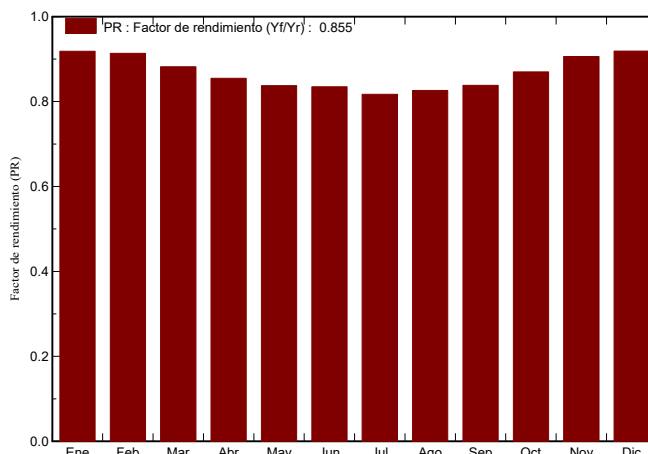
Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Cables FV	Seguimiento, eje inclinado	Inclinación eje	20°	Acimut eje	0°
Módulos FV		Modelo	TP672P(H)-330	Pnom	330 Wp
Generador FV		N° de módulos	21952	Pnom total	7244 kWp
Inversor		Modelo	SUN2000_60KTL-HV	Pnom	60.0 kW ac
Banco de inversores		N° de unidades	98.0	Pnom total	5880 kW ac
Necesidades de los usuarios		Carga ilimitada (red)			

Resultados principales de la simulación
 Producción del Sistema **Energía producida 15334 MWh/año** Producc. específico 2117 kWh/kWp/año
 Factor de rendimiento (PR) **85.47 %**

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 7244 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Mequinenza tracker Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	
Enero	57.0	27.40	6.60	96.3	93.9	655	641	0.918
Febrero	82.6	32.20	6.70	139.4	136.7	943	923	0.914
Marzo	142.6	55.60	10.40	221.8	218.0	1448	1417	0.882
Abril	158.7	58.70	13.70	231.7	228.1	1465	1435	0.855
Mayo	199.0	69.70	17.20	277.3	272.9	1717	1682	0.837
Junio	215.1	64.50	21.60	298.3	293.7	1839	1804	0.835
Julio	227.2	59.10	24.60	320.7	316.3	1935	1898	0.817
Agosto	194.1	58.20	24.40	286.3	282.4	1746	1714	0.826
Septiembre	146.7	46.90	20.80	228.7	225.4	1416	1389	0.838
Octubre	107.3	42.90	16.60	173.7	170.4	1117	1095	0.870
Noviembre	64.8	28.50	10.90	113.1	110.4	758	742	0.906
Diciembre	49.9	24.50	7.09	89.5	87.0	609	596	0.919
Año	1645.0	568.20	15.10	2476.6	2435.0	15648	15334	0.855

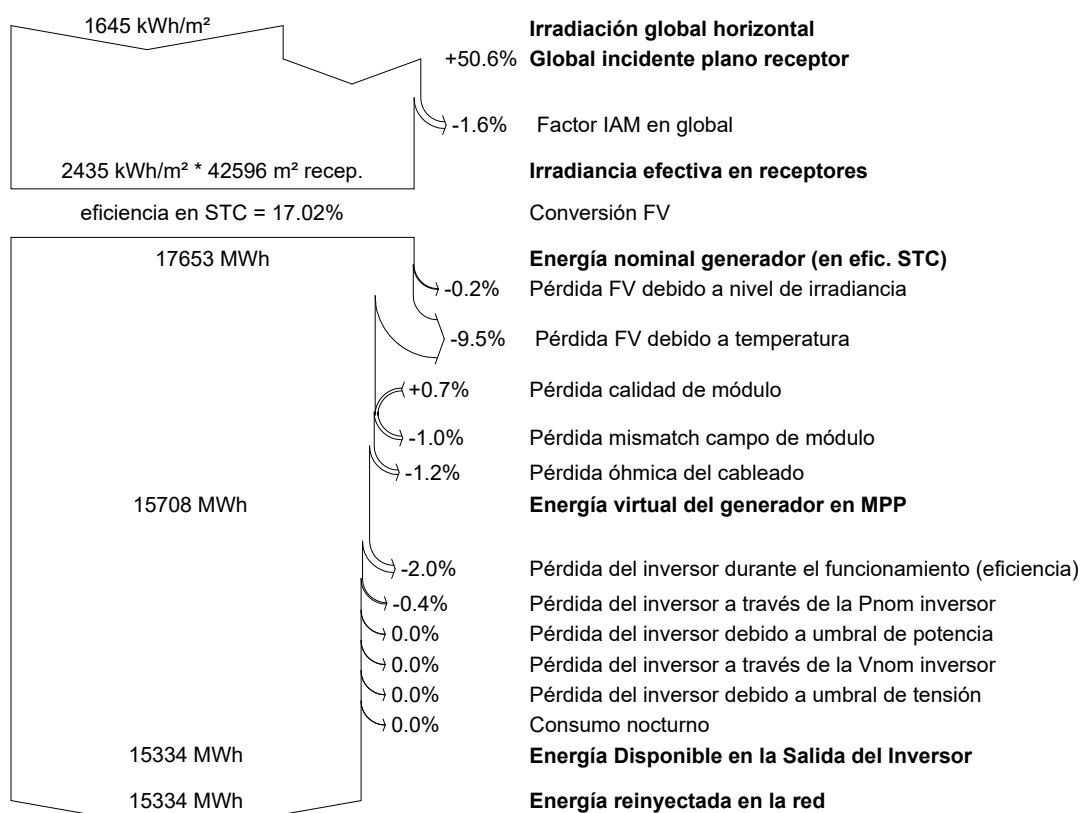
Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
 DiffHor Irradiación difusa horizontal EArray Energía efectiva en la salida del generador
 T Amb Temperatura Ambiente E_Grid Energía reinyectada en la red
 GlobInc Global incidente plano receptor PR Factor de rendimiento

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Mequinenza 7.24 MW
Variante de simulación : Mequinenza tracker

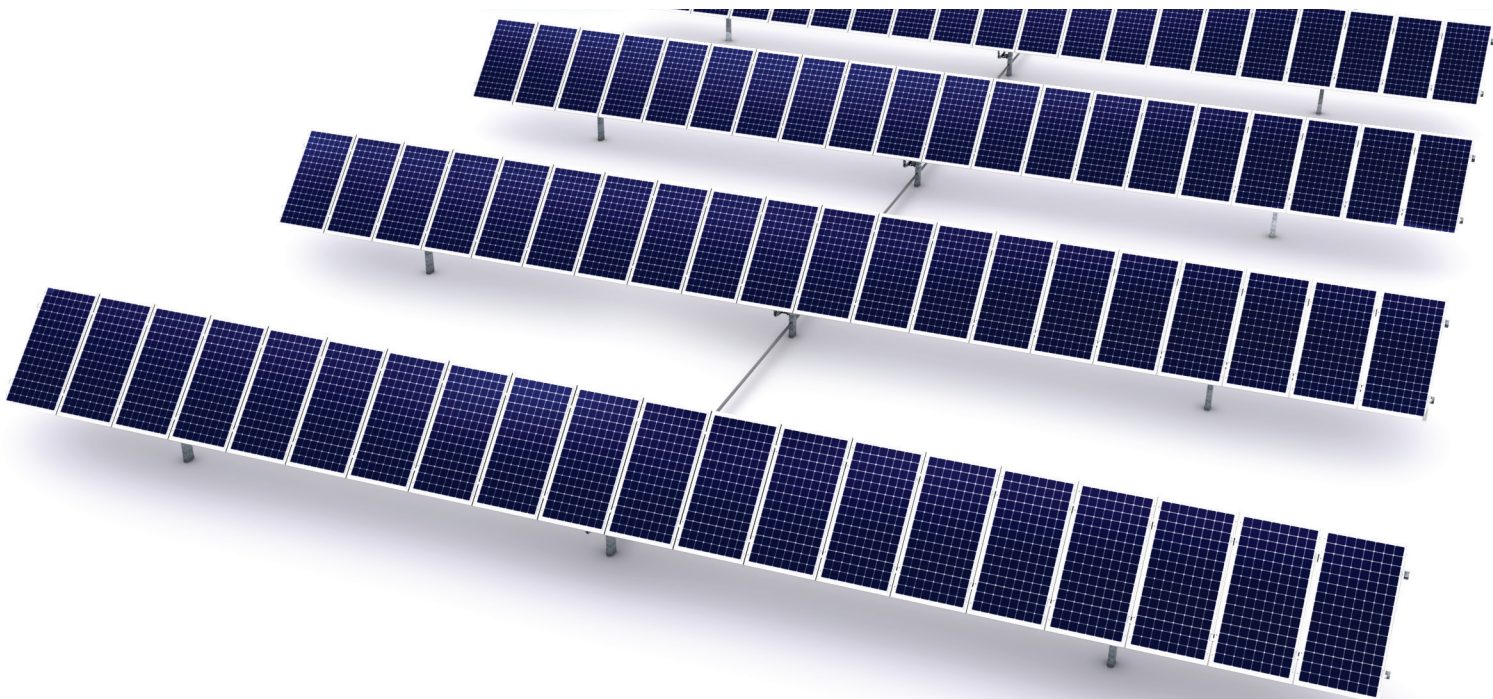
Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Carga	Seguimiento, eje inclinado,	Inclinación eje	20°	Acimut eje	0°
Módulos FV		Modelo	TP672P(H)-330	Pnom	330 Wp
Generador FV		N° de módulos	21952	Pnom total	7244 kWp
Inversor		Modelo	SUN2000_60KTL-HV	Pnom	60.0 kW ac
Banco de inversores		N° de unidades	98.0	Pnom total	5880 kW ac
Necesidades de los usuarios		Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año



Menos mantenimiento. Más potencia

Nuestro seguidor solar es el resultado de una ingeniería perfeccionada y de años de experiencia acumulada. Orgullosos de su sencillez, de su robustez y de su flexibilidad, nuestros seguidores solares son la solución más ingeniosa del mercado para el despliegue rápido y eficaz de sus proyectos, generando beneficios y rentabilidad solar elevados.



Mayor adaptabilidad a terrenos ondulados

- ▶ Sin movimientos de tierra en terrenos ondulados.
- ▶ 10 % de tolerancia de pendiente en todas direcciones y entre las tablas.
- ▶ Tablas cortas para un diseño de planta flexible.

Sencillez incomparable para una instalación rápida y planificada

- ▶ Alta tolerancia de hincado e instalación.
- ▶ La instalación mecánica necesita menos de 200 horas-hombres/MW (sin módulos).
- ▶ Por la ligereza de los componentes, no se necesitan máquinas específicas, asegurando un despliegue rápido y una seguridad mejorada.

Optimización del cableado de CC

- ▶ Óptima con 1 string por tabla.
- ▶ Posibilidad de instalar directamente la caja de combinación o el inversor string en el seguidor .
- ▶ Sin zanjas específicas para la CC.

Fiabilidad extrema, sin costes operativos imprevistos

- ▶ Diseño equilibrado, estructura robusta y alta calidad de los materiales utilizados.
- ▶ Sistema libre de toda grasa.
- ▶ Mantenimiento limitado: 1 Exobox y 0 sensores por 10 MW.

1000 V

1500 V

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Área seguida	Hasta 1200 m ² (12 916 ft ²)	
Motores por MWp*	5	
Potencia por seguidor*	200 kWp	
Tablas por seguidor*	Hasta 30	Hasta 20
Strings por tablas	1 string	
Seguimiento diario	± 50°, posibilidad de aumentar rangos según proyecto.	
Pilares por MW*	450	500
Instalación de pilares: tolerancias	xy : ± 4 cm (1,6 in), inclinación ± 2°, giro ± 8°, z : ± 4 cm (1,6 in)	
Configuración de los módulos	1 en retrato (60 o 72 celdas)	
Fijación de los módulos	Módulo enmarcado: pinza con puesta a tierra integrada Módulo doble vidrio: pinza específica	
Tolerancia de pendiente	Hasta un 10 % entre las tablas. Pendientes onduladas aceptadas	
Radio de cobertura del suelo*	De 26 al 50 %	

MATERIALES Y DIMENSIONES

Estructura	Sin lubricación. Transmisión de movimiento libre de mantenimiento HDG / Acero galvanizado / Acero inoxidable / Compuestos de polímeros / Aluminio
Gestión de cables de CC	Bandeja o eslinga

CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS Y DISPOSITIVO AUTOMÁTICO

Tipo de transmisión	Motor de engranaje sin cepillo, 3 fases, 400 VAC (CE) o 460 VAC (UL)
Consumo de energía*	± 500 kWh/MWp/año (incluso el modo stand-by)
Arquitectura del sistema de control	Sistema de pilotaje centralizado: Exobox. Hasta 1 por 10 MWp

CONTROL REMOTO E INTERFAZ SCADA

Control remoto	Vía la aplicación web ExoPortal
Monitoreo y fuentes de datos	Vía servidor OPC o Modbus TCP

RESISTENCIA AL VIENTO Y LA NIEVE* Eurocódigos (ASCE 7-10) Valor indicativo, puede variar según la configuración

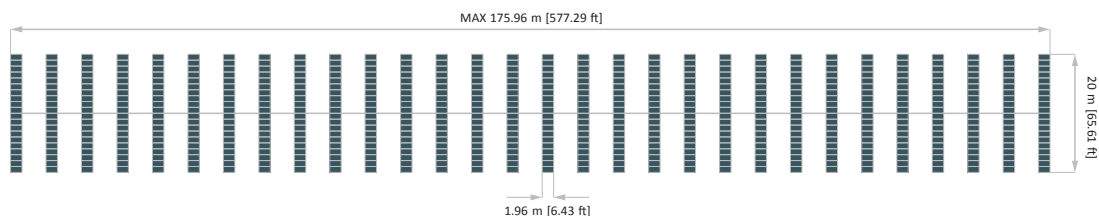
En seguimiento	Hasta 100 km/h (62 mph)	Hasta 100 km/h (62 mph)
En posición de seguridad	Hasta 215 km/h (135 mph)	Hasta 180 km/h (110 mph)
Resistencia a la nieve	Hasta 2 025 N/m ² (30 psf)	

GARANTÍAS

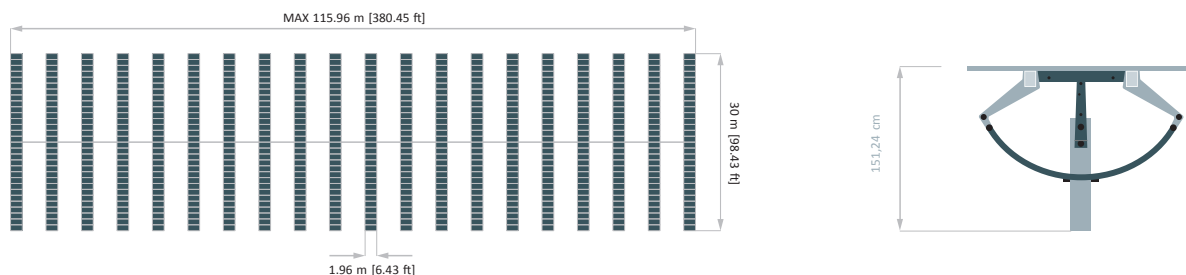
Garantías	5 años en el producto - 10 años en la estructura. Disponibilidad de garantías opcionales Todas las garantías podrán renovarse hasta 20 años
-----------	--

* Módulo y/o proyecto específico.

Exotrack HZ
cSi 1000V



Exotrack HZ
cSi 1500V



TP672P

72 CELL SERIES



KEY FEATURES

330W

Highest power output

PID Free

Certified by TUV Rheinland

10 years

Material & workmanship warranty

25 years

Linear power output warranty

- Positive power tolerance: 0-+3%
- Robust design: Certified to withstand up to 2400 Pa wind load and up to 5400 Pa snow load
- Proved high reliability built on dozens of projects
- Four busbar cell: Improve the efficiency of modules

QUALITY WARRANTY

TALESUN guarantees that defects will not appear in materials and workmanship defined by IEC61215, IEC61730 and UL1703 under normal installation, use and maintenance as specified in Talesun's installation manual for 10 years from the warranty starting date.



ABOUT TALESUN

Talesun Solar Technologies Co., Ltd. is one of the world's largest integrated PV manufacturers. Its standard and high-efficiency product offerings are among the most powerful and cost-effective in the industry. With over 6 GW of modules installed globally, we are a leading solar energy company built upon proven product reliability and sustainable performance.

PERFORMANCE WARRANTY

Polycrystalline Solar Cell Modules

- During the first year, TALESUN guarantees the nominal power output of the product will be no less than 97.5% of the labeled power output.
- From year 2 to year 24, the nominal power decline will be no more than 0.7% in each year; by the end of year 25, the nominal power output will be no less than 80.7% of the labeled power output.

ELECTRICAL PARAMETERS

Model	TP672P				
Maximum Power (Pmax/W)	310	315	320	325	330
Operating Voltage (Vmpp/V)	36.5	36.8	37.1	37.4	37.7
Operating Current (Imp/A)	8.50	8.56	8.63	8.70	8.76
Open-Circuit Voltage (Voc/V)	45.0	45.2	45.5	45.7	45.9
Short-Circuit Current (Isc/A)	9.06	9.11	9.16	9.22	9.27
Module Efficiency η_m (%)	16.0	16.2	16.5	16.7	17.0
Power Tolerance	0-+3%				
Temperature Coefficient	Pmax	-0.40%/C			
	Voc	-0.31%/C			
	Isc	+0.06%/C			
Noct	45±2 C				

* STC: 1000w/m², 25°C, AM 1.5

OTHER PARAMETERS

Cell Type	Poly Crystalline
Cell Dimensions	156*156mm(6inch)
Cell Arrangement	72(6*12)
Weight	22kg(48.5lbs)
Module Dimensions	1960*990*40mm(77.2*39.0*1.6inch)
Cable Length	900mm(35.4inch)
Cable Cross Section Size	4mm ² (0.006sq.in)
Front Glass	3.2mm High Transmission, Tempered Glass
No. of Bypass Diodes	3/6
Packing Configuration (1)	26pcs/Pallet, 572pcs/40hq
Packing Configuration (2)	26pcs+5pcs/Pallet, 627pcs/40hq
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP65/IP67

OPERATING CONDITIONS

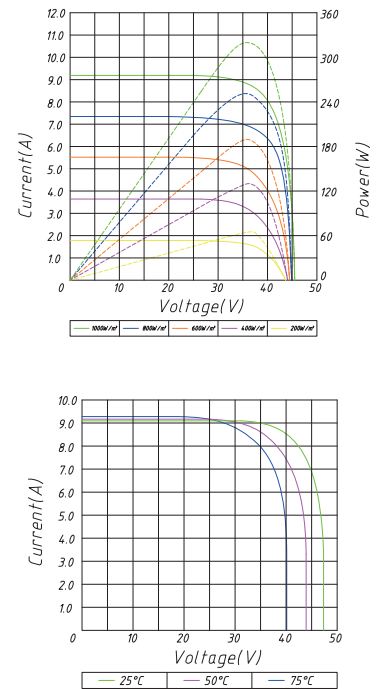
Maximum System Voltage	1000V/DC(IEC)
Operating Temp.	-40°C - +85°C
Maximum Series Fuse	15A
Static Loading	5400Pa
Conductivity at Ground	≤ 0.1Ω
Safety Class	II
Resistance	≥ 100MΩ
Connector	MC4 Compatible

TALESUN SOLAR TECHNOLOGIES CO.,LTD.

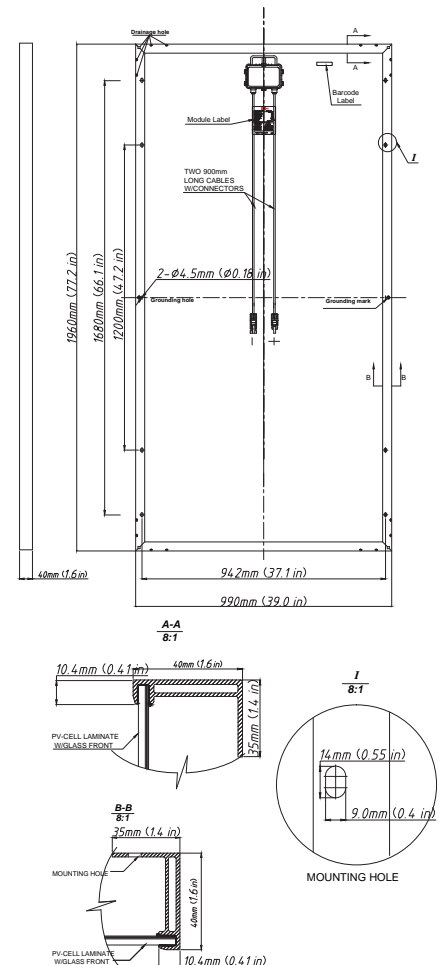
Email: sales@talesun.com Web: www.talesun.com Tel: + 86 400 885 1098

I-V CURVE

TP672P Pm(W)320



TECHNICAL DRAWINGS



Specifications subject to technical changes without notice. Talesun Solar Rev. 2016.12



Smart

- 4 MPPTs for versatile adaptations to different layouts
- 8 strings intelligent monitoring and fast trouble-shooting
- Power Line Communication(PLC) supported

Safe

- DC disconnect integrated, safe and convenient for maintenance
- Type II surge arresters for both DC and AC
- Ground fault protection
- Residual Current Detection (RCD) protection

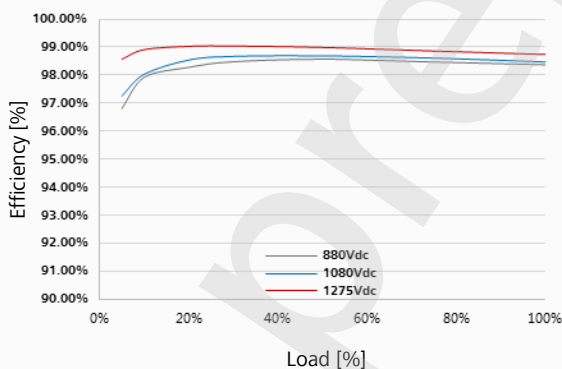
Efficient

- Max. efficiency 99.0%, European efficiency 98.8%
- 800V output voltage and decrease 75% AC wire loss versus 400V
- Without N Line and save more AC cable

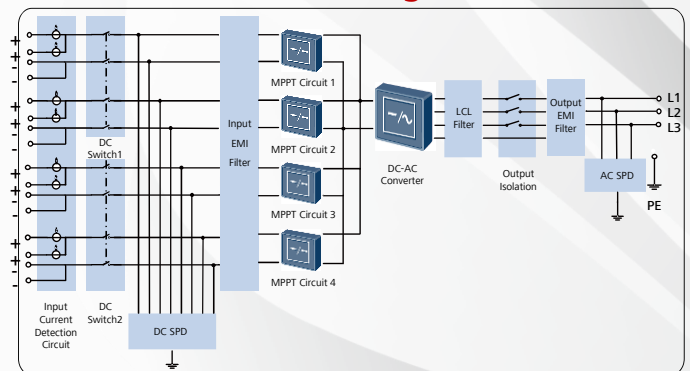
Reliable

- No need for external fans with natural cooling technology
- Protection rating of IP65

Efficiency Curve



Circuit Diagram



SUN2000-60KTL-HV



String Inverter (SUN2000-60KTL-HV)



Technical Specifications	SUN2000-60KTL-HV
	Efficiency
Max. Efficiency	99.00%
European Efficiency	98.80%
	Input
Max. DC Usable Power	67,300 W
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A
Min. Operating Voltage / Start Voltage	600V / 650V
Full Power MPPT Voltage Range	880 V ~ 1,275 V
MPPT Operating Voltage Range	600 V ~ 1,450 V
Rated Input Voltage	1,080 V
Max. Number of Inputs	8
Number of MPP Trackers	4
	Output
Rated AC Active Power	60,000 W
Max. AC Apparent Power	66,000 VA
Rated Output Voltage	800 Vac, 3W+PE
Rated Output Current	43.3 A
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Max. Output Current	47.6 A
Adjustable Power Factor	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
	Protection
Input-side Disconnection Device	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
Insulation Monitoring	Yes
Residual Current Detection	Yes
	Communication
Display	LED Indicators
RS485	Yes
USB / Bluetooth + APP	Yes
Power Line Communication (PLC)	Yes
	General
Dimensions (W×H×D)	930×600×270 mm (36.6×23.6×10.6 inch)
Weight	65 kg (143 lb.)
Operation Temperature Range	-25 °C ~ +60 °C (-13°F ~ +140°F)
Cooling	Natural Convection
Max. Operating Altitude Without Derating	4,000 m (13,123 ft)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol UTX
AC Connector	Waterproof PG Terminal + OT Connector
Protection Rating	IP65
Internal Consumption at Night	< 3 W
Topology	Transformerless

Always Available for Highest Yields

Copyright© Huawei Technologies Co., Ltd. All Rights Reserved.
Date:2016/8/31, subject to change without notice.



www.huawei.com/solar

Version: 01

表格
数据表
Datasheet

客户:
Customer:

型号: TRPVB-4
Type:

结构:
Configuration:

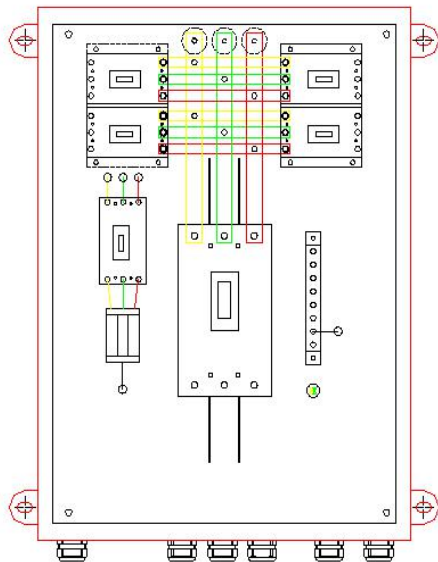


图 1/Figure 1



图 2/Figure 2

技术规格:

Specifications:

额定电压 Rated voltage	U_n	480 V AC
额定绝缘电压 Rated insulation voltage	U_i	800 V AC
额定冲击耐受电压 Rated impulse withstand voltage	U_{imp}	6 KV AC
额定电流 Rated current	I_{nA}	250 A
单回路额定电流 Rated current circuits	I_{nc}	63A
额定频率 Rated frequency	f_n	50 Hz
输入回路数 Numberderof inputs		4
输出回路数 Numberderof outputs		1
输入断路器 (型号) Input MCCB (Type)		80 A (TRM3-100C/3P)
输出断路器 (型号) Output MCCB (Type)		350 A (TRM3-400M/3P)

Page

1/5

Version: 01	表格 数据表 Datasheet
-------------	---

过电压保护：		
Overvoltage protection:		
过电压保护		无
Overvoltage protection		no
过电压保护类型		-
Overvoltage protection type		-
过电压保护监测		-
Overvoltage protection monitoring		-
过电压保护熔断器（型号）		-
Overvoltage protection fuse (type)		-
防护等级和环境条件：		
Protection rating and ambient conditions:		
允许的环境温度	ta	-20°C~+45°C
Permissible ambient temperatures		
相对湿度	U _{Air}	15~95%
Relative humidity , not condensing		
最大海拔高度	NN	4100m
Maximum altitude above sea level		
抗紫外线		Yes
UV resistance		
绝缘防护		Yes
Protective insulation		
防护等级		IP65
Protection		
污染等级		3
Degree of pollution		
注意事项：		
General notes:		
固定式或者可移动式		固定式
Stationary or local Changeable		stationary
是否由专业人员操作		只能由专业人员操作
Use by professional or lay person		Only qualified
室内或者室外安装		室内和室外（阴凉处，避免暴晒）
Indoor and/or outdoor installation		Indoor and outdoor (up shadowed)
执行标准		IEC 61439-2-2011
Standardization		

	Page
	2/5

Version: 01	表格 数据表 Datasheet
-------------	---

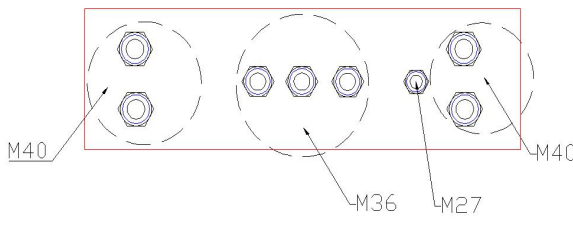
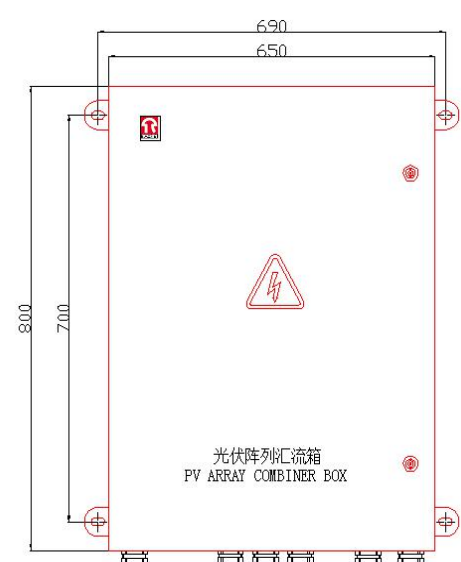
连接电缆数据:
Connection data:

输出电缆 L1/L2/L3/PEN Output line L1/L2/L3/PEN	Type of terminal:		螺栓 M12 Bolt M12	扭矩 Drehmoment
铝电缆或铜电缆 Aluminum or copper wires	Solid:	120~240 mm ²	剥线长度 Stripping length	40 Nm
	Stranded:	120~240 mm ²	剥线长度 Stripping length	
输入电缆 L1/L2/L3 Input line L1/L2/L3	Type of terminal:		box terminal	扭矩 Drehmoment
铝电缆或铜电缆 Aluminum or copper wires	Solid:	25~70mm ²	剥线长度 Stripping length	2.6 Nm
	Stranded:	25~70mm ²	剥线长度 Stripping length	
输入电缆 PEN Input line PEN	Type of terminal:		box terminal	扭矩 Drehmoment
铜电缆 copper wires	Solid:	16 mm ²	剥线长度 Stripping length	2.6 Nm
	Stranded:	16 mm ²	剥线长度 Stripping length	
接地线 Earth connection	Type of terminal:		box terminal	扭矩 Drehmoment
铜电缆 copper wires	Solid:	70 mm ²	剥线长度 Stripping length	30 Nm
	Stranded:	70 mm ²	剥线长度 Stripping length	

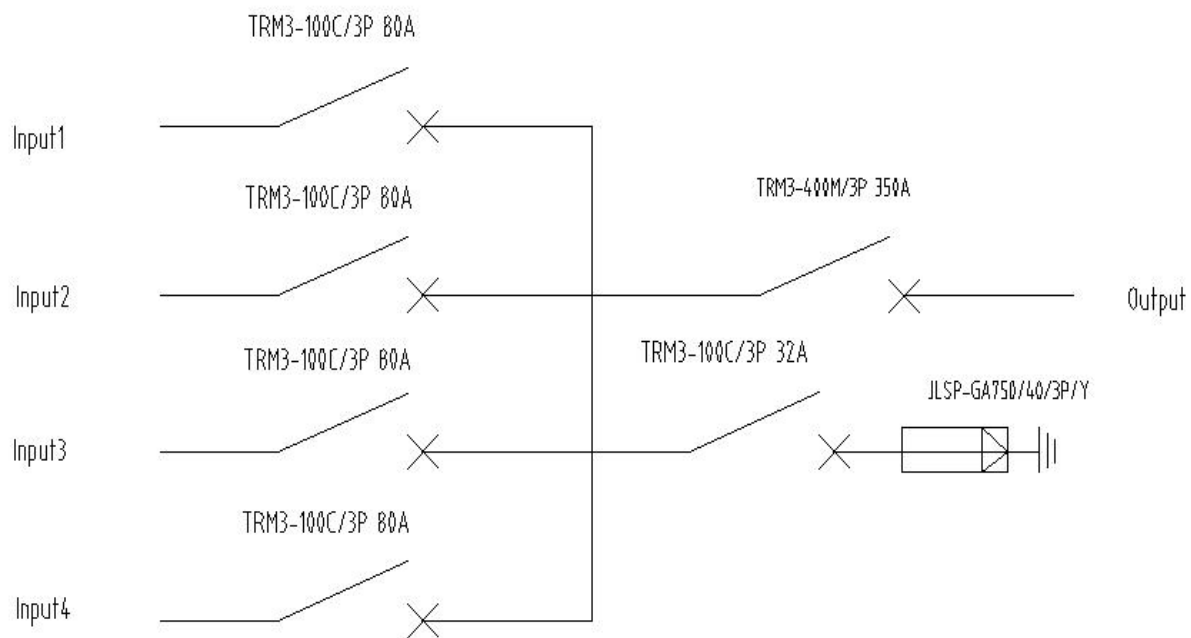
常用组件:
Components used:

塑壳断路器 MCCB/TRM3		
额定运行电压 Rated operating voltage	U _e	500 V AC
额定绝缘电压 Rated insulation voltage	U _i	800 V AC
额定运行电流 Rated operational current	I _n =I _u	80 A
额定冲击耐受电压 Rated impulse withstand voltage	U _{imp}	8 KV
最大输出功率 Maximum permissible power output per breaker	P _v	69KW

Version: 01	表格 数据表 Datasheet
-------------	---

外形:			
Case:			
材质 Material			Q235-A
颜色 Color (case)			RAL 7035
燃烧特性 burning characteristics			自熄无卤 Self-extinguishing and halogen free
尺寸 Dimensions (external dimensions without bas	宽x高x深 WxHxD		650x800x180
尺寸 Dimensions (base)	宽x高x深 WxHxD		-
重量 Weight (without base)			Ca. 50 Kg
重量 Weight (base)			-
门锁 Lock			Two keys
输出电缆格兰头示意图:		外形尺寸:	
Configuration of the cable glands in the case:		Dimensions of the case:	
			
格兰头的规格型号:			
specifications and models of the cable glands:			
M40	INPUT	22~32mm	4
M36	OUTPUT	18~25mm	3
M27	OUTPUT (PE)	13~18mm	1

原理图:
Circuit diagram page:



**DOCUMENTO IV:
ESTUDIO DE
SEGURIDAD Y SALUD**

Tabla de contenido

1	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	5
1.1	Objeto.....	5
1.2	Descripción técnica del proyecto.....	5
1.3	Emplazamiento	6
1.4	Climatología.....	6
1.5	Accesos y vallado	6
1.6	Interferencias y servicios afectados	6
1.7	Suministro de energía eléctrica.....	7
1.8	Suministro de agua potable.....	7
1.9	Vertido de aguas residuales	7
2	ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN.....	7
2.1	Obra civil	8
2.1.1	Movimiento de tierras y cimentaciones.....	8
2.2	Excavación.....	8
2.2.1	Cimentación.....	10
2.2.2	Trabajos de albañilería.....	12
2.3	Montaje	14
2.3.1	Montaje de paneles fotovoltaicos	14
2.3.2	Montaje de inversores.....	14
2.3.3	Red de tierras	14
2.3.4	Instalación de alumbrado exterior	15
2.3.5	Manipulación manual de cargas	15
2.3.6	Izado de Cargas	19
2.3.7	Cuerdas	20
2.3.8	Cables	21

2.3.9	Cadenas.....	23
2.3.10	Ganchos	24
2.3.11	Argollas y anillos.....	25
2.3.12	Grilletes	26
2.3.13	Eslingas.....	26
2.3.14	Trácteles	29
2.3.15	Poleas.....	30
2.3.16	Transporte de material	30
2.3.17	Trabajos de soldadura autógena	32
2.3.18	Trabajos de soldadura eléctrica	35
2.3.19	Soldadura en interior de recintos cerrados	37
2.3.20	Trabajos próximos a elementos en tensión.....	38
2.3.21	Trabajos en tensión.....	42
2.3.22	Trabajos en altura	44
3	MAQUINARIA A EMPLEAR	47
3.1	Retroexcavadora	47
3.2	Grúa	49
3.3	Máquinas herramientas y herramientas manuales	52
3.3.1	Radial.....	55
3.3.2	Sierra circular	56
3.3.3	Vibrador.....	56
3.3.4	Amasadora	56
3.4	Escaleras	57
3.4.1	Generales	57
3.4.2	Escaleras de madera.....	59
3.4.3	Escaleras de tijera	59

3.4.4	Escaleras metálicas	59
3.5	Instalaciones provisionales	60
3.6	Instalación provisional eléctrica	60
3.7	Reconocimientos médicos	64
3.8	Asistencia de accidentados	65
3.8.1	CENTROS ASISTENCIALES EN CASO DE ACCIDENTE	65
3.8.2	BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS.....	65
4	PLIEGO DE CONDICIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	65
4.1	Legislación aplicable	65
4.2	Consideraciones de los equipos de protección colectiva	68
4.3	Consideraciones de los equipos de protección individual	69
4.4	Señalización de la obra	70
4.5	Equipos de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos.....	70
4.6	Formación e información a los trabajadores.....	71
4.7	Acciones a seguir en caso de accidente laboral	72
4.8	Comunicaciones inmediatas en caso de accidente.....	73
4.9	Seguridad de la obra.....	73
4.9.1	Presencia de recursos preventivos en obra	73
4.10	Plan de seguridad y salud.....	74
4.11	Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de seguridad y salud 75	
4.12	Coordinador de seguridad y salud.....	76
4.13	Libro de incidencias	77
4.14	Seguridad de responsabilidad civil y patronal.....	78
4.15	Subcontratación.....	79
5	PLANOS DE SEGURIDAD Y SALUD.....	79

1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Objeto

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

El objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

1.2 Descripción técnica del proyecto

La instalación fotovoltaica convierte la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica a través de una serie de módulos solares instalados sobre estructuras fijas que hacen de soporte. A este conjunto de módulos solares se le denomina generador fotovoltaico.

Posteriormente la corriente continua producida en el generador fotovoltaico se convierte en corriente alterna mediante inversores, para posteriormente inyectarla en la red eléctrica de la compañía distribuidora a través de varios centros de transformación.

La instalación posee elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general que nos permita separar la instalación fotovoltaica de la red de distribución.

Habrá que asegurar un grado de aislamiento eléctrico clase II en lo que afecta a equipos (módulos e inversores) y al resto de materiales (cableado, cajas, armarios de conexión...).

La instalación incorporara todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de la persona, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

1.3 Emplazamiento

El proyecto se llevará a cabo en el municipio español de Mequinenza, perteneciente a la provincia de Zaragoza, en la comunidad autónoma de Aragón. La ubicación precisa del proyecto es un terreno situado a 8 km al sur del municipio de Mequinenza. Se trata de terreno de aproximadamente 15 hectáreas.

1.4 Climatología

Hay que definir la climatología porque sin duda influye en el nivel de la prevención alcanzable. Se trata de un clima mediterráneo, predominando los vientos de norte y de sur.

1.5 Accesos y vallado

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá el vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma.

Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados.

En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

1.6 Interferencias y servicios afectados

Los trabajos se desarrollan en el emplazamiento de la obra destinada a tal fin, y cuyo destino es exclusivamente la ubicación de las instalaciones objeto del proyecto, por lo que las únicas interferencias que puedan presentarse son las superposiciones de las diversas fases de los trabajos.

Caso de encontrarse con servicios que puedan verse afectados, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para

decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

1.7 Suministro de energía eléctrica

La acometida a las obras será por cuenta de la Propiedad, proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de las mismas en caso de ser posible.

En caso de que el suministro no pueda realizarse, el contratista dispondrá los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra.

1.8 Suministro de agua potable

Se consultará a la Propiedad sobre la posible conexión en el emplazamiento de la obra para suministro de agua.

En caso de que el suministro no pueda realizarse, el contratista dispondrá los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra.

1.9 Vertido de aguas residuales

Se dispondrá de una fosa séptica provisional o infraestructura equivalente, con capacidad adecuada, desde el principio de las obras a la cual se conducirán las aguas sucias de los servicios higiénicos.

2 ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividirán las obras en una serie de trabajos por especialidades o unidades constructivas, dentro de cada uno de los apartados correspondientes a la obra civil y al montaje, así como en una serie de equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la ejecución de las mismas.

El siguiente análisis de riesgos sobre el proyecto de ejecución podrá ser variado por cada uno de los contratistas adjudicatarios en su propio Plan de Seguridad y Salud, cuando sea adaptado a la tecnología de construcción que les sea de aplicación.

2.1 Obra civil

Se entenderá como obra civil, todas aquellas canalizaciones necesarias para el tendido de los cables, las cimentaciones para la correcta fijación de los seguidores solares o estructuras fijas al terreno, así como las excavaciones necesarias para la correcta colocación de las casetas prefabricadas donde se alojan los inversores, centros de transformación, centros de seccionamiento, edificios o construcciones necesarias para el funcionamiento y mantenimiento de la planta, como almacenes, casetas e instalaciones de seguridad, centros de control, etc.

2.1.1 Movimiento de tierras y cimentaciones

Dentro de esta fase de obra, se consideran las siguientes operaciones a realizar:

- Excavación
- Cimentación

2.2 Excavación

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de maquinas
- Sobre esfuerzos

- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición al ruido
- Proyección de fragmentos o partículas
- Choque contra objetos inmóviles

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- En caso de ser necesario, se colocará vallado perimetral de obra alrededor de la misma.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
- Todas las excavaciones de obra se señalizarán en todo su perímetro con el fin de evitar caídas a distinto nivel. Cuando la profundidad de la excavación sea superior a 2 metros, se deberá proteger mediante el uso de barandillas con suficiente rigidez y estabilidad.
- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.
- Cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 metros y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa.
- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
- Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matorros cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.

- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Botas de seguridad con puntera reforzada
- Ropa de protección para el mal tiempo

2.2.1 Cimentación

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas

- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Sobreesfuerzos
- Exposición al ruido

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o desplazamientos del terreno.
- Se deberá revisar el estado de las zanjas a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes por proximidad de caminos transitados por vehículos y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- Cuando la profundidad de la zanja o excavación sea igual o superior a los dos metros, se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima de 2 metros del borde.
- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 centímetros de anchura, bordeados con barandillas solidas de 90 centímetros de altura y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Mientras se está realizando el vertido del hormigón, se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles. En caso de fallo, lo más recomendable es parar el vertido y no reanudarlo hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el suelo no esté o no resulte peligroso.
- Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra en las que se instalarán proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra.
- Si los trabajos requieren iluminación portátil, esta se realizará mediante lámparas a 24 voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Los pozos de cimentación y zanjas estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de cimentación no superior a los 4 metros.
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar el riesgo de caídas de las mismas a otro nivel.

- Todas las maquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigoneras durante el retroceso.
- Se instalará un cable de seguridad amarrado a puntos sólidos en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos de riesgo de caída en altura.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Guantes de goma para el trabajo con el hormigón
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Ropa de protección para el mal tiempo

2.2.2 Trabajos de albañilería

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos

- Contactos eléctricos
- Proyección de fragmentos o partículas

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se comprobará al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares que van a ser utilizados en los trabajos.
- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.
- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Se pondrá especial atención en la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- El lugar de trabajo se mantendrá ordenado, limpio y señalizado en todo momento, así como el lugar destinado al almacenamiento de materiales.
- Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.
- Las máquinas herramientas seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmento o partículas
- Guantes de trabajo

- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

2.3 Montaje

El montaje comprenderá la totalidad de los elementos que forman parte de la instalación, incluyendo paneles, estructuras, seguidores, inversores, cableado, columnas para el alumbrado exterior, proyectores, canalizaciones, pequeño material, cuadros, protecciones, puesta a tierra, tendido de línea, etc.

2.3.1 Montaje de paneles fotovoltaicos

Los paneles se instalarán sobre los perfiles del seguidor o de la estructura fija. La fijación de los paneles se realizará mediante tornillos y tuercas; si los paneles se instalan sobre seguidor dicha labor se realizará sobre el suelo, izando posteriormente el conjunto estructuras-paneles para su colocación en el seguidor, utilizando los medios adecuados para tal efecto. Si los paneles se instalan sobre estructura fija, la colocación de los mismos se realizará directamente sobre la estructura ya montada, utilizando los medios adecuados para tal efecto.

2.3.2 Montaje de inversores

Los inversores irán ubicados en casetas prefabricadas, donde se centralizarán todos los elementos de acondicionamiento de potencia. También pueden ir instalados bajo seguidores, o tras estructuras fijas, dependiendo de la configuración de cada proyecto. Se instalarán y conectionarán estos equipos inversores, así como su correspondiente sistema de monitorización.

2.3.3 Red de tierras

Se procederá a instalar y conexionar la red de tierras de las masas de las estructuras fijas o seguidores, de los inversores, de la instalación de alumbrado exterior y todas las masas conectadas a tierra especificadas en el proyecto (así como pequeños accesorios para la correcta instalación).

2.3.4 Instalación de alumbrado exterior

Se procederá a instalar y conexionar las columnas, proyectores, lámparas de descarga necesarias, cableado y red de tierras, para el sistema de iluminación exterior de la parcela y para generar la iluminación mínima requerida por el sistema de seguridad de grabación.

RIESGOS ASOCIADOS A LA FASE DE MONTAJE

2.3.5 Manipulación manual de cargas

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Golpes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.
- El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, solo se consigue si los pies están bien situados:
 - Enmarcando la carga
 - Ligeramente separados
 - Ligeramente adelantado uno respecto del otro.
- Técnica segura del levantamiento:
 - Situar el peso cerca del cuerpo.
 - Mantener la espalda plana.
 - No doblar la espalda mientras levanta la carga.
 - Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.
 - Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.
 - Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.
 - Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.
 - El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
 - La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones. En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.

- Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90°).
- Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.
- En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.
- La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.
- En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.
- Para transportar una carga, esta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.
- Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.
- La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos. El peso del cuerpo puede ser utilizado:
 - Empujando para desplazar un móvil (carretilla, por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
 - Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
 - Resistiendo para frenar el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.
 - En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.

- Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista.
- Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90° , lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.
- Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechara su peso y nos limitaremos a frenar su caída.
- Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.
- Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios.
- Deberá designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá atender a:
 - La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
 - La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
 - La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, como pasar bajo la carga, etc.) -La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).
- El transporte se deberá efectuar:
 - Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquel.
 - A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
 - Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación) quien de las ordenes preparatorias, de elevación y transporte.

- Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
- Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
- Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
- Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.
- Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.
- El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

2.3.6 Izado de Cargas

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caída de objetos en manipulación
- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Sobreesfuerzos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación

y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.

- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

2.3.7 Cuerdas

- Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.
- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez.
- No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
- Toda cuerda de cáñamo que se devuelva después de concluir un trabajo deberá ser examinada en toda su longitud.
- En primer lugar, se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad y se lavaran las manchas. Después de bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñaamientos, ataques de ácidos, etc.
- Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de este mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.
- Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60°.
- Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos, así como inútiles exposiciones a la luz.

- Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.
- Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.
- Si se debe de utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.
- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.
- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando un guardacabo en los anillos de las eslingas.
- La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.

2.3.8 Cables

- Un cordón está constituido por varios alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas. Un cable de cordones está constituido por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas, alrededor de un alma.
- Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en las cuales van a ser empleados.
- El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas, estarán provistos de guardacabos resistentes.

- Estarán siempre libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos.
- Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos desechándose aquellos cables en que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos (únicamente se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, desde su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de una explotación). El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado.
- El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.
- Es preciso atenerse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.
- Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.
- Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.
- Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de estos y descableado general.
- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá asegurar que su resistencia es la adecuada.
- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, se hará rodar en el suelo, fijando el extremo libre a un punto, del que nunca se tirará, o bien dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.) colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.
- Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.

- La unión de cables no deberá realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utilizando guardacabos y mordazas sujetas cables.
- Normalmente los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimiento es suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante. Algunos tipos de cables especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.
- El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que elimine la suciedad en el mismo.
- El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presente alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.
- Los motivos de retirada de un cable serán:
 - Rotura de un cordón.
 - Reducción anormal y localizada del diámetro.
 - Existencia de nudos.
 - Cuando la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera, alcanza el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.
 - Cuando el número de alambres rotos visibles alcanza el 20% del número total de hilos del cable, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.
 - Cuando la disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, alcanza el 40% de la sección total del cordón.

2.3.9 Cadenas

- Las cadenas serán de hierro forjado o acero.
- El factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.
- Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.
- Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.
- Cuando los eslabones sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado, serán cortados y reemplazados inmediatamente.

- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.
- Se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- La resistencia de una cadena es la de su componente más débil. Por ello conviene retirar las cadenas:
 - Cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5%, por efecto del desgaste.
 - Que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.
 - Es conveniente que la unión entre el gancho de elevación y la cadena se realice mediante un anillo.
- No se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta del mismo.
- Bajo carga, la cadena deberá quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.
- La cadena deberá protegerse contra las aristas vivas.
- Deberán evitarse los movimientos bruscos de la carga, durante la elevación, el descenso o el transporte.
- Una cadena se fragiliza con tiempo frío y en estas condiciones, bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.
- Las cadenas deberán ser manipuladas con precaución, evitando arrastrarlas por el suelo e incluso depositarlas en él, ya que están expuestas a los efectos de escorias, polvos, humedad y agentes químicos, además del deterioro mecánico que puede producirse.
- Las cadenas de carga instaladas en los equipos de elevación, deberán estar convenientemente engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.

2.3.10 Ganchos

- Serán de acero o hierro forjado.
- Estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse.
- Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.

- Dada su forma, facilitan el rápido enganche de las cargas, pero estarán expuestos al riesgo de desenganche accidental, por lo que este debe prevenirse.
- No deberá tratarse de construir uno mismo un gancho de manutención, partiendo de acero que pueda encontrarse en una obra o taller, cualquiera que sea su calidad.
- Uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental de la carga es el gancho de seguridad, que va provisto de una lengüeta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.
- Solamente deberán utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.
- No deberá tratarse de deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso de cable.
- No deberá calentarse nunca un gancho para fijar una pieza por soldadura, por ejemplo, ya que el calentamiento modifica las características del acero.
- Un gancho abierto o doblado deberá ser destruido.
- Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:
 - Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.
 - Que el dispositivo de seguridad contra desenganche accidental funcione perfectamente.
 - Que ninguna fuerza externa tienda a deformar la abertura del gancho. En algunos casos, el simple balanceo de la carga puede producir estos esfuerzos externos.

2.3.11 Argollas y anillos

- Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que habitualmente se roscara a uno de los brazos del estribo.
- La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.

- No se sustituirá nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad de este.
- Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendara es el anillo en forma de pera, al ser este el de mayor resistencia.
- Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

2.3.12 Grilletes

- No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.
- Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.
- Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.
- No podrán ser usados como ganchos.
- Los estobos y eslingas trabajaran sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.
- El cáncamo tendrá el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.
- No se calentará ni soldará sobre los grilletes.

2.3.13 Eslingas

- Se tendrá especial cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
 - El propio desgaste por el trabajo.
 - Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.
 - Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aun cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.
 - Los sujetacables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.

- Las soldaduras o las zonas unidas con sujetacables nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador, ni sobre las aristas. Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.
- No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas, sobre el gancho de sujeción, ya que en este caso uno de los cables estaría comprimido por el otro.
- Para enganchar una carga con seguridad, es necesario observar algunas precauciones: -Los ganchos que se utilicen han de estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.
 - Las eslingas y cadenas se engancharán de tal forma que la cadena o eslinga descansa en el fondo de la curvatura del gancho y no en la punta.
 - Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.
 - Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de manera que gire libremente.
 - Se deben escoger las eslingas (cables, cadenas, etc.) o aparatos de elevación (horquillas, garras, pinzas) apropiados a la carga. No se deberá utilizar jamás alambre de hierro o acero cementado.
 - Los cables utilizados en eslingas sencillas deben estar provistos en sus extremos de un anillo emplomado o cerrados por terminales de cable (sujetacables).
 - Los sujetacables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento se encuentre en el lado del cable que trabaja.
 - Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas o nudos.
 - Los cables no deberán estar sometidos a una carga de maniobra superior a la sexta parte de su carga de rotura.
 - Si no se sabe esta última indicación, se puede calcular, aproximadamente, el valor máximo de la carga de maniobra mediante:

$$F \text{ (en Kg)} = 8 \times d^2 \text{ (diámetro del cable en mm)}$$

- Las eslingas sinfín, de cable, deberán estar cerradas, bien sea mediante un emplomado efectuado por un especialista o bien con sujetacables. El emplomado deberá quedar en perfecto estado.
- Los sujetacables deberán ser al menos cuatro, estando su asiento en el lado del cable que trabaja, quedando el mismo número a cada lado del centro del empalme.
- Toda cadena cuyo diámetro del redondo que forma el eslabón se haya reducido en un 5% no deberá ser utilizada más.
- No se sustituirá nunca un eslabón por un bulón o por una ligadura de alambre de hierro, etc.
- No se debe jamás soldar un eslabón en una forja o con el soplete.
- Las cadenas utilizadas para las eslingas deberán ser cadenas calibradas; hay que proveer a sus extremos de anillos o ganchos.
- Las cadenas utilizadas en eslingas no deberán tener ni uno solo de sus eslabones corroído, torcido, aplastado, abierto o golpeado. Es preciso comprobarlas periódicamente eslabón por eslabón. Las cadenas de las eslingas no deberán estar sometidas a una carga de maniobra superior a la quinta parte de su carga de rotura. Si no se conoce este último dato, se puede calcular, aproximadamente, el valor de la carga de maniobra con ayuda de la siguiente fórmula:

$$F \text{ (en Kg)} = 6 \times d^2 \text{ (diámetro del redondo en mm)}$$

- En el momento de utilizar las cadenas, se debe comprobar que no estén cruzadas, ni torcidas, enroscadas, mezcladas o anudadas.
- Procurar no utilizarlas a temperaturas muy bajas pues aumenta su fragilidad. Ponerlas tensas sin golpearlas.
- Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos, materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.
- Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y bien repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.

- Después de usar las eslingas, habrá que colocarlas sobre unos soportes. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, ponerlas en el gancho de elevación y subir este hasta el máximo.
- Se verificarán las eslingas al volver al almacén.
- Toda eslinga deformada por el uso, corrosión, rotura de filamentos, se deberá poner fuera de servicio.
- Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.
- Se destruirán las eslingas que han sido reconocidas como defectuosas e irreparables

2.3.14 Trácteles

- Deberán estar perfectamente engrasados.
- Se prohibirá engrasar el cable del tráctel.
- Antes de cualquier maniobra deberá comprobarse:
 - El peso de carga para comprobar que el aparato que utilizamos es el adecuado.
 - Los amarres de la carga y la utilización de cantoneras.
 - Que la dirección del eje longitudinal del aparato sea la misma que la del cable (que no forme ángulo).
 - No se deberá utilizar para esfuerzos superiores a la fuerza nominal del mismo, ya sea para elevación o tracción.
 - No deberán maniobrarse al mismo tiempo las palancas de marcha hacia adelante o hacia atrás.
 - Se deberá utilizar el cable adecuado a la maquina en cuanto al diámetro.
 - Antes de iniciar cualquier maniobra deberá comprobarse la longitud del cable.
 - Las máquinas deberán ser accionadas por un solo hombre.
 - Se comprobará que el cable no está machacado o deshilado.

2.3.15 Poleas

- No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.
- Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia ha disminuido.
- Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.
- Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquellas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.
- Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste, o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.
- Cuando una polea chirrie se revisará inmediatamente, engrasándola y sustituyéndola si presenta holgura sobre el eje.
- Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes, a fin de que tengan posibilidad de orientación, evitando así que el cable tire oblicuamente a la polea.
- Se prohíbe terminantemente utilizar una polea montada de forma que el cable tire oblicuamente.
- Se prohíbe soldar sobre poleas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

2.3.16 Transporte de material

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel

- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos

MEDIOS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- El vehículo de transporte sólo será utilizado por personal capacitado.
- No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.
- Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.
- El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- Si tuviera que parar en rampa, el vehículo quedara frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá, o bien dentro de la cabina, o bien alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Cualquier operación de revisión con la caja levantada se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad (cuando abandonen la cabina)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra ambiente pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

2.3.17 Trabajos de soldadura autógena

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos
- Exposición a radiaciones

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se revisará periódicamente el estado de las mangueras, eliminando las que se encuentren agrietadas exteriormente.
- Las mangueras para conducción del acetileno serán de distinto color que las utilizadas para la conducción del oxígeno.
- Las conexiones de manguera tendrán rosca y fileteado diferentes de modo que sea imposible confundirlas y cambiarlas.
- Se deberá comprobar si las boquillas para la soldadura o el corte se hallan en buenas condiciones.
- Los sopletes deberán tener boquillas apropiadas y en buen estado. Si hay que limpiarlas se usará una aguja de latón para no deformarlas.

- Se ajustarán bien las conexiones, con llave si es necesario, antes de utilizar el gas.
- Antes de utilizar el equipo de soldadura o corte autógenos, habrá que asegurarse de que todas las conexiones de las botellas, reguladores y mangueras están bien hechas.
- Se comprobará si todos los materiales inflamables están alejados o protegerlos de las chispas por medio de pantallas, lonas ignífugas.
- Se colocarán extintores de polvo o anhídrido carbónico en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura o corte.
- En los lugares de paso se deberán proteger las mangueras para evitar su deterioro.
- Antes de abrir las válvulas de las botellas de oxígeno y acetileno, se deberá comprobar que están cerradas las válvulas del manorreductor.
- Colocarse a un lado del regulador cuando se abran las válvulas de las botellas. Antes de encender el soplete se deberá dejar salir el aire o gas que puedan tener las mangueras, abriendo para ello el soplete.
- Para encender la boquilla se deberá emplear un encendedor de fricción, no con cerillas que darían lugar a quemaduras en las manos.
- Para encender un soplete, las presiones deberán estar cuidadosamente reguladas:
 - Abrir ligeramente la espita del oxígeno.
 - Abrir mucho la espita del acetileno.
 - Encender la llama, que presentará un ancho excesivo de acetileno.
 - Regularla la llama hasta obtener un dardo correcto.
- Se deberá emplear la presión de gas correcta para el trabajo a efectuar. La utilización de una presión incorrecta puede ser causa de un mal funcionamiento de la boquilla y de un retroceso de la llama o explosiones que puede deteriorar el interior de la manguera.
- Los manómetros deberán encontrarse en buenas condiciones de uso. Si se comprueba rotura, deterioro o que la lectura no ofrece fiabilidad, deberán ser sustituidos de inmediato.
- No se usarán botellas de combustible teniendo la boca de salida más baja que el fondo. Por el contrario, se pondrán verticales con la boca hacia arriba y sujetas con collarines que garanticen su posición, evitando su caída.

- Se utilizarán ropas que protejan contra las chispas y metal fundido. Se llevará el cuello cerrado, bolsillos abotonados, mangas metidas dentro de las manoplas o guantes, cabeza cubierta por medio de pantallas inactínicas, calzado de seguridad, polainas y mandil protector. El ayudante deberá ir también protegido, al menos con careta inactínica.
- Cuando se efectúen trabajos en lugares elevados, el soldador utilizará el cinturón de seguridad a partir de los 2 metros de altura, y además tomará precauciones para que las chispas o metal caliente no caigan sobre personas ni sobre materiales inflamables.
- Se prohíbe introducir las botellas de oxígeno y acetileno en el recipiente que se está soldando.
- Cuando se efectúen trabajos de soldadura o corte en espacios reducidos, hay que procurar tener una buena ventilación.
- Deberá existir una distancia mínima de 1,5 metros entre el punto de soldadura y los materiales combustibles.
- Está prohibido soldar a menos de 6 metros de distancia de líquidos inflamables y sustancias explosivas.
- No se podrá calentar, cortar ni soldar recipientes que hayan contenido sustancias inflamables, explosivas o productos que, por reacción con el metal del contenedor o recipiente, genere un compuesto inflamable o explosivo, sin la previa eliminación del residuo.
- En el caso de incendiarse una manguera de acetileno, no se deberá intentar extinguir el fuego doblando y oprimiendo la manguera. Se cerrará la llave de la botella.
 - Al terminar el trabajo hay que cerrar primero la válvula del soplete, después de los manorreductores y por último la de las botellas.
- Los sopletes no se golpearán ni se colgarán de los manorreductores, de modo que puedan golpearse con las botellas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Guantes o manoplas para soldadura
- Manguitos para soldadura
- Pantallas para soldadura
- Polainas de soldador
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura
- Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero

2.3.18 Trabajos de soldadura eléctrica

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos indirectos
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contactos térmicos
- Exposición a radiaciones

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Las masas de cada aparato estarán dotadas de puesta a tierra.
- La superficie de los porta-electrodos a mano y los bornes de conexión para circuitos de alimentación de aparatos de soldadura, deberán estar cuidadosamente dimensionados y aislados.
- Los cables de conductores se revisarán frecuentemente y se mantendrán en buenas condiciones.
- La pinza porta-electrodos se mantendrá siempre en buen estado y cerca de donde se esté soldando.
- Los cables deteriorados o averiados deberán repararse cuidadosamente. Todos los puntos de empalme de los cables de soldadura deberán estar perfectamente aislados.

- Los cables de conexión a la red y los de soldadura deberán enrollarse antes de realizar cualquier transporte.
- En lugares húmedos el operario se deberá aislar trabajando sobre una base de madera seca.
- Se deberán de colocar extintores en las zonas donde se realicen trabajos de soldadura eléctrica.
- Las radiaciones producidas en trabajos de soldadura eléctrica afectan no solo a los ojos, sino a cualquier parte del cuerpo expuesta. Por ello, el soldador deberá utilizar pantalla facial, manoplas, polainas y mandil, como mínimo. Para la protección de otros trabajadores próximos se utilizarán cortinas o paramentos ignífugos.
- Los ayudantes de los soldadores también deberán usar gafas o pantallas inactivas.
- Se dispondrán adecuadamente los cables de modo que no representen un riesgo para el personal o puedan sufrir daños mecánicos.
- La zona de trabajo estará convenientemente delimitada y en su interior todo el personal deberá utilizar los equipos de protección personal necesarios.
- El cable de tierra deberá conectarse lo más cercano posible a la pieza donde se efectúa la soldadura, sin que pueda conectarse a otro equipo o instalación existente, así como tampoco a través del acero de refuerzo de las estructuras de hormigón armado.
- Tantas veces como se interrumpa por algún tiempo la operación de soldar, se cortará el suministro de energía eléctrica a la máquina. Al terminar el trabajo debe quedar totalmente desconectada y retirada de su sitio.
- Las conexiones con la maquina deberán tener las protecciones necesarias y, como mínimo, fusibles automáticos y relé diferencial de sensibilidad media (300 mA), con una buena toma de tierra.
- La alimentación eléctrica al grupo de soldadura se realizará a través de un cuadro provisto de interruptor diferencial adecuado al voltaje de suministro, si no se cumplen los requisitos del apartado anterior.
- Los generadores de combustión interna (diésel) deberán pararse cuando no se estén utilizando, así como cuando se requiera repostar combustible.
- Se dispondrá de un extintor de polvo químico junto al grupo diésel.

- Los electrodos usados se dispondrán en un recipiente, evitando que queden esparcidos por el suelo.
- Antes de realizar cambios de intensidad deberá desconectarse el equipo.
- No introducir jamás el porta-electrodos en agua para enfriarlo, puede causar un accidente eléctrico.
- No se dejará la pinza y su electrodo directamente apoyados en el suelo, sino en un soporte aislante.

2.3.19 Soldadura en interior de recintos cerrados

Para soldar en recintos cerrados habrá que tener siempre presente que:

- Deben eliminarse, por aspiración, gases, vapores y humos.
- Hay que preocuparse de que la ventilación sea buena.
- Nunca se debe ventilar con oxígeno.
- Hay que llevar ropa protectora y difícilmente inflamable.
- No se debe de llevar ropa interior de fibras artificiales fácilmente inflamables.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Pantallas para soldadura.
- Manguitos, guantes o manoplas y polainas para soldadura.

- Calzado de seguridad con puntera reforzada en acero.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para soldadura.

2.3.20 Trabajos próximos a elementos en tensión

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocuciiones
- Incendios

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Se define como trabajador autorizado aquel el trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta.
- Se define trabajador cualificado como el trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.

- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no solo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos, permanecerá alejado de ellos.
- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc. en todos los conductores, incluido el neutro.
- Las distancias de seguridad para trabajar próximos a Líneas Eléctricas o elementos con tensión mantendrán las siguientes distancias de seguridad, quedando terminantemente prohibido realizar trabajos sin respetar estas distancias:

U_n	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

Tabla 1. Distancias de seguridad al trabajar con tensión

U_n : Tensión nominal de la instalación (KV).

D_{PEL-1} : distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PEL-2} : distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PROX-1} : distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

D_{PROX-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 ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

Zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente ésta última.

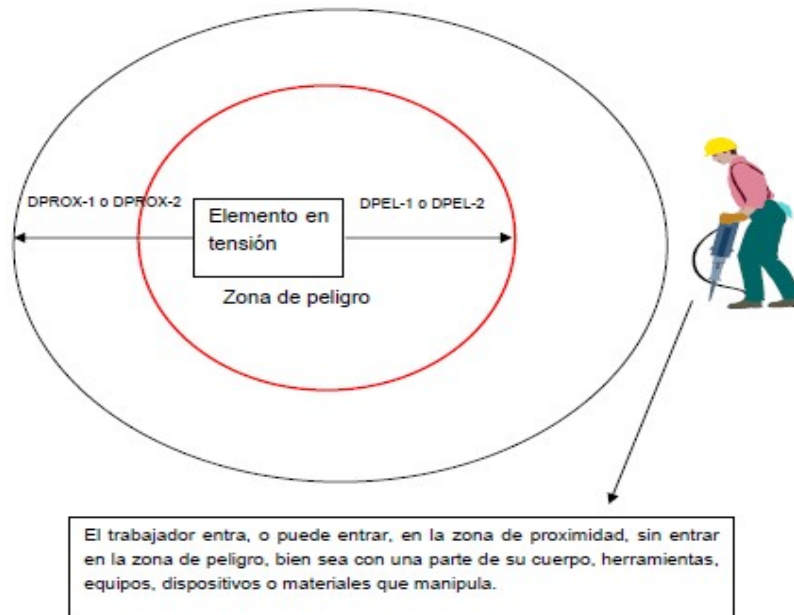


Imagen 1. Zona de proximidad de riesgo eléctrico

Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles (no se han colocado pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes), se deberá:

- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea solo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión

- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

2.3.21 Trabajos en tensión

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Contactos eléctricos
- Incendios

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D. 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- Para estos trabajos se deberán haber desarrollado procedimientos específicos, los operarios deberán tener una formación adecuada y tanto el material de seguridad, como el equipo de trabajo y las herramientas a utilizar serán las adecuadas.
- La zona de trabajo debe estar claramente definida y delimitada.
- Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizarse trabajos, deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo, de medios de acceso de iluminación.
- Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.
- Se deben tomar medidas de prevención adecuada para evitar accidentes a personas por otras fuentes de peligro tales como sistemas mecánicos o en presión o caídas.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables, junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde equipos

eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.

- Los materiales inflamables deben mantenerse alejados de fuentes de arco eléctrico.
- Si es necesario, durante la realización de cualquier trabajo u operación, se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.
- Los procedimientos de trabajos en tensión solo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio o explosión.
- Se debe asegurar que el trabajador se encuentra en una posición estable, para permitirle tener las dos manos libres.
- Los operarios utilizarán equipos de protección individual apropiados y no llevarán objetos metálicos, tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.
- Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Para el trabajo en tensión se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta todos los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.
- Dependiendo del tipo de trabajo, el personal que lo realice debe estar formado y además especialmente entrenado.
- Deberán especificarse las características, la utilización, el almacenamiento, la conservación, el transporte e inspecciones de las herramientas, los equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.
- Las herramientas, equipos y materiales estarán claramente identificados.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.

- Otros parámetros, tales como la altitud y la contaminación, particularmente en alta tensión, se deben considerar si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.
- Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para baja tensión
- Guantes dieléctricos para alta tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Arnés de seguridad
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

2.3.22 Trabajos en altura

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos en manipulación
- Golpes contra objetos o herramientas

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.
- Todos los trabajadores deben de disponer, previo al inicio de los trabajos, de formación adecuada para realizar trabajos en altura y conocer los procedimientos específicos de seguridad para la realización de los trabajos.
- Se emplearán en todo momento los medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.) adecuados para realizar este tipo de trabajos, los cuales cumplirán con lo estipulado en este Estudio de Seguridad.
- Los trabajos en altura solo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.
- Si por motivos de localización del tajo de trabajo, no se emplearan medios auxiliares, el trabajador deberá usar arnés de seguridad amarrado a algún punto fijo de la estructura.
- El acceso a los puestos de trabajo se efectuará por los accesos previstos, y no usando medios alternativos no seguros.
- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma

periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, periodo de no utilización o cualquier otra circunstancia.

- No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.
- Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.
- Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.
- Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.
- Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.
- Si por necesidad del trabajo hay que retirar momentáneamente alguna protección colectiva, debe reponerse antes de ausentarse.
- Cuando se trabaje en altura, las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída fortuita y nos permitan utilizar las dos manos en los desplazamientos.
- Las plataformas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, evitando sobrecargarlas en exceso.
- Para trabajos en cubierta con riesgo de caída a distinto nivel se deberá adoptar alguna de las medidas que se citan a continuación:
 - Proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas rígidas con listón superior a 90 cm, intermedio a 45cm y rodapiés a 15 cm.
 - Instalar una línea de vida a la que permanezcan permanentemente amarrados los operarios mediante el uso de arnés de seguridad homologado.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos con barbuquejo
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

- Bolsa portaherramientas
- Arnés de seguridad y línea de vida
- Ropa de protección para el mal tiempo

3 MAQUINARIA A EMPLEAR

3.1 Retroexcavadora

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:
 - o La caída o el retorno brusco de la jaula, plataforma, cuchara, cubeta, pala, vagoneta o, en general, receptáculo o vehículo, a causa de avería en la máquina, mecanismo elevador o transportador, o de rotura de los cables, cadenas, etc., utilizados.
 - o La caída de las personas y de los materiales fuera de los citados receptáculos y vehículos o por los huecos y aberturas existentes en la caja.
 - o La puesta en marcha, fortuita o fuera de ocasión, y las velocidades excesivas que resulten peligrosas.

- o Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos o en sus proximidades.
- Todos los vehículos y toda maquinaria para movimiento de tierras y para manipulación de materiales deberán:
 - o Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
 - o Estar equipados con extintor timbrado y con las revisiones al día, para caso de incendio.
 - o Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
 - o Utilizarse correctamente.
 - o Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
 - o Se hará una comprobación periódica de los elementos de la máquina.
 - o La máquina solo será utilizada por personal capacitado.
 - o No se tratará de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
 - o No se trabajará con la máquina en situación de semiavería. Se reparará primero y después se reanudará el trabajo.
 - o No liberar los frenos de la máquina en posición parada si antes no se ha instalado los calzos de inmovilización de las ruedas.
 - o Antes de iniciar cada turno de trabajo, comprobar que funcionan todos los mandos correctamente.
 - o No olvidar ajustar el asiento para poder alcanzar los controles sin dificultad.
 - o No se podrá fumar durante la carga de combustible ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
 - o Se deberá desplazar a velocidades muy moderadas, especialmente en lugares de mayor riesgo, tales como pendientes, rampas, bordes de excavación, cimentaciones, etc.

- o En la maniobra de marcha atrás, el operario conductor extremará las condiciones de seguridad. A su vez, la maquina estará dotada de señalización acústica, al menos, o luminosa y acústica cuando se mueva en este sentido.
- o La cabina estará dotada de extintor de incendios.
- o El inicio de las maniobras se señalizará y se realizarán con extrema precaución.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
 - Ropa de protección para el mal tiempo

3.2 Grúa

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- El gancho de izado deberá disponer de limitador de ascenso, y dispondrá de pestillo de seguridad en perfecto estado.
- La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
- En caso de elevación de palets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del palet para colocar en el gancho de la grúa.
- Está prohibido totalmente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que estén enclavadas.
- El servicio de la grúa necesita además del maquinista, otros operarios que se encargan de enganchar y realizar las señales pertinentes para asegurar su transporte en condiciones de seguridad. Estos últimos son el enganchador y el señalista, siendo frecuentemente ambos la misma persona. Las condiciones que deben cumplir estos operarios y su misión son los siguientes:
 - MAQUINISTA: no podrá padecer defectos de sus capacidades audiovisuales, así como ningún defecto fisiológico que afecte al funcionamiento de la máquina a su cargo. Además, poseerá de una formación suficiente para realizar las tareas específicas a su puesto de trabajo. Asimismo, debe ser consciente de su responsabilidad, evitando sobrevolar la carga donde haya personas, manejando los mandos con movimientos suaves y vigilando constantemente la carga, dando señales de aviso en caso de observar anomalías. Antes de empezar la jornada diaria de trabajo, el maquinista verificará los siguientes puntos:
 - Comprobar el funcionamiento de los frenos.

- Comprobar las partes sujetas al desgaste, como zapatas de freno, cojinetes y superficies de fricción de rodillos.
 - Comprobar el funcionamiento de limitadores y contactores.
 - Comprobar los topes, gancho y trinquetes.
 - Comprobar los lastres y contrapesos.
 - Comprobar la tensión de los cables cuando esté arriestrada.
 - Una vez por semana, deberá hacer las siguientes revisiones:
- Comprobar el estado de los cables y atender a su mantenimiento, debiendo ser repuestos en cuanto se observe un hilo roto.
 - Comprobar los niveles de aceite en las cajas reductoras y el engrase de todos sus elementos especialmente los de giro.
 - Comprobar el estado de las eslingas, ondillas y aparejos de elevación general.
 - ENGANCHADOR: es el operario que hace el enganchado de la carga, se encargará de:
 - Comprobar el estado de las eslingas, ganchos y cadenas.
 - Cuidará que el amarre de las cargas sea correcto, observando que están bien repartidas y equilibradas.
 - Impedirá el acceso de personas al radio de acción de la grúa.
 - En caso de transporte de cargas lineales, tales como vigas y tablonos, se utilizarán cuerdas para guiarlas en su traslado.
 - SEÑALISTA: cuando las cargas a transportar estén fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán una o varias personas que, mediante un código de señales de maniobra, hagan las señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad. Esta persona deberá cumplir las siguientes normas:
 - Dirigirá la elevación y transporte de las cargas, evitando que tropiecen con obstáculos.
 - Se colocará de modo que pueda ver en todo momento la carga, y al mismo tiempo, que el gruista pueda verle a él y advertir sus señales.
 - Impedirá que se encuentren personas en la vertical de la carga en todo su recorrido.

- Detendrá la operación cuando observe alguna anomalía.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

3.3 Máquinas herramientas y herramientas manuales

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Exposición a ruido
- Exposición a ambientes pulvígenos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- En los equipos de oxicorte, se recomienda trabajar con la presión aconsejada por el fabricante del equipo.
- En los intervalos de no utilización, dirigir la llama del soplete al espacio libre o hacia superficies que no puedan quemarse.
- Cuando se trabaje en locales cerrados, se deberá disponer de la adecuada ventilación.
- En los equipos que desprenden llama, su entorno estará libre de obstáculos.

- Las maquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, solo pueden emplearse al aire libre o en locales perfectamente ventilados, al objeto de evitar la concentración de monóxido de carbono.
- Se deberá mantener siempre en buen estado las herramientas de combustión, limpiando periódicamente los calibres, conductos de combustión, boquillas y dispositivos de ignición o disparo, etc.
- El llenado del depósito de carburante deberá hacerse con el motor parado para evitar el riesgo de inflamación espontanea de los vapores de la gasolina.
- Dado el elevado nivel de ruido que producen los motores de explosión, es conveniente la utilización de protección auditiva cuando se manejen este tipo de máquinas.
- Para las maquinas-herramientas neumáticas, antes de la acometida deberá realizarse indefectiblemente:
 - La purga de las condiciones de aire.
 - La verificación del estado de los tubos flexibles y de los manguitos de empalme.
 - El examen de la situación de los tubos flexibles (que no existan bucles, codos, o dobleces que obstaculicen el paso del aire).
- Las mangueras de aire comprimido se deben situar de forma que no se tropiece con ellas ni puedan ser dañadas por vehículos.
- Los gatillos de funcionamiento de las herramientas portátiles accionadas por aire comprimido deben estar colocados de manera que reduzcan al mínimo la posibilidad de hacer funcionar accidentalmente la máquina.
- Las herramientas deben estar acopladas a las mangueras por medio de resortes, pinzas de seguridad o de otros dispositivos que impidan que dichas herramientas salten.
- No se debe usar la manguera de aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar las virutas.
- Al usar herramientas neumáticas siempre debe cerrarse la llave de aire de las mismas antes de abrir la de la manguera.
- Nunca debe doblarse la manguera para cortar el aire cuando se cambie la herramienta.

- Verificar las fugas de aire que puedan producirse por las juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangueras o tubos.
- Aun cuando no trabaje la maquina neumática, no deja de tener peligro si está conectada a la manguera de aire.
- No debe apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre la herramienta neumática, ya que puede deslizarse y caer contra la superficie que se está trabajando.
- Las condiciones a tener en cuenta después de la utilización serán:
 - o Cerrar la válvula de alimentación del circuito de aire.
 - o Abrir la llave de admisión de aire de la máquina, de forma que se purgue el circuito.
 - o Desconectar la máquina.
- Para las maquinas-herramientas hidráulicas, se fijará mediante una pequeña cadena el extremo de la manguera para impedir su descompresión brusca.
- Se emplazará adecuadamente la herramienta sobre la superficie nivelada y estable.
- Su entorno estará libre de obstáculos.
- Se utilizarán guantes de trabajo y gafas de seguridad para protegerse de las quemaduras por sobrepresión del circuito hidráulico y de las partículas que se puedan proyectar.
- Para las máquinas-herramientas eléctricas, se comprobará periódicamente el estado de las protecciones, tales como cable de tierra no seccionado, fusibles, disyuntor, transformadores de seguridad, interruptor magnetotérmico de alta sensibilidad, doble aislamiento, etc.
- No se utilizará nunca herramienta portátil desprovista de enchufe y se revisarán periódicamente este extremo.
- No se arrastrarán los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo. Se deberán revisar y rechazar los que tengan su aislamiento deteriorado.
- Se deberá comprobar que las aberturas de ventilación de las máquinas estén perfectamente despejadas.
- La desconexión nunca se hará mediante un tirón brusco.
- A pesar de la apariencia sencilla, todo operario que maneje estas herramientas debe estar adiestrado en su uso.

- Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada.
- No se utilizarán prendas holgadas que favorezcan los atrapamientos.
- No se inclinarán las herramientas para ensanchar los agujeros o abrir luces.
- Los resguardos de la sierra portátil deberán estar siempre colocados.
- Si se trabaja en locales húmedos, se adoptarán las medidas necesarias, guantes aislantes, taburetes de madera, transformador de seguridad, etc.
- Se usarán gafas panorámicas de seguridad, en las tareas de corte, taladro, desbaste, etc. con herramientas eléctricas portátiles.
- En todos los trabajos en altura, es necesario el cinturón de seguridad.
- Los operarios expuestos al polvo utilizarán mascarillas equipadas con filtro de partículas.
- Si el nivel sonoro es superior a los 80 decibelios, deberán adoptarse las recomendaciones establecidas en el R.D. 1316/1.989, de 27 de octubre, sobre medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.

3.3.1 Radial

- Antes de su puesta en marcha, el operador comprobará el buen estado de las conexiones eléctricas, la eficacia del doble aislamiento de la carcasa y el disyuntor diferencial para evitar riesgos de electrocución.
- Se seleccionará adecuadamente el estado de desgaste del disco y su idoneidad para el material al que se ha de aplicar.
- Comprobar la velocidad máxima de utilización.
- Cerciorarse que el disco gira en el sentido correcto y con la carcasa de protección sobre el disco firmemente sujeto.
- El operador se colocará gafas panorámicas ajustadas o pantalla facial transparente, guantes de trabajo, calzado de seguridad y protectores auditivos.
- Durante la realización de los trabajos se procurará que el cable eléctrico descansa alejado de elementos estructurales metálicos y fuera de las zonas de paso del personal.

- Si durante la operación existe el riesgo de proyección de partículas a terrenos o lugares con riesgo razonable de provocar un incendio, se apantallará con una lona ignífuga la trayectoria seguida por los materiales desprendidos.
- Cuando la esmeriladora portátil radial deba emplearse en locales muy conductores no se utilizarán tensiones superiores a 24 voltios.

3.3.2 Sierra circular

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos.
- Se controlará el estado de los dientes, así como la estructura de este.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, para prevenir posibles incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.

3.3.3 Vibrador

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.

3.3.4 Amasadora

- La máquina estará situada en superficie llana y consistente.
- Las partes móviles y de transmisión estarán protegidas con carcasas.
- Bajo ningún concepto se introducirá el brazo en el tambor cuando funcione la máquina ni cuando esté parada, salvo que se encuentre desconectada de la alimentación general.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra impactos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas

- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Protecciones auditivas
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos

3.4 Escaleras

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes/choques con objetos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

3.4.1 Generales

- Antes de utilizar una escalera manual es preciso asegurarse de su buen estado, rechazando aquellas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Hay que comprobar que los largueros son de una sola pieza, sin empalmes, que no falta ningún peldaño, que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados por barras, ni clavos salientes.
- Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores, de zapatas antideslizantes.
- No se usarán escaleras metálicas cuando se lleven a cabo trabajos en instalaciones en tensión.
- El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos. La parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar

- Antes de iniciar la subida deberá comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier otra sustancia que pueda producir resbalones.
- El ascenso y descenso a través de la escalera de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los largueros que se están utilizando.
- La escalera tendrá una longitud tal, que sobrepase 1 metro por encima del punto o la superficie a donde se pretenda llegar. La longitud máxima de las escaleras manuales no podrá sobrepasar los 5 m. sin un apoyo intermedio, en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 metros. Para alturas mayores se emplearán escaleras especiales.
- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo de 75° con la horizontal.
- Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá una persona en la base de la escalera.
- Queda prohibida la utilización de la escalera por más de un operario a la vez.
- Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deberán usarse bolsas portaherramientas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que queden las manos libres para poder asirse a ella.

Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio. No se deberán ocupar nunca los últimos peldaños.

- Trabajando sobre una escalera no se tratarán de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan medidas de protección alternativas.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.

- Las escaleras de mano deberán mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquellas que no estén en condiciones.
- Cuando no se usen, las escaleras deberán almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Deberá existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

3.4.2 Escaleras de madera

- Serán las escaleras a utilizar en trabajos eléctricos, junto con las de poliéster o fibra de vidrio.
- Las escaleras manuales de madera estarán formadas por largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños estarán ensamblados, no clavados.
- Estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos. Se prohíben las escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

3.4.3 Escaleras de tijera

- Estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura y hacia la mitad de su altura de una cadenilla o cinta de limitación de apertura máxima.
- Nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- En posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
- No se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a poner los dos pies en los tres últimos peldaños.
- Se utilizarán siempre montadas sobre pavimentos horizontales.

3.4.4 Escaleras metálicas

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.

Estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie y no estarán suplementadas con uniones soldadas.

- El empalme se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Arnés de seguridad de sujeción
- Ropa de protección para el mal tiempo

3.5 Instalaciones provisionales

Se considerarán en este apartado los riesgos y medidas preventivas en las instalaciones provisionales de obra.

3.6 Instalación provisional eléctrica

Se procederá al montaje de la instalación provisional eléctrica de la obra desde el punto de toma fijado por la propiedad.

La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores en energía activa y reactiva, si así se requiriese. A continuación, se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 300 mA de sensibilidad, puesto que todas las masas y el valor de la toma de tierra es menor de 10 ohmios. Además, en los cuadros parciales se pondrán diferenciales de 30 mA. El cuadro estará constituido de manera que impida el contacto con los elementos en tensión. De este cuadro saldrán los circuitos necesarios de suministro

a los cuadros secundarios para alimentación a los diferentes medios auxiliares, estando todos ellos debidamente protegidos con diferencial e interruptores magnetotérmicos.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil, según necesidades de obra y cumplirán las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie, estando colocados estratégicamente con el fin de disminuir en lo posible la longitud y el número de líneas.

Las tomas de corriente y clavijas llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes con objetos o herramientas
- Contactos eléctricos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Solamente el personal capacitado podrá operar en los equipos eléctricos, sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, etc.
- Los trabajadores considerarán que todo conductor eléctrico, cable o cualquier parte de la instalación se encuentra conectado y en tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará la ausencia de voltaje con aparatos adecuados y se pondrán a tierra y en cortocircuito.
- El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros para máquinas será tensado con piezas especiales sobre apoyos; si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 kilogramos, fijando a estos el conductor con abrazaderas.
- Los conductores, en caso de ir por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.

- El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento, como norma general.
 - Si es posible, no obstante, se enterrarán los cables eléctricos en los pasos de vehículos, señalizando el paso del cable mediante una cubierta permanente de tablones. La profundidad mínima de la zanja será de 40 centímetros, y el cable ira además protegido en el interior de un tubo rígido.
 - La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios se efectuará mediante manguera antihumedad.
 - Los empalmes entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas.
 - El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
 - Los cuadros eléctricos serán metálicos de tipo para intemperie, con puerta y cerrojo de seguridad (con llave), según norma UNE 20.324.
 - Pese a ser de tipo intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
 - Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
 - Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
 - Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
 - Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de pies derechos estables.
 - Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas y siempre que sea posible con enclavamiento.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendiente de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a pies derechos firmes. Si es necesario que sean móviles deberán ser autoportantes.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.

- La instalación de alumbrado general para las instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe terminantemente utilizarlo para otros usos.
- La toma de tierra de las máquinas-herramientas que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.
- El punto de conexión de la pica estará protegido en el interior de una arqueta practicable.
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos, serán independientes eléctricamente.
- El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso para vehículos o para el personal y nunca junto a escaleras de mano.
- Las mangueras eléctricas, en su camino ascendente a través de la escalera, estarán agrupadas y ancladas a elementos firmes en la vertical.
- En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas conexiones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,5 metros del piso o suelo; las que se pueden alcanzar con facilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.

- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad para protección contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes aislantes para baja tensión
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante
- Ropa de protección para el mal tiempo

3.7 Reconocimientos médicos

Todos los trabajadores pasaran como mínimo un reconocimiento médico con carácter anual. El personal eventual antes de su entrada en la obra habrá pasado un reconocimiento médico. Asimismo, cuando los trabajadores vayan a realizar tareas que entrañen riesgos especiales (por ejemplo, trabajos en altura) deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar dichas tareas.

El resultado de estos reconocimientos está clasificado acorde a los dos siguientes grupos:

- Apto para todo tipo de trabajo.
- Apto con ciertas limitaciones.

3.8 Asistencia de accidentados

3.8.1 CENTROS ASISTENCIALES EN CASO DE ACCIDENTE

- Para atención del personal en caso de accidente se contratarán los servicios asistenciales adecuados.
- Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados.

3.8.2 BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS

- Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la empresa, con medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.
- Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; tintura de iodo; “mercurocromo” o “cristalmina”; amoniaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardíacos de urgencia y jeringuillas desechables.
- El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general del botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada.

4 PLIEGO DE CONDICIONES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

4.1 Legislación aplicable

Seguidamente, se facilita una relación no exhaustiva de la normativa vigente básica de seguridad y la de desarrollo de prevención de riesgos laborales, que aplica a los trabajos objeto del proyecto:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, De 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo en los puntos no derogados (O.M. 09/03/1971)
- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica en los puntos no derogados.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1435/1992 de 27 de noviembre por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/932/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas (complementado por el R.D. 56/1995 y R.D. 1849/2000).

- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983 sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- R.D. 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D. 1254/1999 de 16 de julio por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- R.D. 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debido a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 1504/1990 de 23 de noviembre modifica Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/1979)
- Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre modifica el R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 56/1995 por el que se modifica el R.D. 1435/1992 sobre máquinas.
- Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre delegación de Facultades en materia de Seguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997)

- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.
- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.
- Ley 19/2001 de 19 de diciembre de reforma del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por R.D. legislativo 339/1990.
- Real Decreto 222/2001 por el que se dictan las disposiciones de aplicación a la Directiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.
- Real Decreto 379/2001 por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITC's.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley 33/2002 de 5 de julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.
- Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.

Todas aquellas Normas o Reglamentos en vigor durante la ejecución de las obras que pudieran no coincidir con las vigentes en la fecha de redacción de este Estudio de Seguridad.

4.2 Consideraciones de los equipos de protección colectiva

- Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.
- Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.
- Todos los elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.

- Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.
- Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.
- Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

4.3 Consideraciones de los equipos de protección individual

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca “CE”, según las normas de Equipos de Protección Individual.
- Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo: Utilización de equipos de protección individual.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado, tienen autorizado su uso durante su periodo de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que este deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.
- Se recuerda, que en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la

Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

4.4 Señalización de la obra

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo, que desarrolla los preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

4.5 Equipos de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluyan las correspondientes características técnicas de toda la maquinaria, equipos, herramientas, dispositivos y equipos de protección personal a utilizar en las obras. La información facilitada por los fabricantes y proveedores deberá incluir:

- Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.
- Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
- Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.
- El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con

todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, verificando además que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.

- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.
- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca “CE”, cada contratista adjudicatario, en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

4.6 Formación e información a los trabajadores

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo, todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo. El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes,

al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

4.7 Acciones a seguir en caso de accidente laboral

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- A la asistencia médica más cercana.
- Al Jefe de obra del contratista y/o a la Dirección Facultativa.

El Jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia. Se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y Salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.
- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información

necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

4.8 Comunicaciones inmediatas en caso de accidente

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

Accidentes de tipo leve
Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa). A la Mutua de Accidentes de Trabajo.
Accidentes de tipo grave, muy grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores
Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa). A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará a través de telegrama u otro medio análogo, con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.

Tabla 2. Comunicación de accidentes según gravedad

4.9 Seguridad de la obra

4.9.1 Presencia de recursos preventivos en obra

Se aplicará por parte de cada contratista lo establecido en el artículo séptimo “Coordinación de actividades empresariales en las obras de construcción” de la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Según dicho artículo se establece que:

- Lo dispuesto en el art. 32 bis de la Ley de Prevención de Riesgos laborales es aplicable a las obras de construcción del presente proyecto, ya que para dichas obras aplica el R.D. 1627/1997. Por tanto, la preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales según se definen en el R.D. 1627/1997.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de lo incluido en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del contratista y comprobar la eficacia de las medidas incluidas en este.
- Se consideran recursos preventivos, a los que el contratista podrá asignar la presencia, los siguientes:
 - Uno o varios trabajadores designados de la empresa
 - Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa
 - Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa
- El contratista podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a realizar por la empresa en el emplazamiento y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del contratista.
- Los recursos preventivos deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia (periodo de ejecución de los trabajos considerados como riesgo especial).

4.10 Plan de seguridad y salud

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y

desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc..., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

4.11 Obligaciones de cada contratista adjudicatario en materia de seguridad y salud

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un Estudio Básico de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre, que respetara el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.

- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/o observaciones que este pueda sugerirle.
- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas.

Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.

- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en el plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.
- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.
- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnico preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante el transcurso de la obra.
- Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

4.12 Coordinador de seguridad y salud

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que podrá recaer en la misma persona que redacte el Proyecto.

El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:
 - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.
 - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

4.13 Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

- a) El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.
- b) La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen en el apartado 1.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de este.

4.14 Seguridad de responsabilidad civil y patronal

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños a la promotora, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.

Igualmente, habrá que concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por víctima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance de los mismos si en opinión de la promotora se hiciera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas, estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra.

En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

4.15 Subcontratación

Sin previa autorización escrita de la empresa promotora el contratista no podrá ceder o traspasar a terceros obligaciones o derechos nacidos del pedido o contrato. Para la cesión, la empresa promotora dará su conformidad a la selección del subcontratista.

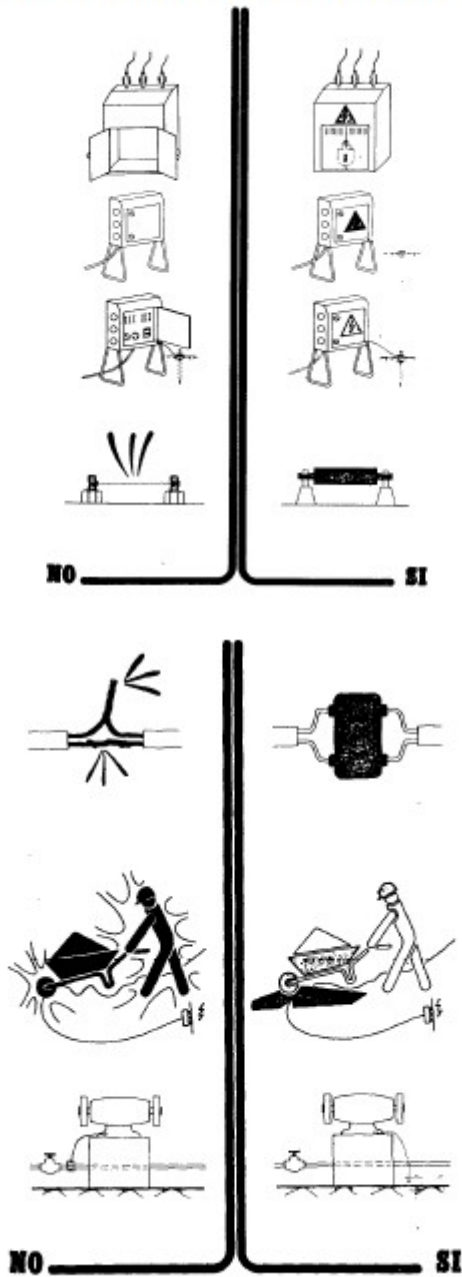
El contratista será responsable único ante la promotora de la realización de la obra en su totalidad, independientemente de las responsabilidades que él pueda exigir a sus suministradores o subcontratistas.

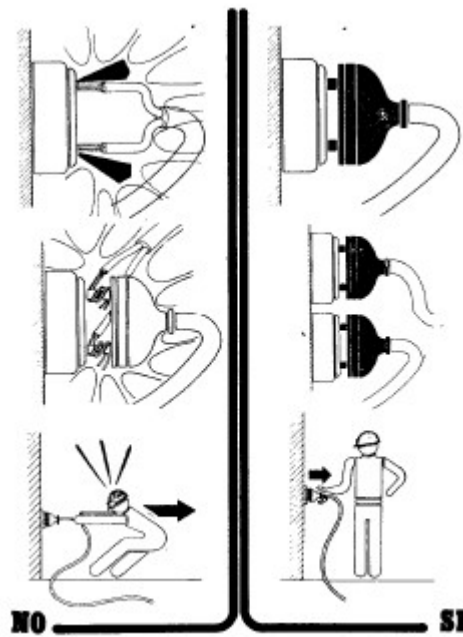
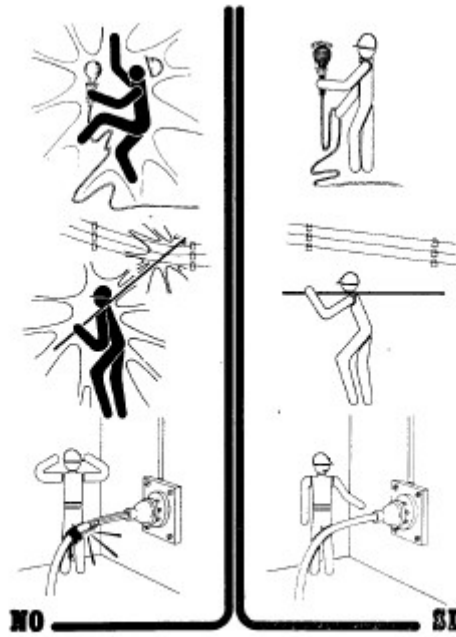
Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre como representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

5 PLANOS DE SEGURIDAD Y SALUD

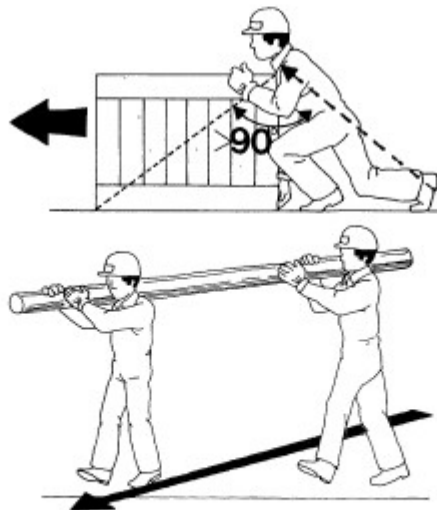
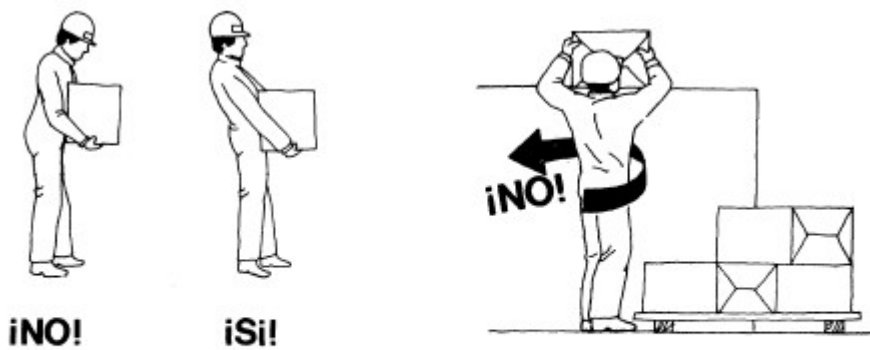
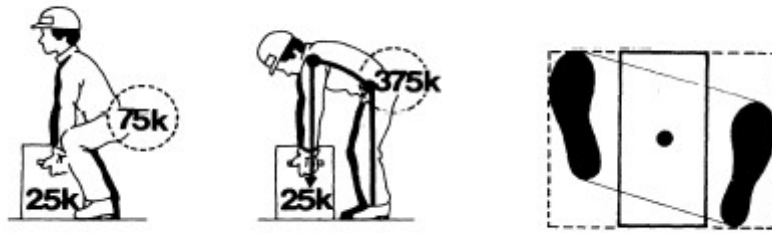
- Plano 01 - Instalación eléctrica provisional en Obra.
- Plano 02 - Manipulación manual de cargas.
- Plano 03 - Orden y limpieza.
- Plano 04 - Maquinaria de Obra.
- Plano 05 - Elementos de izado.
- Plano 06 - Escaleras.
- Plano 07 - Andamios.
- Plano 08- Excavación. Apertura de Zanjas.

Plano 01: INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL DE OBRA





Plano 02: MANIPULACION MANUAL DE CARGAS



Plano 03: ORDEN Y LIMPIEZA



Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.



Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.



Plano 04: MAQUINARIA DE OBRA



Permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria de obra



Está formalmente prohibido transportar a personas por medio de los montacargas, grúas y demás aparatos destinados únicamente al transporte de cargas.



No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.

Plano 05: ELEMENTOS DE IZADO



Aislar de las aristas vivas las eslingas, cadenas y cuerdas.



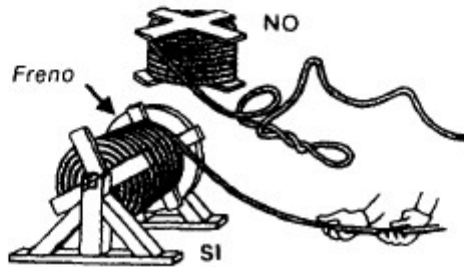
NO



SI

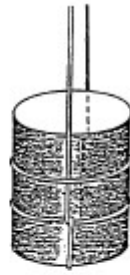


Esfuerzos soportados por asiento del gancho con pestillo de seguridad





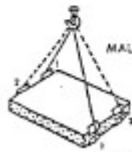
CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)



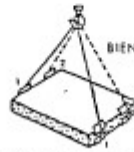
AMARRE DE BIDONES



FLANCHA LARGA

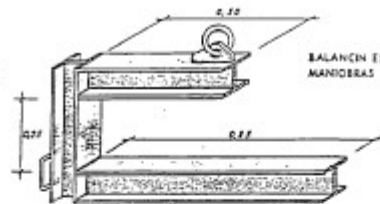


MAL

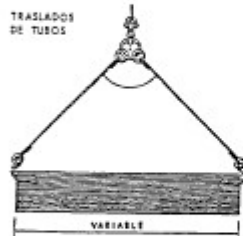


BIEN

CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



BALANCI ESPECIAL PARA MANIBRAS DE OVOIDES.



TRASLADO DE TUBOS

VARIABLE



GANCHO



COLOCACION CON BALANCI

VARIABLE



DETALLE DE AMARRE

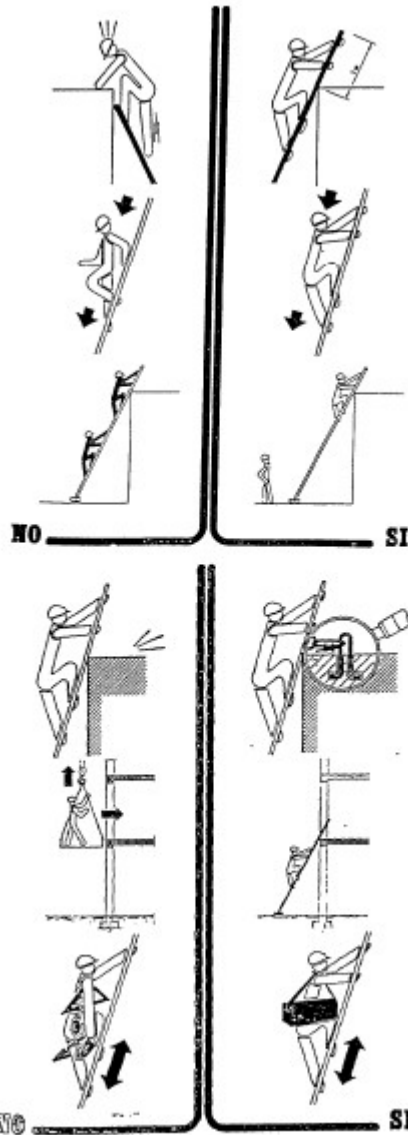
Plano 06: ESCALERAS



Instalar las escaleras sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y fija, y de forma que no puedan resbalar, ni bascular.

Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del piso de trabajo al que dan paso.

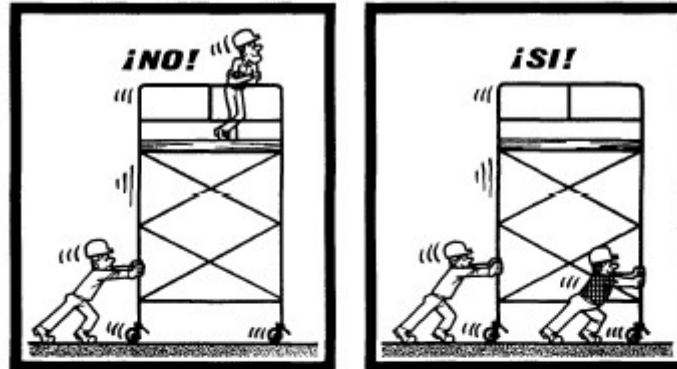




Vigilar que la separación del pie de escalera, de la superficie de apoyo, sea la correcta.



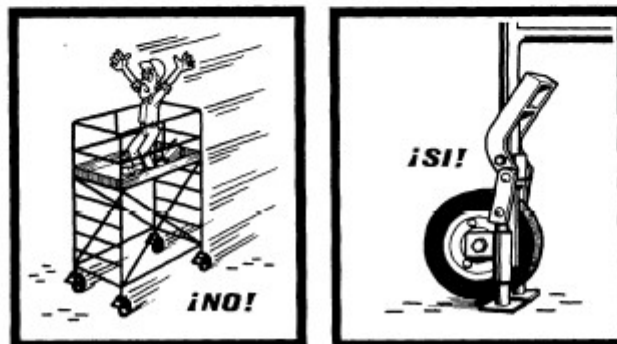
Plano 07: ANDAMIOS



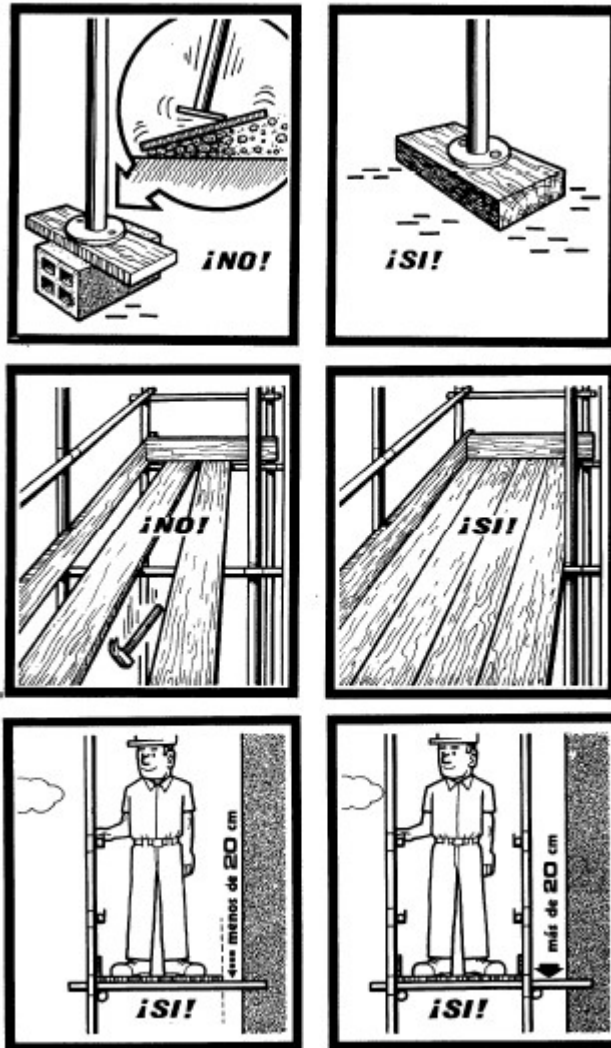
Los andamios rodantes sólo deben ser desplazados lentamente, prefiriendo el sentido longitudinal, sobre suelos bien despejados.

Nadie debe encontrarse en el andamio durante los desplazamientos.

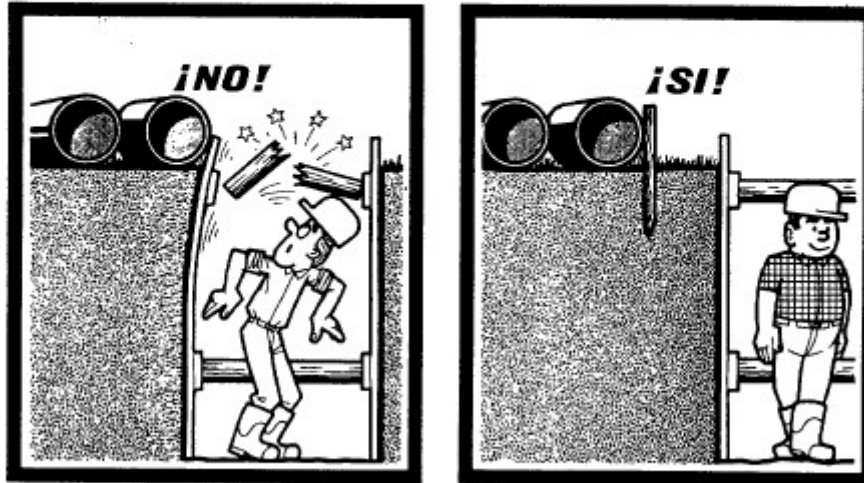
Antes de cualquier desplazamiento, asegurarse de que no pueda caer ningún objeto.



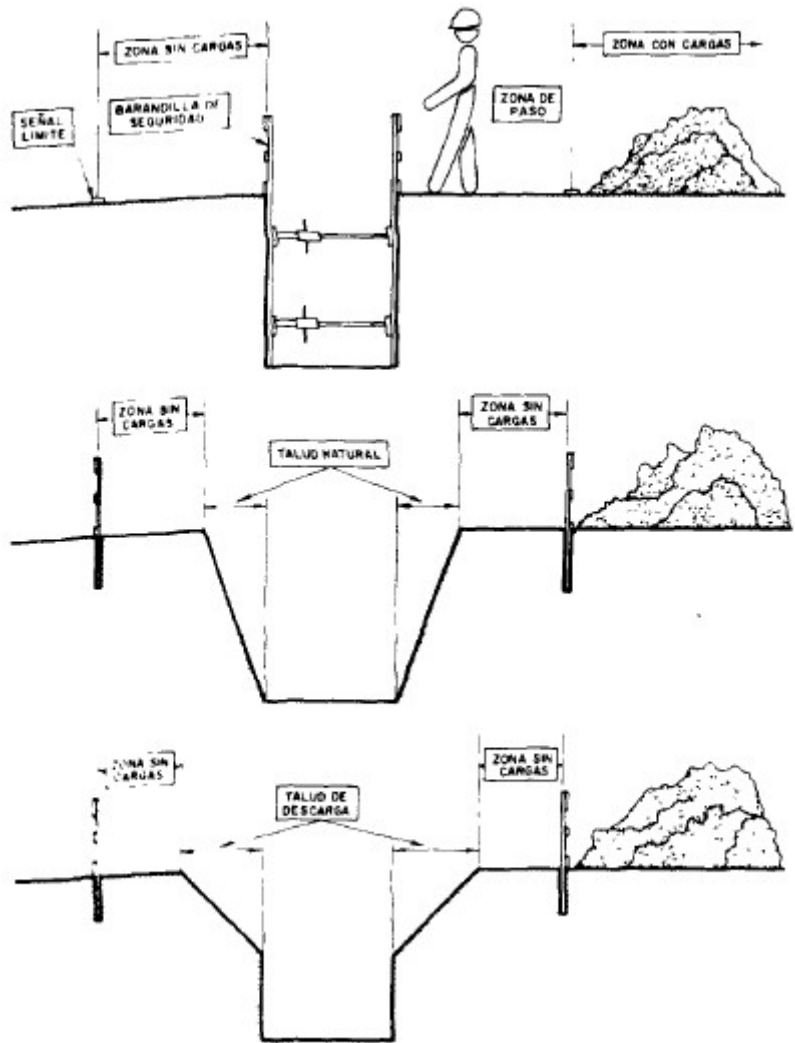
Antes de subir a un andamio rodante, bloquear las ruedas y si es necesario colocar los estabilizadores.



Plano 08 EXCAVACIÓN. APERTURA DE ZANJAS



Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.



Las zanjas deben entibarse.

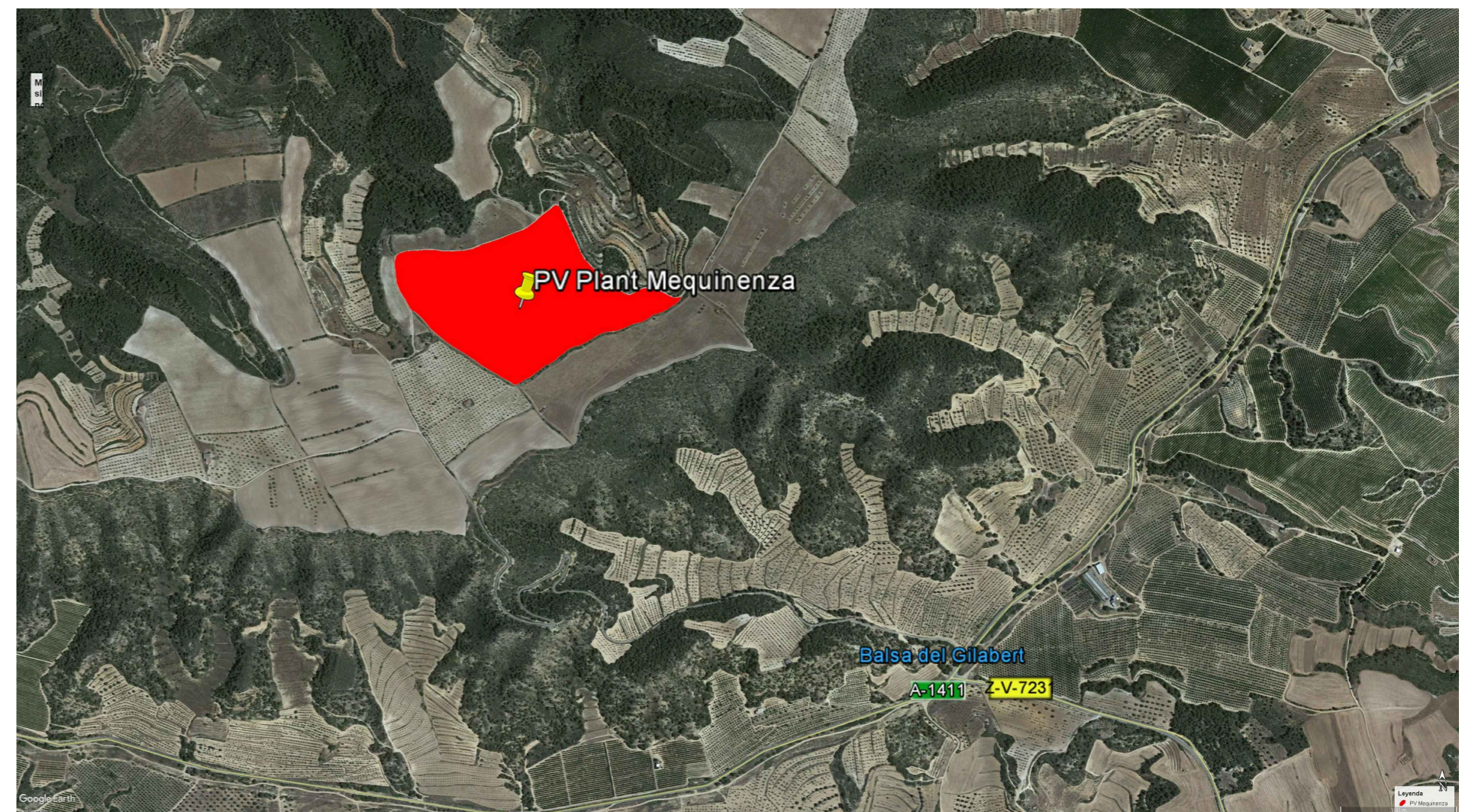
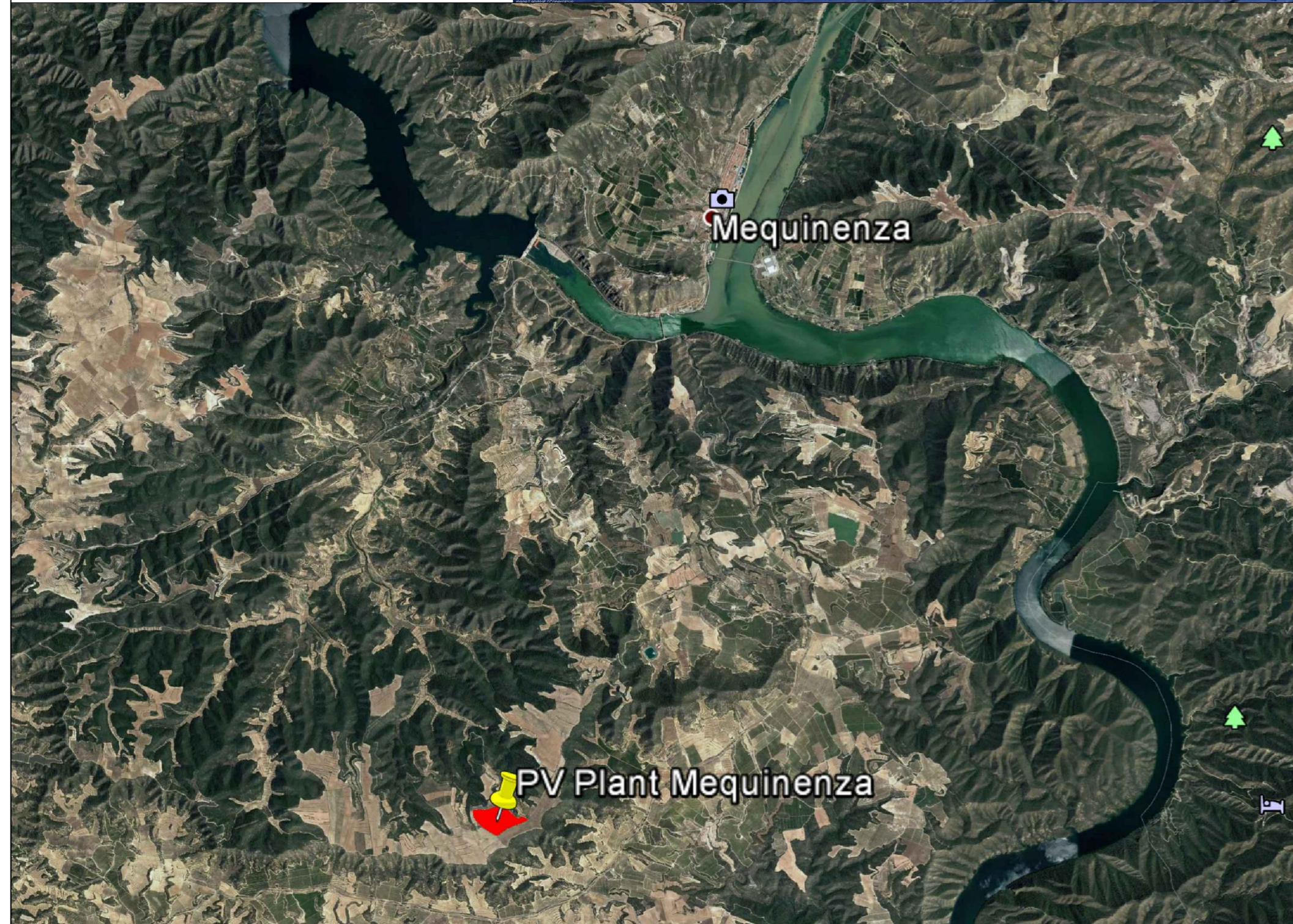



Profundidad de la zanja superior a 1,5 metros.

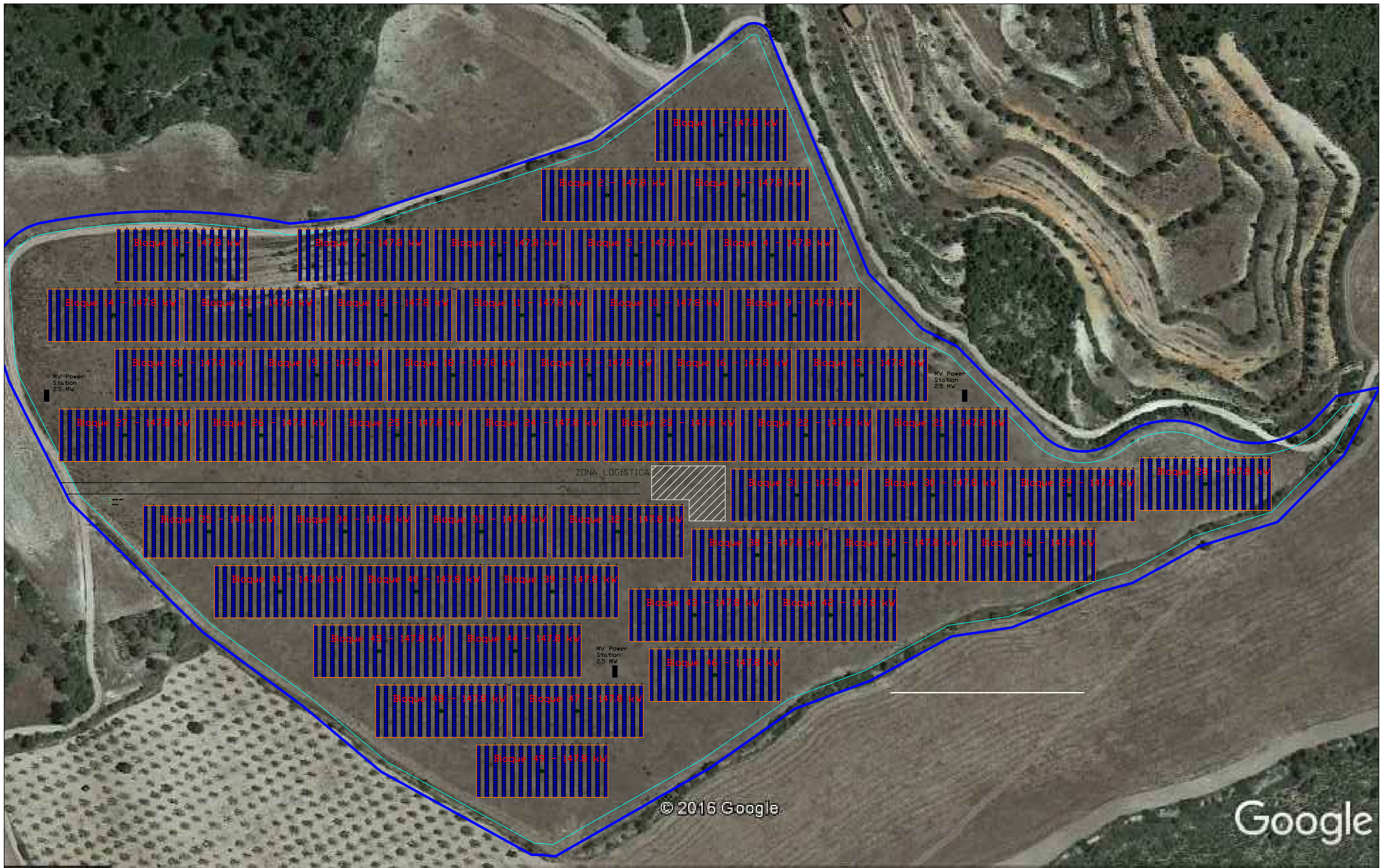
**DOCUMENTO V:
PLANOS**

1 ÍNDICE DE PLANOS


1. Plano de situación
2. Layout Mequinenza
3. Bloque del seguidor solar
4. Estructura del seguidor solar
5. Zanjas y canalizaciones, plano 1
6. Zanjas y canalizaciones, plano 2
7. Zanjas y canalizaciones, plano 3
8. Zanjas y canalizaciones, plano 4
9. Esquema unifilar, plano 1
10. Esquema unifilar, plano 2
11. Esquema unifilar, plano 3
12. Sistema de monitorización

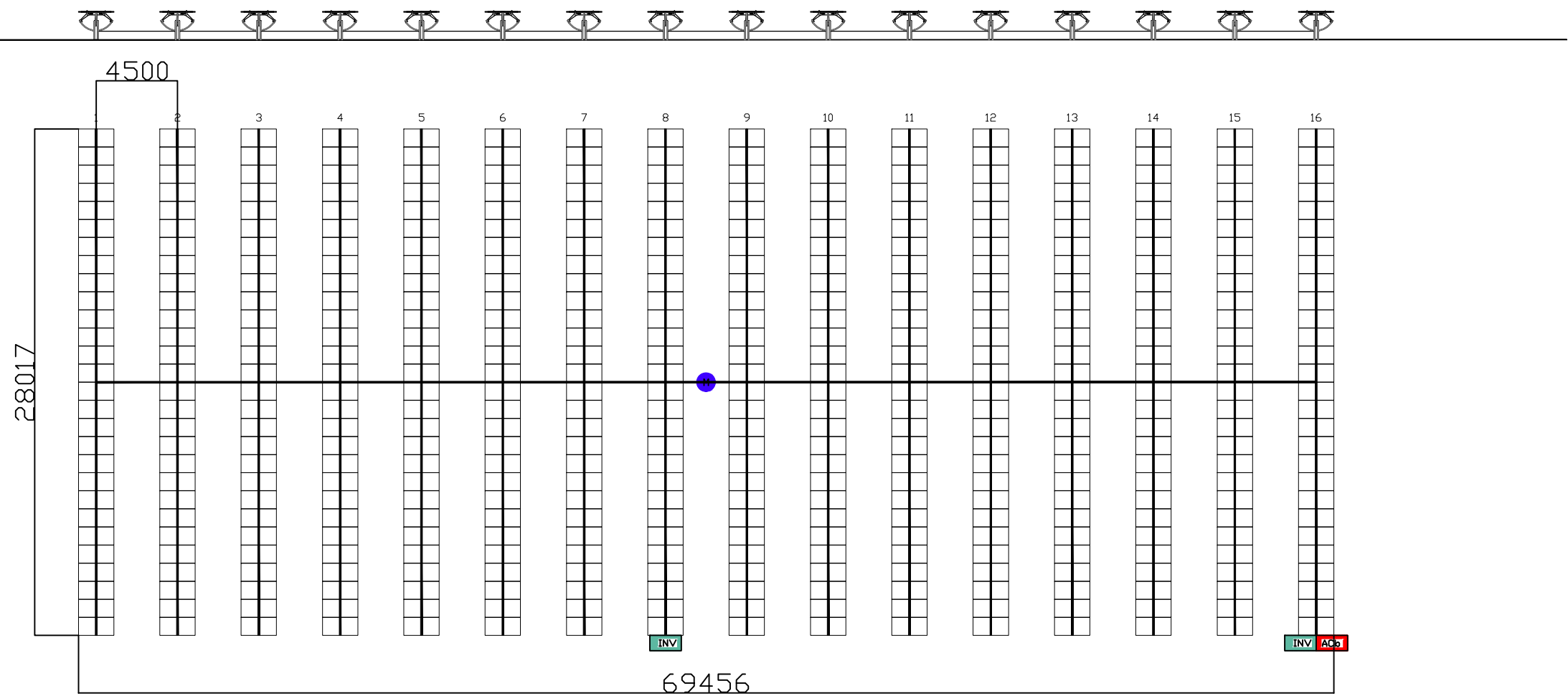


MEQUINENZA, ZARAGOZA			
	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado
<i>Dibujado</i>	08-2017	Gabriel	
<i>Comprobado</i>	08-2017	Verche Borges	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	PLANO DE LOCALIZACIÓN		Num. Plano: 1
S/E			Nom. Arch:



ESCALA:		LAYOUT 7.24 MW	Num. Plano:2
1/1300			

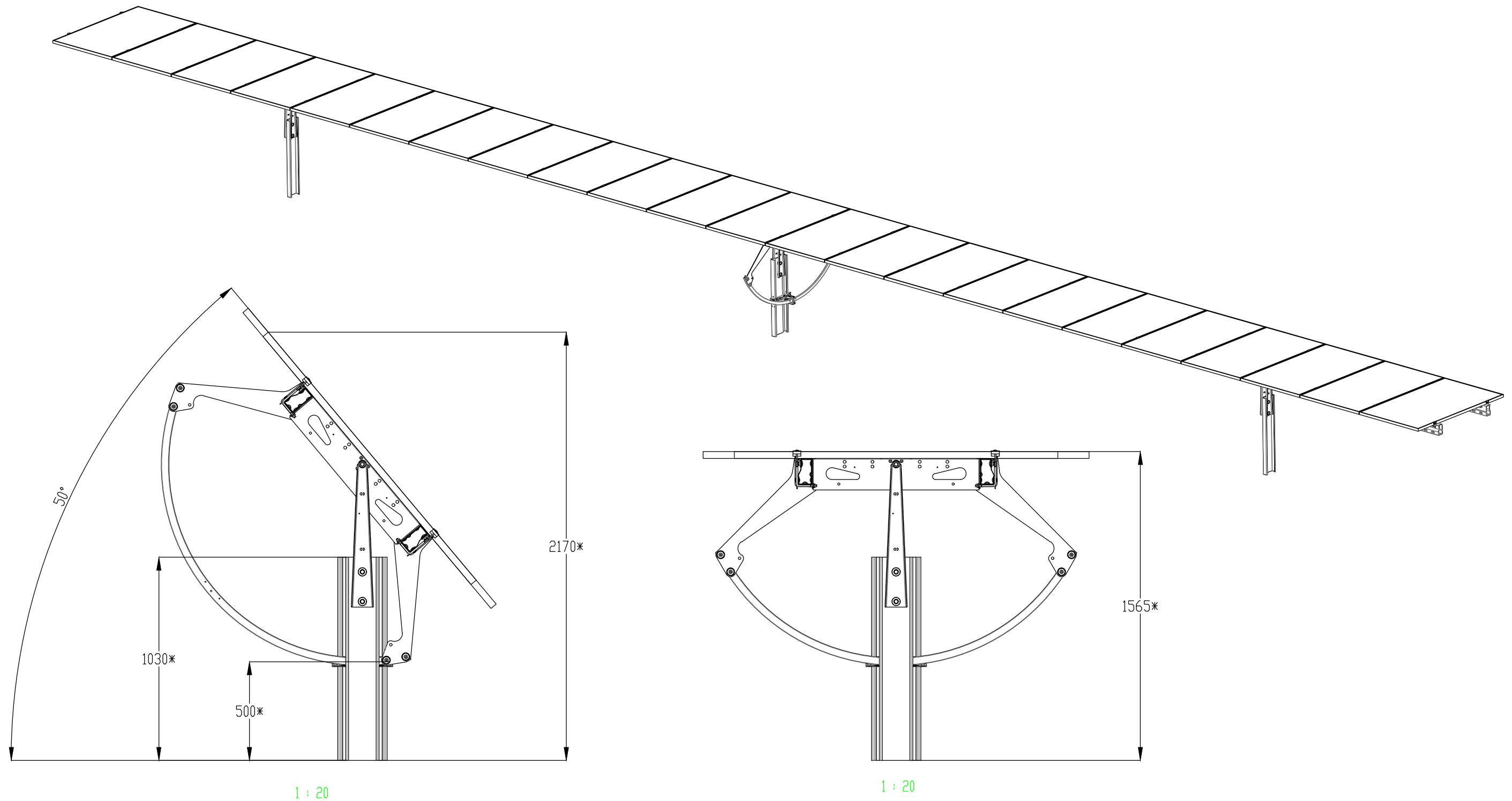
MEQUINENZA, ZARAGOZA			
	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna <small>Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado</small>
<i>Dibujado</i>	08-2017	Gabriel	
<i>Comprobado</i>	08-2017	Verche Borges	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		



PV block	
Photovoltaic module	Talesun TP672P
Nominal power of PV module	330 W
Module number	448
PV block nominal power	147.84 kW
Axis Tilt	0°
Axis Azimuth	0°
Tracker Pitch	4.50 m
Limiting angles	Phi -50° +50°

LEGEND	
	Tracker Table 28 x 1
	String inverter
	AC Combiner Box

MEQUINENZA, ZARAGOZA			
	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado
<i>Dibujado</i>	08-2017	Gabriel	
<i>Comprobado</i>	08-2017	Verche Borges	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	BLOQUE DEL SEGUIDOR SOLAR		Num. Plano: 3
1/300			Nom.Arch: Block gen layout.dwg



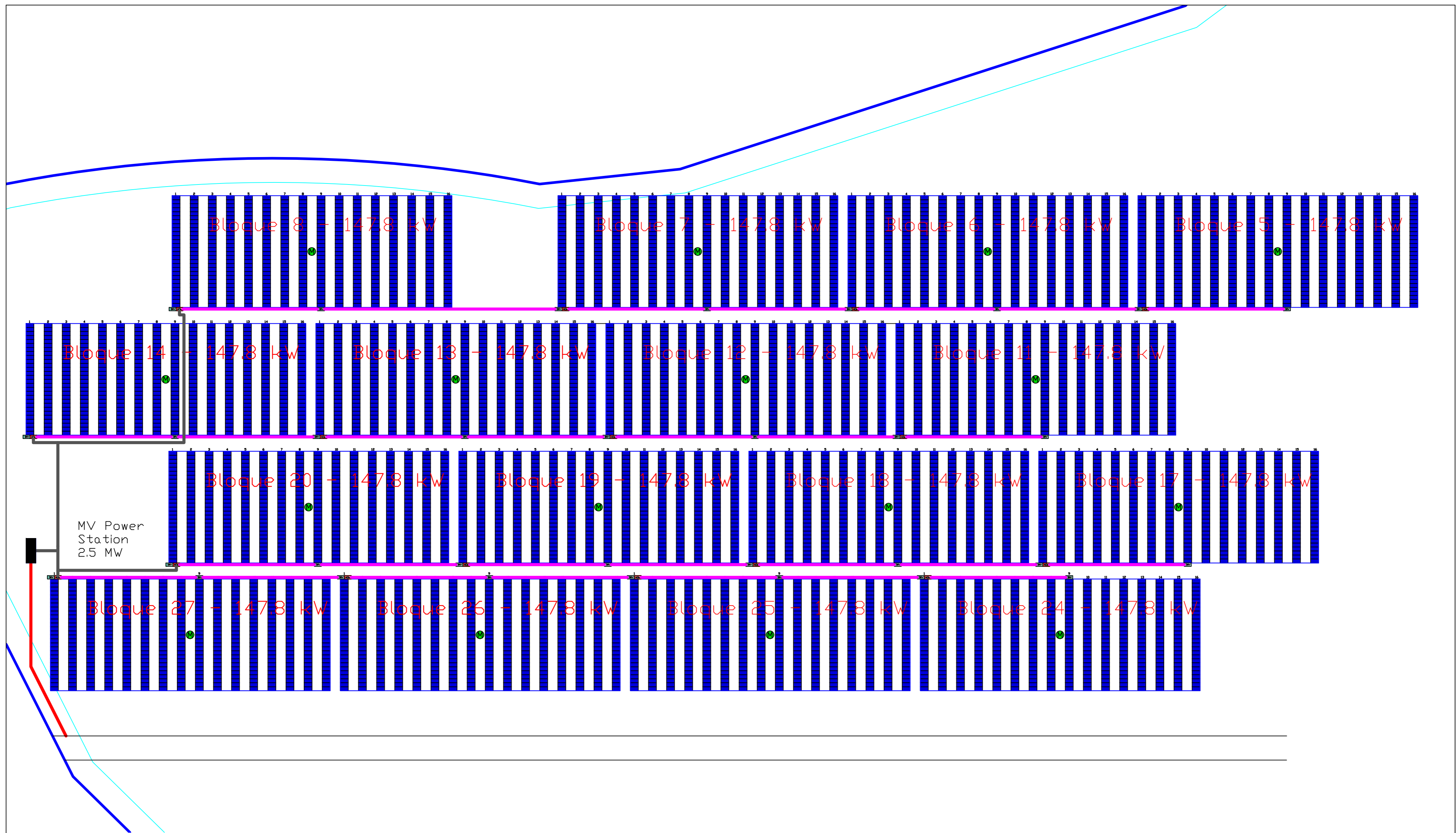
MEQUINENZA, ZARAGOZA




	Fecha	Autor
<i>Dibujado</i>	08-2017	<i>Gabriel</i>
<i>Comprobado</i>	08-2017	<i>Verche Borges</i>
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN	



ESCALA:	ESTRUCTURA DEL SEGUIDOR SOLAR
S/E	




Num. Plano: 4
Nom.Arch:



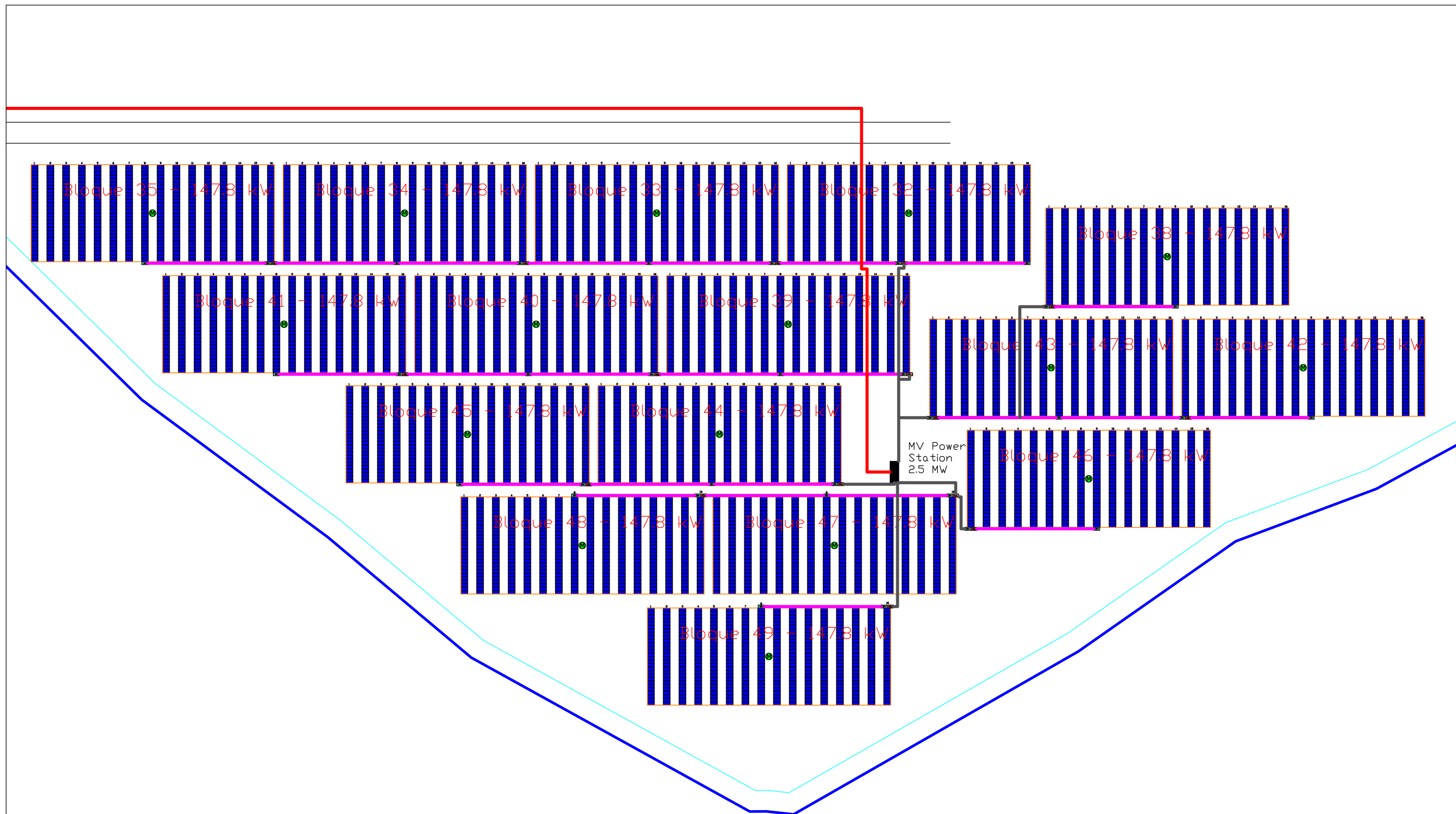
LEGEND	
	LV Cable trenches 600x900 mm
	LV Cable trenches 600x700 mm
	HV Cable trenches 800x1200 mm



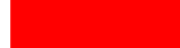
MEQUINENZA, ZARAGOZA			
<i>Dibujado</i>	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna <small>Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado</small>
<i>Comprobado</i>	08-2017	Gabriel	
<i>Id. s. normas</i>	08-2017	Verche Borges	
UNE-EN-DIN			
ESCALA:	ZANJAS Y CANALIZACIONES, PLANO 1		Num. Plano:5
S/E			Nom.Arch:



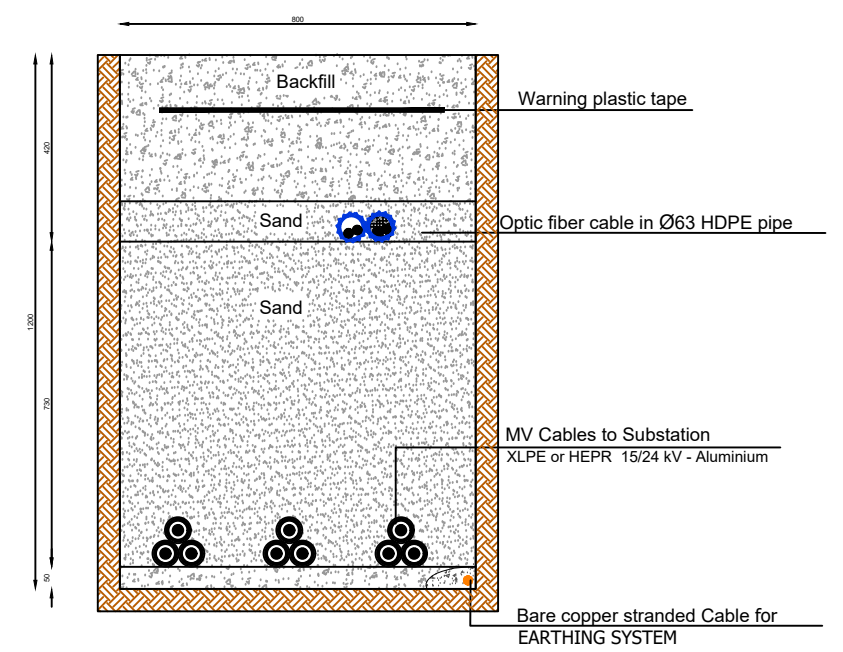
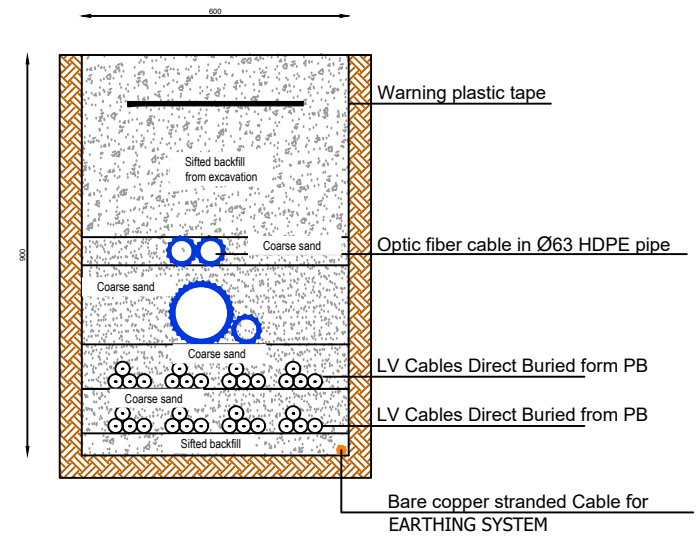
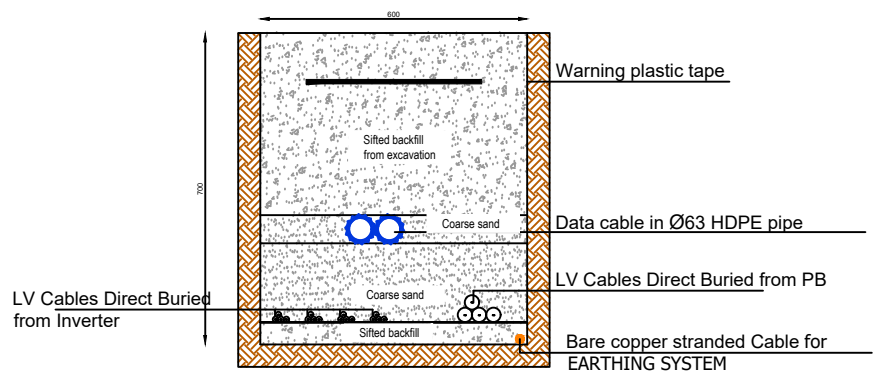
LEGEND	
	LV Cable trenches 600x900 mm
	LV Cable trenches 600x700 mm
	HV Cable trenches 800x1200 mm

MEQUINENZA, ZARAGOZA			
Dibujado	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna <small>Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado</small>
Comprobado	08-2017	Gabriel	
Id. s. normas	08-2017	Verche Borges	
UNE-EN-DIN			
ESCALA:	ZANJAS Y CANALIZACIONES, PLANO 2		Num. Plano:6
S/E			Nom.Arch:

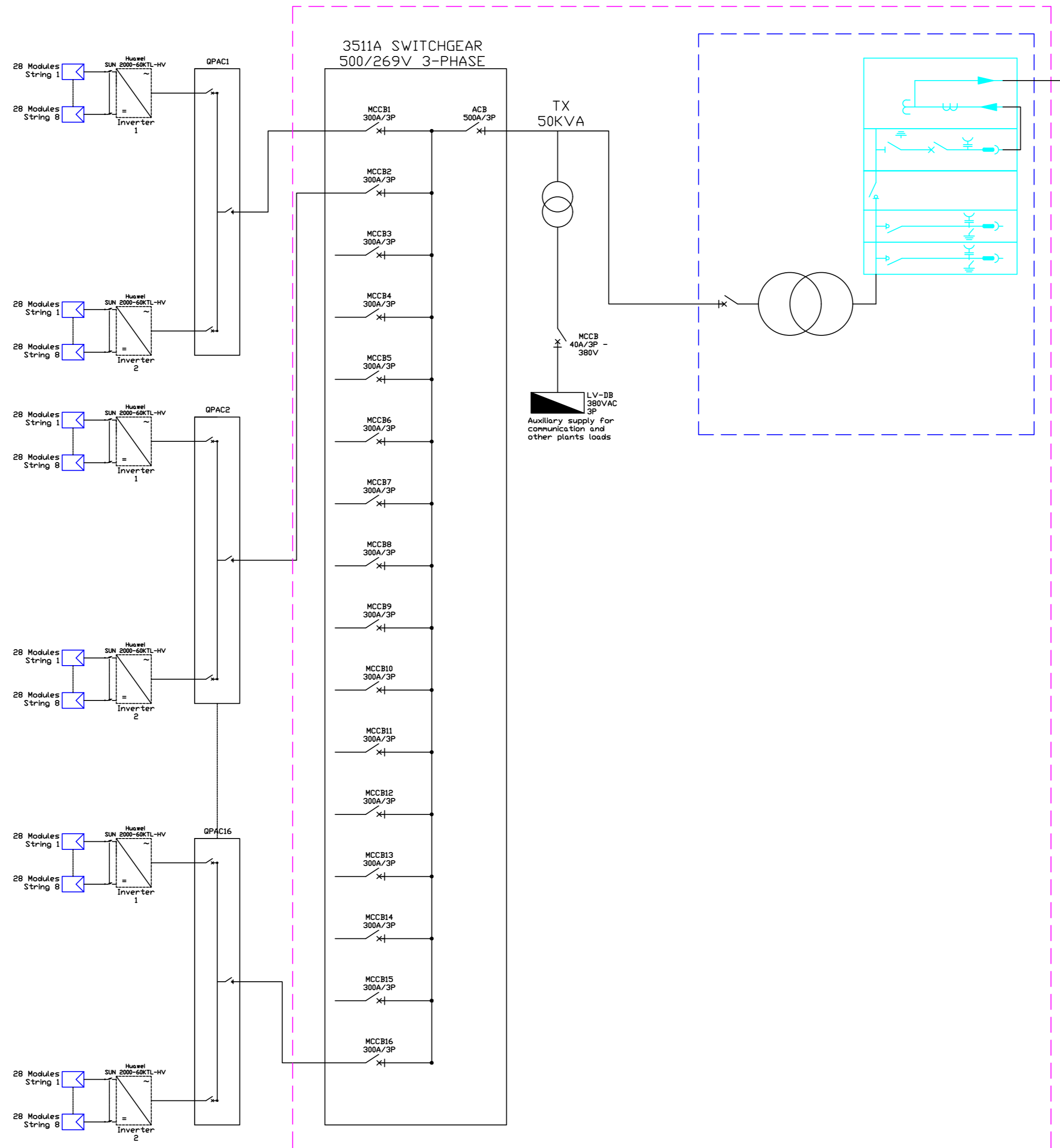


LEGEND	
	LV Cable trenches 600x900 mm
	LV Cable trenches 600x700 mm
	HV Cable trenches 800x1200 mm

MEQUINENZA, ZARAGOZA			
<i>Dibujado</i>	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna <small>Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado</small>
<i>Comprobado</i>	08-2017	Gabriel	
<i>Id. s. normas</i>	08-2017	Verche Borges	
UNE-EN-DIN			
ESCALA:	ZANJAS Y CANALIZACIONES, PLANO 3		Num. Plano:7
S/E			Nom.Arch:

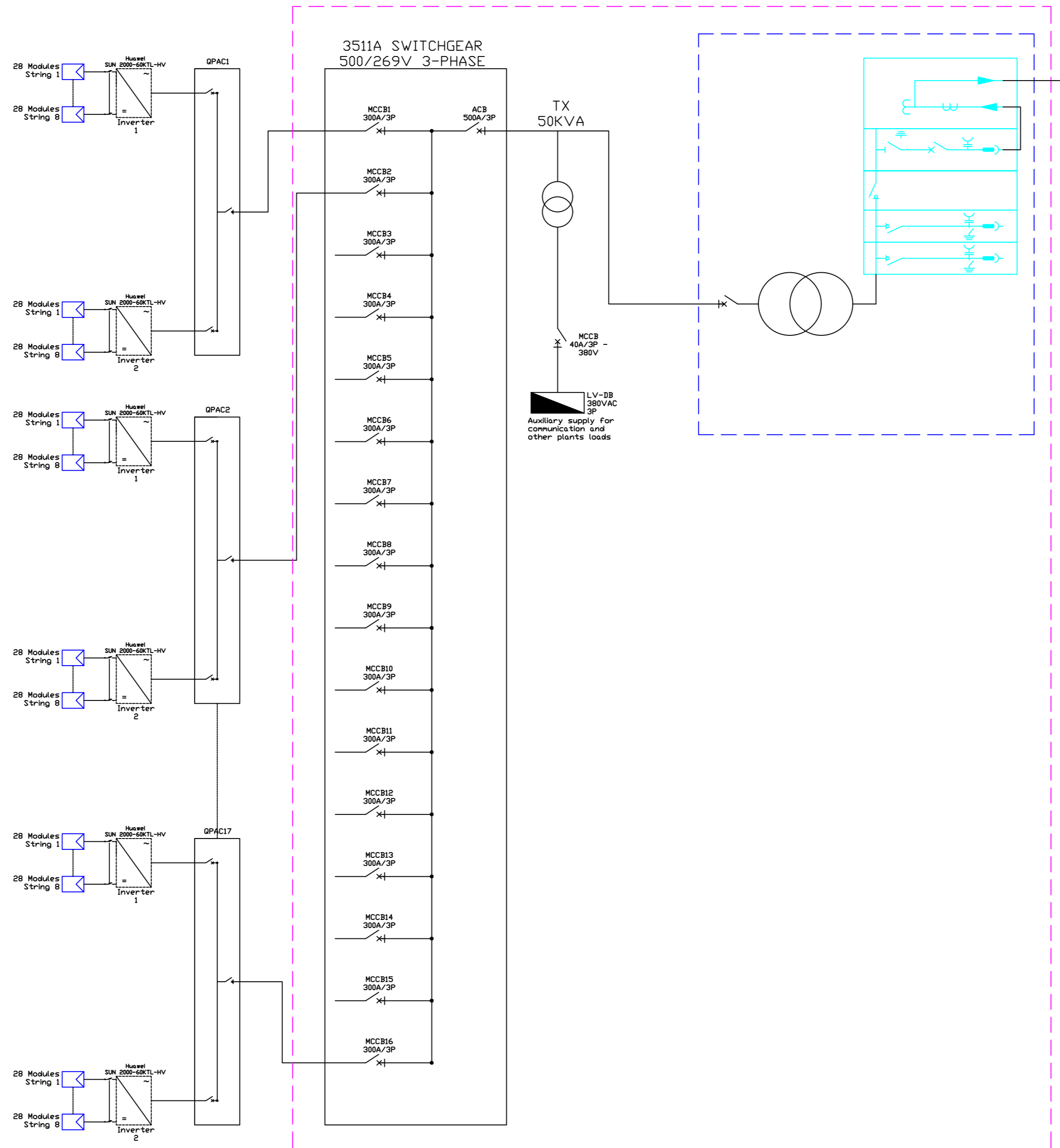


MEQUINENZA, ZARAGOZA			
	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado
<i>Dibujado</i>	08-2017	Gabriel	
<i>Comprobado</i>	08-2017	Verche Borges	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	ZANJAS Y CANLIZACIONES, PLANO 4		Num. Plano: 8
S/E			Nom.Arch:



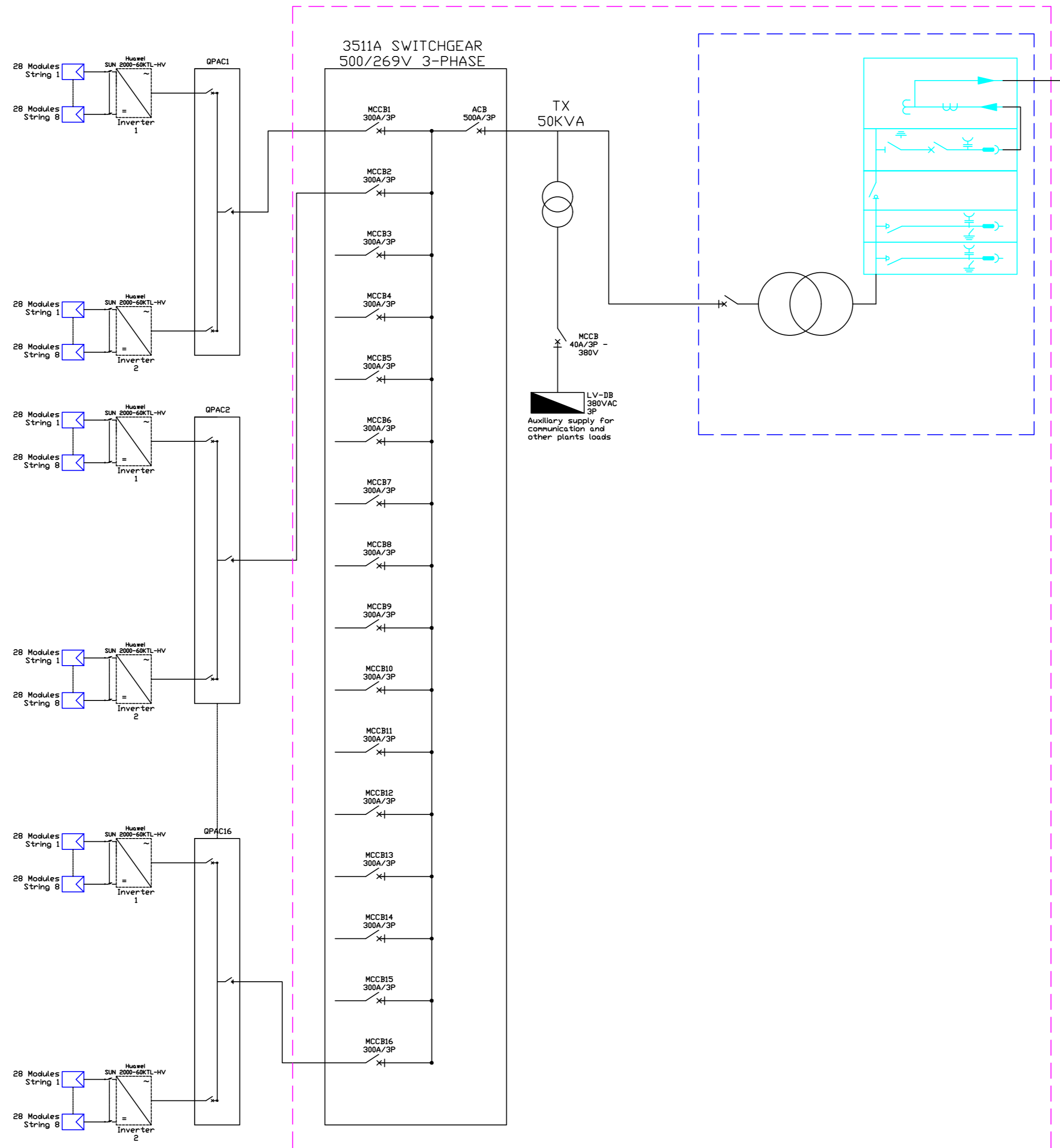
MEQUINENZA, ZARAGOZA			
	Fecha	Autor	
<i>Dibujado</i>	07-2017	Gabriel	
<i>Comprobado</i>	07-2017	Verche Borges	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	ESQUEMA UNIFILAR, PLANO 1		Num. Plano: 9
S/E			Nom.Arch:





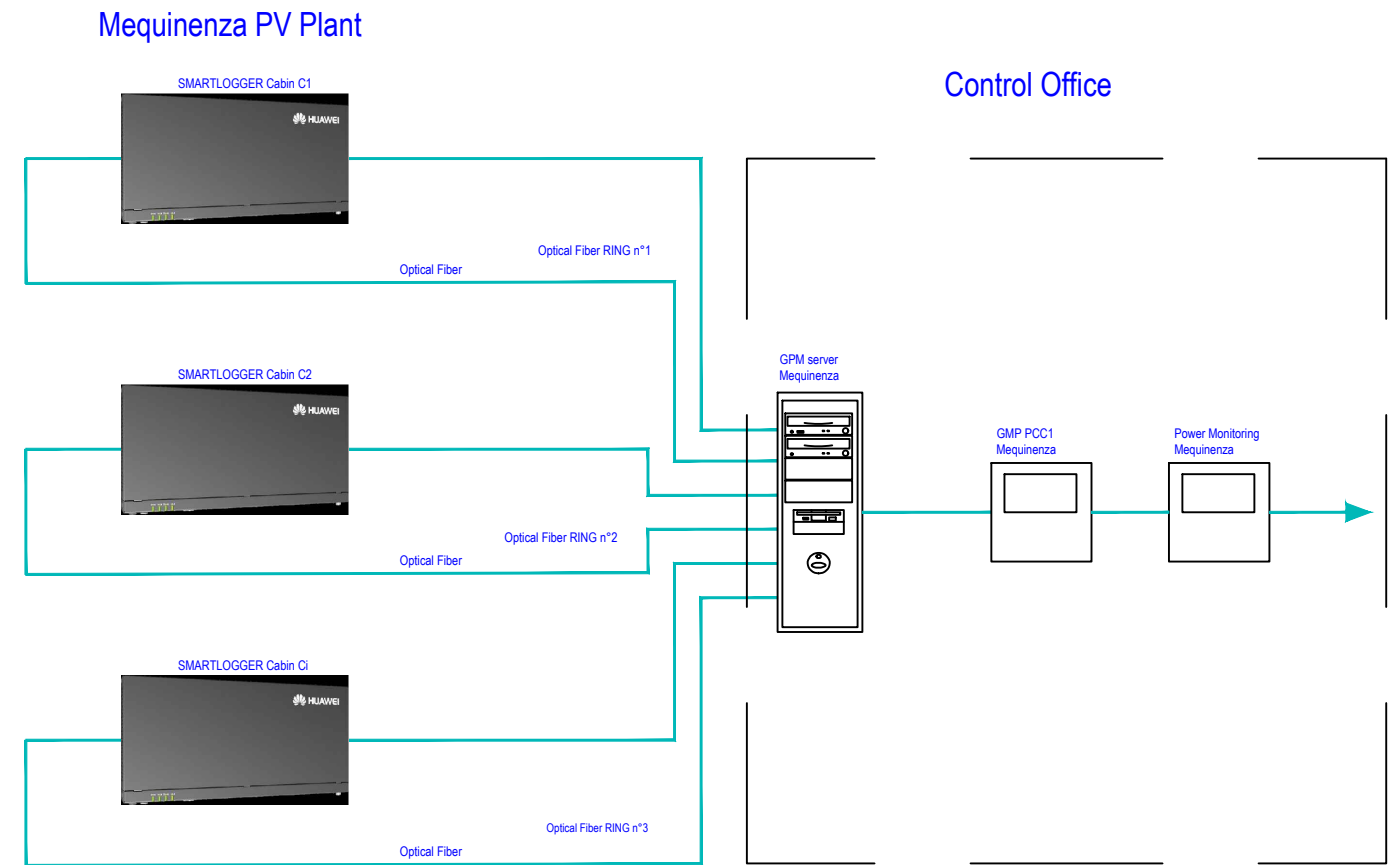
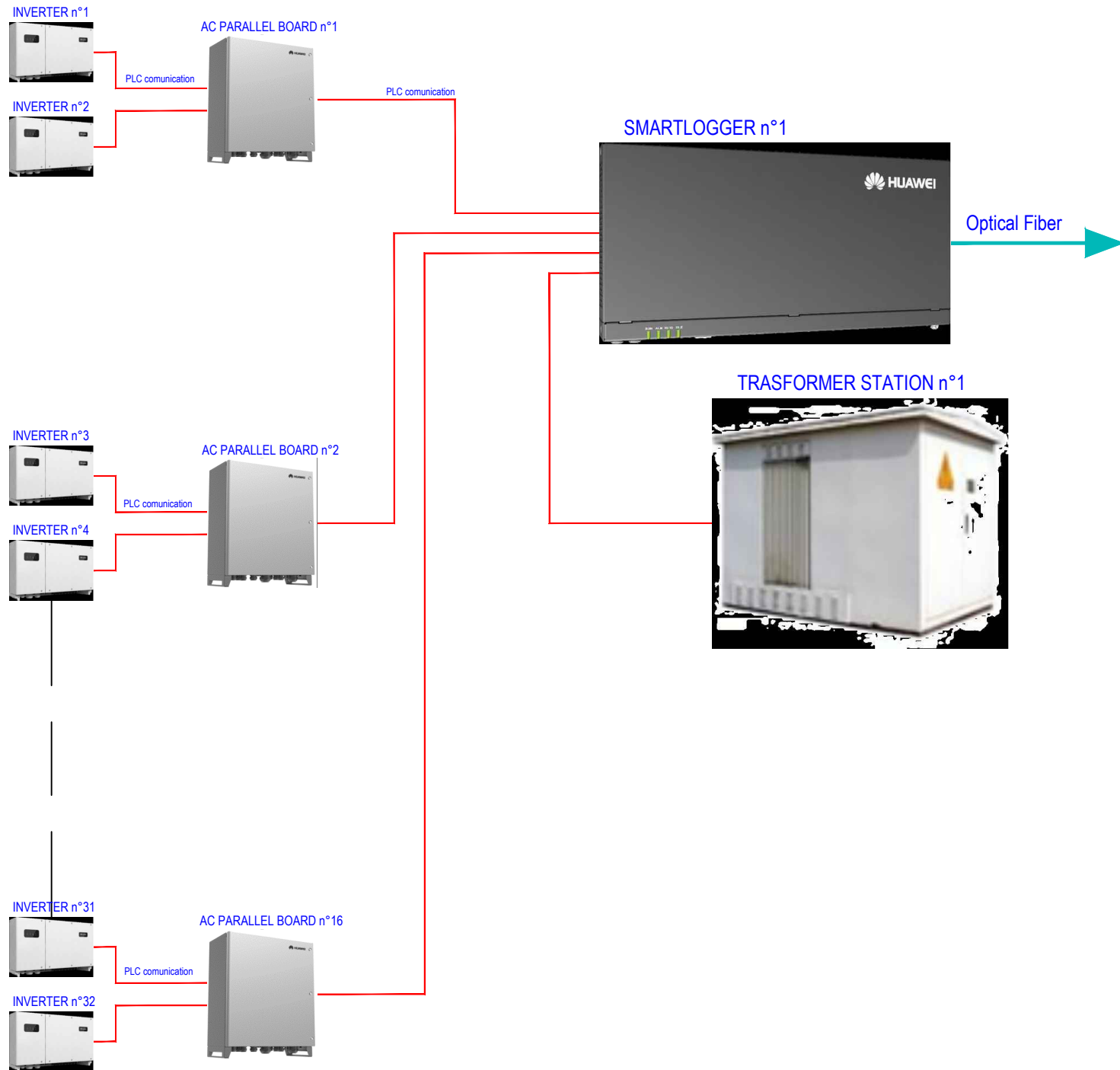
MEQUINENZA, ZARAGOZA			
	Fecha	Autor	
<i>Dibujado</i>	07-2017	Gabriel	
<i>Comprobado</i>	07-2017	Verche Borges	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	ESQUEMA UNIFILAR, PLANO 2		Num. Plano: 10
S/E			Nom.Arch:





MEQUINENZA, ZARAGOZA			
	Fecha	Autor	
<i>Dibujado</i>	07-2017	Gabriel	
<i>Comprobado</i>	07-2017	Verche Borges	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	ESQUEMA UNIFILAR, PLANO 3		Num. Plano: 11
S/E			Nom.Arch:





MEQUINENZA, ZARAGOZA			
	Fecha	Autor	 Universidad de La Laguna Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado
<i>Dibujado</i>	07-2017	<i>Gabriel</i>	
<i>Comprobado</i>	07-2017	<i>Verche Borges</i>	
<i>Id. s. normas</i>	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	SISTEMA DE MONITORIZACIÓN		Num. Plano: 12
S/E			Nom.Arch:

**DOCUMENTO VI:
PLIEGO DE
CONDICIONES**

Tabla de contenido

1. OBJETO DEL PLIEGO.....	6
1.1 ALCANCE DE LA OBRA.....	6
1.2 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS.....	6
1.3 ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS	7
1.4 AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS.....	7
1.5 DIRECCIÓN DE OBRA Y FACULTATIVA.....	8
1.6 EMPRESA INSTALADOR AUTORIZADA	9
1.7 CONTRATISTA.....	10
2. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL Y ECONÓMICA.....	12
2.1 SEGURO DE OBRA	12
2.2 PLAZO DE EJECUCIÓN.....	12
2.3 COMIENZO DE LA OBRA.....	12
2.4 SANCIONES POR DEMORAS.....	13
2.5 REPLANTEO	13
2.6 TRABAJOS NO EXPRESADOS.....	13
2.7 OBRAS DE REFORMA Y MEJORA.....	13
2.8 ORDENES DE OBRA.....	14
2.9 TRABAJOS DEFECTUOSOS	14
2.10 VICIOS OCULTOS.....	15
2.11 RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	15
2.12 PLAZO DE GARANTÍA.....	16
2.13 CONSERVACIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS	16
2.14 RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	17

3. ESPECIFICACIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES Y EQUIPOS	17
3.1 GENERALIDADES	17
3.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA LÍNEA MEDIA TENSIÓN	18
3.2.1 Generalidades.....	18
3.2.2 Conductores	18
3.2.3 Aisladores.....	19
3.2.4 Apoyos	19
3.2.5 Herrajes	20
3.2.6 Dispositivos de maniobra y sistemas de protección	20
3.2.7 Toma de tierra	21
3.2.8 Amarre de línea aérea de M.T.....	21
3.2.9 Otros materiales	21
3.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA CENTRO TRANSFORMACIÓN Y CENTRO DE INVERSORES	22
3.3.1 Aparamenta eléctrica.....	22
3.3.2 Acometidas subterráneas.....	23
3.3.3 Alumbrado	23
3.3.4 Puestas a tierra	24
3.4 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	24
3.4.1 Diseño del generador fotovoltaico	24
3.4.2 Sistema de monitorización	24
3.4.3 Componentes y materiales	25
3.5 ADMISIÓN DE MATERIALES	28
4. ESPECIFICACIONES DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	29

4.1 OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	29
4.1.1 Apertura de hoyos	29
4.1.2 Transporte y acopio a pie de hoyo	30
4.1.3 Cimentaciones	30
4.1.4 Protección de las superficies metálicas	32
4.1.5 Izado de apoyos.....	32
4.1.6 Tendido, empalme, tensado y remencionado.....	32
4.1.7 Reposición del terreno	35
4.1.8 Numeración de apoyos. avisos de peligro eléctrico.....	35
4.1.9 Puesta a tierra	36
4.2 OBRA CIVIL LÍNEA ENTERRADA DE MEDIA TENSIÓN	36
4.2.1 Trazado.....	36
4.2.2 Apertura de zanjas.....	36
4.2.3 Arquetas	37
4.2.4 Paralelismos	38
4.2.5 Cruzamientos con otros servicios	39
4.2.6 Transporte de bobinas de cables	40
4.2.7 Tendido de cables.....	41
4.2.8 Protección mecánica	43
4.2.9 Señalización	43
4.2.10 Identificación.....	43
4.2.11 Cierre de zanjas	43
4.2.12 Puesta a tierra	44
4.2.13 Tensiones transferidas en M.T	44
4.3 OBRA CIVIL CENTRO TRANSFORMACIÓN.....	44

4.3.1 Emplazamiento.....	45
4.3.2 Losa de cimentación.....	45
4.3.3 Edificios prefabricados de hormigón	45
4.3.4 Evacuación y extinción del aceite aislante.....	46
4.3.5 Ventilación	47
4.3.6 Arquetas	47
4.4 RECEPCIÓN DE OBRA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN	47
4.4.1 Calidad de cimentaciones.....	48
4.4.2 Tolerancias de ejecución	48
4.4.3 Tolerancias de utilización	48
4.4.4 Aislamiento	49
4.4.5 Ensayo dieléctrico	49
4.4.6 Instalación de puesta a tierra.....	49
4.5 RECEPCIÓN DE OBRA LÍNEA ENTERRADA MEDIA TENSIÓN.....	49
4.6 RECEPCIÓN DE OBRA CENTRO DE INVERSORES Y CENTRO TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO.....	50
4.6.1 Aislamiento	50
4.6.2 Ensayo dieléctrico	50
4.6.3 Instalación de puesta a tierra.....	51
4.6.4 Regulación y protecciones	51
4.6.5 Transformadores	51
4.7 RECEPCIÓN Y PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	51
5. CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	52
6. GARANTÍA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	54

1. OBJETO DEL PLIEGO

El presente pliego tiene por objeto definir el alcance y condiciones de ejecución de los trabajos a realizar, condiciones que tienen que cumplir los materiales y equipos, los aspectos legales y administrativos, así como ordenar las condiciones técnicas que han de regir la planificación, ejecución, desarrollo, control y recepción de la instalación.

1.1 ALCANCE DE LA OBRA

En el volumen de suministro y en el de los trabajos a realizar por el contratista está incluido:

- ⌚ Suministro, montaje y puesta en servicio de todos los elementos que intervienen en la instalación.
- ⌚ El diseño y preparación de todos los requisitos para la adquisición y montaje de todos los elementos que intervienen en la instalación, tomando como base los planos de construcción realizados por el mismo.
- ⌚ La obtención de los permisos correspondientes, en caso necesario, para la realización de las instalaciones.

1.2 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos que definen la obra son la memoria, el pliego de condiciones, los planos y el presupuesto.

Cualquier obra que no figure en uno de los documentos anteriormente citados, y por omisión no figure en el resto, se ejecutará como si estuviera expuesto en todos ellos.

Cuando sea necesario realizar un cambio sustancial con respecto al proyecto, deberá ponerse en conocimiento del Director de la Obra para que lo apruebe y redacte el correspondiente proyecto reformado.

1.3 ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS

Se aplicarán las normas mencionadas en el apartado 1.6 de la memoria descriptiva.

La ejecución práctica de la instalación abarcada por este proyecto, se hará por Instalador Electricista Autorizado por el Ministerio de Industria, que pueda exhibir tal condición mediante el correspondiente carné y que posea el Documento de Calificación Empresarial adecuado para realizar este tipo de trabajos.

Todos los operarios de cualquier empresa que realicen alguno de los trabajos de este proyecto deberán estar asegurados reglamentariamente, tanto en la Seguridad Social como en la Mutua de accidentes de Trabajo, siendo responsabilidad de la Empresa o persona contratante el incumplimiento de esta obligación.

1.4 AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS

A continuación, expondremos el proceso a seguir que es necesario para obtener la autorización del funcionamiento de la instalación en las diferentes administraciones.

- ⌚ Administración Autonómica
- ⌚ Se ajustará a lo descrito en la REAT de autorización y puesta en servicio de las instalaciones.
- x El titular de la instalación presentará al organismo territorial competente de la Comunidad Autónoma (Aragón), junto con dos copias del proyecto, una instancia solicitando la aprobación previa, en la que constará:
 - Titular de la instalación.

- Técnico titulado competente que llevará la dirección de la obra.
- Identificación del proyecto adjunto. (Número de registro, diligencia):
 - x Una vez obtenida la autorización previa, el titular podrá ordenar el comienzo de las obras.
 - x Terminadas las obras de la instalación eléctrica, para solicitar la puesta en servicio de la instalación ante la compañía suministradora, el propietario de la instalación deberá acompañar su solicitud con la autorización previa de la instalación de la Delegación Provincial de Industria.
- ⌚ Administración Municipal x El titular presentará con la solicitud de la licencia de obra, tres ejemplares del proyecto técnico de la actividad firmado y visado por un titulado competente.
 - x Finalizada la obra el titular solicitará la licencia de apertura, presentado junto con la instancia, el certificado final de la dirección de obra del técnico competente, en donde expresamente se manifieste que la instalación se ajusta al proyecto aprobado, así como las medidas correctoras adicionales impuestas.

1.5 DIRECCIÓN DE OBRA Y FACULTATIVA

La propiedad (EDF Solar) nombra en su representación para la dirección facultativa al Ingeniero Industrial Gabriel Verche Borges, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia en las obras del presente proyecto.

No será responsable ante una propiedad de la tardanza de los Organismos oficiales en la tramitación de los correspondientes permisos. Una vez que se consigan estos permisos, dará la orden de comenzar las obras.

La Dirección Técnica y Facultativa de las obras recibirá por parte del contratista de las mismas, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y

ensayos, así como para las inspecciones de la mano de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este pliego.

Cualquier modificación que se quiera realizar a este proyecto por parte de la propiedad o del contratista de la instalación, deberá ser comunicada a la Dirección Facultativa, que denegará o autorizará según proceda.

Corresponde a la Dirección Técnica y Facultativa de la obra, determinar si los materiales cumplen con las condiciones exigidas, para lo cual el instalador, será obligado a presentar muestras o pruebas de los materiales empleados. La Dirección Técnica y Facultativa podrá rechazar y en su caso ordenar la sustitución de aquellos materiales que no satisfacen las condiciones requeridas en este pliego, atendándose el contratista a los sobre el particular ordene la dirección Facultativa.

1.6 EMPRESA INSTALADOR AUTORIZADA

Los Reglamentos Técnicos de Seguridad establecen la obligatoriedad de que las instalaciones sean realizadas por instaladores autorizados o por empresas autorizadas, y en concreto en lo que se refiere a las instalaciones eléctricas dicha obligatoriedad viene expresada en la siguiente reglamentación:

- ⌚ Instrucción MI BT 040 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), Decreto del Ministerio de Industria 2413/1973 de 20 de septiembre, así como Instrucciones complementarias y hojas interpretativas.
- ⌚ Orden de 28 de junio de 1996, de la Consejería de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establecen las condiciones que deberán de cumplir las empresas instaladoras y conservadoras o mantenedoras de instalaciones de alta tensión.

- ⌚ Orden de 1 de marzo de 1985, de la Consejería de Industria, Energía y Trabajo sobre unificación del procedimiento de obtención de carnets, y condiciones de las empresas instaladoras.

1.7 CONTRATISTA

Toda la obra se ejecutará con estricta sujeción al proyecto que sirve de base a la Contrata, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el Ingeniero Director o ayudantes delegados. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha de las obras.

El Contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso, etc, así como una caseta en la obra donde figuren en las debidas condiciones los documentos esenciales del proyecto, para poder ser examinados en cualquier momento. Igualmente permanecerá en la obra bajo custodia del Contratista un “libro de órdenes”, para cuando lo juzgue conveniente la Dirección dictar las que hayan de extenderse, y firmarse el “enterado” de las mismas por el Jefe de obra. El hecho de que en dicho libro no figuren redactadas las órdenes que detalladamente tiene la obligación de cumplir el Contratista, de acuerdo con lo establecido en el “Pliego de Condiciones” de la Edificación, no supone eximente ni atenuante alguna para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

La dirección Facultativa será la única que posee potestad para variar cualquier apartado técnico reflejado en este proyecto.

La Dirección Técnica y con cualquier parte de la obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones o con las Instrucciones dadas durante su marcha podrá ordenar:

- ⌚ Su inmediata demolición o su sustitución hasta quedar, a su juicio, en las debidas condiciones, o alternativamente, aceptar la obra con la depreciación que estime oportuna, en su valoración.

Igualmente se obliga a la Contrata a demoler aquellas partes en que se aprecie la existencia de vicios ocultos, aunque se hubieran recibido provisionalmente.

Son obligaciones generales del Contratista las siguientes:

- ⌚ Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la Dirección de la Obra.
- ⌚ Firmar las actas de replanteo y recepciones.
- ⌚ Presenciar las operaciones de medición y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dicha liquidación.
- ⌚ Ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no esté expresamente estipulado en este pliego.
- ⌚ Firmar las actas de replanteo y recepciones.
- ⌚ Presenciar las operaciones de medición y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dicha liquidación.
- ⌚ Ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no esté expresamente estipulado en este pliego.
- ⌚ El Contratista no podrá subcontratar la obra total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del Contratista o su apoderado.
- ⌚ El Contratista se obliga, asimismo, a tomar a su cargo cuanto personal necesario a juicio de la Dirección Facultativa.
- ⌚ El Contratista no podrá, sin previo aviso, y sin consentimiento de la Propiedad y Dirección Facultativa, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.
- ⌚ Son de exclusiva responsabilidad del Contratista, además de las expresadas las de:

- Todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sucedan a los operarios, tanto en la construcción como en los andamios, debiendo atenerse a lo dispuesto en la legislación vigente sobre accidentes de trabajo y demás preceptos, relacionados con la construcción, régimen laboral, seguros, subsidiarios, etc.
- El cumplimiento de las Ordenanzas y disposiciones Municipales en vigor. Y en general será responsable de la correcta ejecución de las obras que haya contratado, sin derecho a indemnización por el mayor precio que pudieran costarle los materiales o por erradas maniobras que cometiera, siendo de su cuenta y riesgo los perjuicios que pudieran ocasionarse.

2. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL Y ECONÓMICA

2.1 SEGURO DE OBRA

Con anterioridad al comienzo de la obra, el contratista procederá a asegurarla ante posibles daños que se pudieran producir durante su ejecución.

2.2 PLAZO DE EJECUCIÓN

Las obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en la adjudicación a contar desde igual fecha que en el caso anterior. No se considerará motivo de demora de las obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales.

2.3 COMIENZO DE LA OBRA

El contratista fijará en todo momento a los planos del proyecto, tanto en dimensiones como características, siendo inspeccionadas y aprobadas las mismas por la Dirección de Obra.

2.4 SANCIONES POR DEMORAS

Si el Constructor, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas la obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio, dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente, la propiedad oyendo el parecer de la Dirección Técnica, podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del contrato privado entre Propiedad y Contrata.

2.5 REPLANTEO

El Director de la obra auxiliado por el personal técnico de la empresa encargada de la ejecución, procederá al replanteo general de la obra.

2.6 TRABAJOS NO EXPRESADOS

Aun cuando no venga expresamente indicadas en este Proyecto, se entienden incluidas todas las obras necesarias para la buena ejecución de la obra.

2.7 OBRAS DE REFORMA Y MEJORA

Si por decisión de la Dirección Técnica se introdujesen mejoras, presupuesto adicional o reformas, el Constructor queda obligado a ejecutarlas, con la baja correspondiente

conseguida en el acto de la adjudicación, siempre que el aumento no sea superior al 10% del presupuesto de la obra.

2.8 ORDENES DE OBRA

El Director de la obra impactará las órdenes que considere necesarias para el desarrollo de la obra, por escrito en el Libro de Órdenes correspondiente que se entregará al contratista al principio de la obra.

Las reclamaciones del contratista se expondrán al director de la obra por escrito.

2.9 TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales que cumplan las condiciones generales exigidas en el Pliego de Condiciones Generales de índole técnica del “Pliego de Condiciones” y realizará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento, y en los demás que se recogen en este Pliego.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que se pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que por el Ingeniero Director o sus auxiliares, no se le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta. Así mismo será de su responsabilidad la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta su entrega.

En caso de reiteración en la ejecución de unidades defectuosas, o cuando estas sean de gran importancia, la Propiedad podrá optar, previo asesoramiento de la Dirección

Facultativa, por la rescisión de contrato sin perjuicio de las penalizaciones que pudiera imponer a la Contrata en concepto de indemnización.

2.10 VICIOS OCULTOS

Si el Director de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que crea defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionan, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

2.11 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminada la totalidad de las obras, se procederá a la recepción provisional, para la cual será necesaria asistencia de un representante de la Propiedad, del Director de las obras y del Contratista o su representante. Del resultado de la recepción se extenderá un acta por triplicado, firmada por los tres asistentes legales antes indicados.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma los defectos observados, así como las instrucciones al Contratista, que la Dirección Técnica considere necesarias para remediar los efectos observados, fijándose un plazo para subsanarlo, expirando el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de la toma de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se considerará rescindida la Contrata con pérdidas de fianza, a no ser que se estime conveniente se le conceda un nuevo e improrrogable plazo.

Será condición indispensable para proceder a la recepción provisional la entrega por parte de la Contrata a la Dirección Facultativa de la totalidad de los planos de obra generales y de las instalaciones realmente ejecutadas, así como sus permisos de uso correspondientes.

2.12 PLAZO DE GARANTÍA

Es el plazo de tiempo que va desde la recepción provisional y la definitiva, durante la que el contratista responde de los posibles vicios que no se hubieran manifestado antes de la recepción provisional.

El plazo de garantía de las obras terminadas se fijará en el contrato de Obra, transcurrido el cual se efectuará la recepción definitiva de las mismas, que, de resolverse favorablemente, relevará al Constructor de toda responsabilidad de conservación, reforma o reparación.

Caso de hallarse anomalías u obras defectuosas, la Dirección Técnica concederá un plazo prudencial para que sean subsanadas y si a la expiración del mismo resultase que aun el Constructor no hubiese cumplido su compromiso, se rescindiré el contrato, con pérdida de la fianza, ejecutando la Propiedad de las reformas necesarias con cargo a la citada fianza.

2.13 CONSERVACIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía, comprendido entre la recepción parcial y la definitiva correrán a cargo del Contratista. En caso de duda será

juez imparcial, la Dirección Técnica de la Obra, sin que contra su resolución quede ulterior recurso.

2.14 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva, con las mismas formalidades de la provisional. Si se encontraran las obras en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad administrativa quedando subsistente la responsabilidad civil según establece la Ley.

En caso contrario se procederá de idéntica forma que la preceptuada para la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía y siendo obligación suya hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

3. ESPECIFICACIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES Y EQUIPOS

3.1 GENERALIDADES

Los materiales empleados para la ejecución de este proyecto serán de primera calidad y se ajustarán a las normas de este Pliego de Condiciones, tanto en lo que se refiera a sus características técnicas de fabricación, como a su instalación, debiendo cumplir las prescripciones particulares que señala el Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión para cada tipo de material, las Normas NTE IEB del Ministerio de la Vivienda, y las normas de la Compañía Suministradora en que se refiere a aquellos materiales que sirven de unión en la red.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

3.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA LÍNEA MEDIA TENSIÓN

3.2.1 Generalidades

Los materiales empleados para la ejecución práctica de este proyecto serán de primera calidad y se ejecutarán a las normas de este Pliego de Condiciones, tanto en lo que se refiera a sus características técnicas de fabricación, como a su instalación, debiendo cumplir las prescripciones particulares que señala el Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión para cada tipo de material, las Normas NTE del Ministerio de la Vivienda, y las normas de la Compañía Suministradora, ERZ-Endesa, en lo que se refiere a aquellos materiales que sirven de unión en la red.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

3.2.2 Conductores

Los conductores que se emplearán son de aluminio-acero, escogidos de los contemplados en la Norma NI 54.63.02 (estos a su vez han sido seleccionados de los que recoge la norma UNE 21018). Sus caracteres principales se indican en el apartado 2.3.7 de la memoria descriptiva.

3.2.3 Aisladores

Los aisladores empleados en las cadenas de suspensión o amarre serán de vidrio, cumpliendo estos últimos las especificaciones de la Norma NI.48.10.01.

Los diferentes herrajes se denominan de acuerdo con el criterio establecido en la Norma Iberdrola, y sus características y ensayos de comprobación, deberán cumplir lo especificado en las Normas UNE 21006 y 21009.

Los niveles de aislamiento correspondientes a la tensión más elevada de la línea, superarán las prescripciones reglamentarias reflejadas en el art. 24 del R.L.A.T.

- Tensión más elevada (kV eficaces)24
- Tensión de ensayo al choque (kV cresta)125
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial (kV eficaces) 50

3.2.4 Apoyos

Los apoyos de alineación serán de hormigón armado vibrado con un esfuerzo máximo de 630 daN. Cumplen la Norma NI.52.04.01.

Las crucetas correspondientes a los apoyos de hormigón serán metálicas tipo B200 (HV) y cumplirán la Norma NI.52.30.22.

Los apoyos de anclaje de principio y final de línea, serán metálicos, tipo celosía C3000. Según la Norma NI.10.01.

Las crucetas correspondientes a los apoyos metálicos serán metálicas tipo BP-20 y cumplirán la Norma NI.52.30.22.

La tortillería para los ensambles será de calidad mínima 5.6, dimensionada según UNE (DIN 7990).

Todos los materiales férreos irán galvanizados en caliente según UNE 21006.

Los apoyos se conectarán a tierra teniendo presente lo que al respecto se especifica en el art. 12 apartados 6 y art. 26 del R.L.A.T.

Las cimentaciones de los apoyos metálicos y de hormigón armado serán en todos los casos de hormigón en masa de un solo bloque.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situada a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2 m.

3.2.5 Herrajes

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Todos estarán galvanizados.

Los herrajes para las cadenas de suspensión y amarre cumplirán con la Norma MT.2.23.15

En donde sea necesario adoptar disposiciones de seguridad se emplearán varillas preformadas de acuerdo con la Recomendación UNESA 6617.

3.2.6 Dispositivos de maniobra y sistemas de protección

3.2.6.1 Dispositivos de maniobra

En el caso de que se instalen dispositivos de maniobra en algún punto de línea, se utilizarán seccionadores unipolares accionables con pértiga que se ajustarán a lo indicado en la Norma NI.74.51.01. Estos seccionadores de intemperie estarán siempre situados a una altura del suelo, superior a cinco metros, que los haga inaccesibles en condiciones normales y se montarán d tal forma que no puedan cerrarse por gravedad. Sus características serán las adecuadas a la intensidad máxima del circuito donde hayan de instalarse.

3.2.6.2 Sistemas de protección

Protección contra sobrecargas: se instalarán cortacircuitos fusibles en la derivación de la línea de enlace que alimenta la instalación fotovoltaica, debiéndose cumplir las condiciones impuestas en el Apartado 4.2.3.c de la instrucción MIE RAT 09. Estos fusibles y sus bases se adecuarán a lo especificado en la Norma NI.75.06.11 para fusibles de expulsión y tendrán una capacidad de corte acorde a las necesidades de instalación.

Protección contra sobretensiones: La protección contra sobretensiones en alta tensión se realizará mediante la instalación de pararrayos, según Normativa NI.75.30.11 y la guía de aplicación de pararrayos UNESA (actualmente en tramitación).

3.2.7 Toma de tierra

En el plano correspondiente se indica la forma de realización de la puesta a tierra del neutro. Los apoyos, tanto metálicos como de hormigón, se conectarán a tierra teniendo presente lo que al respecto se especifica en los art. 12.6 y 26 del R.L.A.T.

3.2.8 Amarre de línea aérea de M.T

No se amarrará la línea aérea de alimentación hasta que hayan transcurrido 15 días desde el hormigonado de la cimentación del apoyo, salvo indicación del Director de Obra.

3.2.9 Otros materiales

Los materiales no especificados anteriormente serán de marcas conocidas, preferentemente de fabricación española, a juicio del Ingeniero Director de la Obra, siempre del tipo más apropiado a las necesidades de la obra a realizar, objeto de este proyecto.

3.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA CENTRO TRANSFORMACIÓN Y CENTRO DE INVERSORES

3.3.1 Aparamenta eléctrica

⌚ Conductores de interconexión e MT

Para la conexión entre celdas de alta tensión y transformadores se emplearán conductores constituidos por cables de aluminio con aislamiento seco termoestable de XLPE según la RU 3305 C y de acuerdo a las Especificaciones de Materiales de ERZ-Endesa.

En cualquier caso, las secciones mínimas necesarias de los cables, estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corrientes máximas permanentes soportadas por los cables.

⌚ Conductores de interconexión e MT

Los conductores de baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable de XLPE y cumplirán con lo especificado en la RU 3305 D.

⌚ Celdas de alta tensión

Se emplearán celdas compactas prefabricadas bajo envoltente metálica, con corte en atmósfera de SF₆, según la RU 6407 B y de acuerdo a las Especificaciones de Materiales de Endesa.

⌚ Transformadores

Los transformadores serán trifásicos de clase B1B2. Sus características estarán de acuerdo a las Especificaciones de Materiales de Endesa y, cuando sean de aceite, cumplirán con la RU 5201 D. Lo mismo deberá cumplir los transformadores de SSAA de tipo B1.

⌚ Cuadros de baja tensión

Para la distribución en baja tensión se emplearán cuadros modulares de acuerdo a las Especificaciones de Materiales de ENDESA.

3.3.2 Acometidas subterráneas

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, mediante un tubo de polietileno reticulado (XLPE) de alta densidad y color rojo. Los tubos serán de superficie interna lisa y exterior corrugada, siendo su diámetro exterior de 200 mm.

Después de colocados los cables se taponará el orificio de paso mediante una espuma autovulcanizable u otro medio similar que evite la entrada de roedores y no dañe la cubierta del cable.

Los conductores de alta tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable de XLPE y cumplirán con lo especificado en la RU 3305 C.

3.3.3 Alumbrado

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio de los centros de inversores y transformación llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad de acuerdo con la Norma UNE 20383.

3.3.4 Puestas a tierra

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el apartado 1.9 de la memoria de cálculo, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Los conductores de cobre desnudo se ajustarán a la RU 3410 B.

3.4 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.4.1 Diseño del generador fotovoltaico

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo. El cálculo de los paneles se refleja en el apartado 1.4 de la memoria de cálculo.

3.4.2 Sistema de monitorización

En el caso de que la instalación dispongo de sistema de monitorización, proporcionará medidas en las siguientes variables:

- ⌚ Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- ⌚ Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- ⌚ Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- ⌚ Temperatura ambiente en la sombra
- ⌚ Potencia reactiva de salida del inversor
- ⌚ Temperatura de los módulos

3.4.3 Componentes y materiales

3.4.3.1 Generalidades.

Se asegurará un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable. Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

3.4.3.2 Módulos fotovoltaicos

Los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada.

El módulo fotovoltaico será de la marca TALESUN, modelo TP671P de 3300 W, llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación. Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

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

3.4.3.3 Estructura soporte

La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88.

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.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustarán a las

exigencias de las Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

La estructura se calculará para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

3.4.3.4 Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica y de la Marca HUAWEI el modelo SUN2000-60KTL, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

3.4.3.5 Cableado

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

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Según el ITC-BT 40, la caída de tensión total desde los generadores al punto de conexión con la red de distribución no puede superar el 1,5%.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

El cableado será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

3.4.3.6 *Puesta a tierra de la instalación*

Todas las masas metálicas del campo fotovoltaico, estará conectada a una puesta a tierra independiente. Dicha puesta a tierra estará formada por un anillo de cobre de 50 mm² que rodea la instalación.

3.5 ADMISIÓN DE MATERIALES

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y cumplirán los requisitos que se exigen en el presente pliego. El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no le ofrezcan las suficientes garantías.

Para aquellos materiales descritos en el presente pliego que estén sujetos a las diferentes Especificaciones de Materiales de ENDESA, bastará para su admisión verificar los Ensayos de Recepción indicados en las mismas. A saber:

- ⌚ Aparamenta eléctrica.
- ⌚ Conductores y terminales.
- ⌚ Tubos de canalización.
- ⌚ Edificios prefabricados de hormigón.
- ⌚ Aparamenta eléctrica.
- ⌚ Conductores y terminales.
- ⌚ Tubos de canalización.
- ⌚ Cintas de señalización en zanjas.

Para el resto de materiales, no se permitirá su empleo sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se

tomará como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, Norma Básica de la Edificación, etc., que le sean de aplicación.

4. ESPECIFICACIONES DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

4.1 OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

4.1.1 Apertura de hoyos

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las indicadas por el Director de Obra.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes.

Las tierras sobrantes deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza o retirarlas a vertedero en caso contrario.

Estas excavaciones se harán con pico y pala cuando las dimensiones de la cimentación así lo permitan, usándose el cazo y barra en caso contrario.

Se procurará no remover mucho el terreno ya que perderá consistencia.

Las paredes de los hoyos serán perpendiculares al terreno una vez nivelado el mismo.

4.1.2 Transporte y acopio a pie de hoyo

El transporte se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de los postes con la caja del vehículo, queden bien promediados respecto a la longitud de los mismos.

Se evitarán las sacudidas bruscas durante el transporte.

En la carga y descarga de los vehículos se evitará toda clase de golpes o cualquier otra causa que pueda producir el agrietamiento de los mismos.

Por ninguna razón el poste quedará apoyado de plano, siempre su colocación será de canto para evitar en todo momento deformaciones y grietas.

Los apoyos no serán arrastrados, ni golpeados.

Desde el almacén de obra se transportarán con carros especiales o elementos apropiados al pie del apoyo.

Los estobos a utilizar serán los adecuados para no producir daños en los apoyos.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

4.1.3 Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos se realizarán de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón cuya dosificación sea de 2200 Kg/m³.

El amasado del hormigón se hará siempre sobre chapas metálicas o superficies impermeables cuando se efectúe a mano o en hormigoneras cuando así sea posible, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible.

Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Para los apoyos de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm como mínimo en terrenos normales. La parte superior de este macizo estará terminada en forma

de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a la arista del apoyo que tenga la toma de tierra.

4.1.3.1 Arena

Puede proceder de ríos, canteras, etc. Debe ser limpia y no contener impurezas arcillosas u orgánicas. Será preferible la que tenga superficie áspera y de origen cuarzoso, desechando la de procedencia de terrenos que contengan mica o feldespatos.

4.1.3.2 Piedra

Podrá proceder de canteras o de graveras de río. Siempre se suministrará limpia. Sus dimensiones podrán estar entre 1 y 5 cm.

x Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedras y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. En los apoyos metálicos, siempre previa autorización de Iberdrola o del Director de Obra, podrá utilizarse hormigón ciclópeo.

4.1.3.3 Cementos

El cemento será de tipo Pórtland P-350. En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

4.1.3.4 Agua

Se empleará agua de río o manantial clasificada como aceptables por la práctica, quedando prohibido el empleo de aguas de ciénagas.

Deben rechazarse las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono, aceites o grasas.

4.1.4 Protección de las superficies metálicas

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión de zinc fundido, según recomendación de la Norma una correspondiente.

4.1.5 Izado de apoyos

La operación de izado de los apoyos deberá realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material.

Se recomienda sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

4.1.6 Tendido, empalme, tensado y remencionado

4.1.6.1 Herramientas

⌚ Máquina de frenado del conductor

Dispondrá esta máquina de dos tambores en serie con canaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor.

Dichos tambores serán de aluminio, plástico, neopreno o cualquier otro material que será previamente aprobado por el Director de Obra.

La relación de diámetros entre tambores y conductor será fijada por el Director de Obra.

La bobina se frenará con el exclusivo fin de que no siga girando por su propia inercia por variaciones de velocidad en la máquina de frenado. Nunca debe

rebasar valores que provoquen daños en el cable por el encrustamiento en las capas inferiores.

⌚ Poleas de tendido del conductor

Para tender el conductor de aluminio-acero, las gargantas de las poleas serán de madera dura o aluminio en las que el ancho y profundidad de la garganta tendrán una dimensión mínima igual a vez y media el diámetro del conductor. No se emplearán jamás poleas que se hayan utilizado para tendidos en conductores de cobre. Su diámetro estará comprendido entre 25 y 30 veces el diámetro del conductor. La superficie de la garganta de las poleas será lisa y exenta de porosidades y rugosidades. No se permitirá el empleo de poleas que por el uso presenten erosiones o canaladuras provocadas por el paso de las cuerdas o cables piloto.

Se colgarán directamente de las crucetas del apoyo.

⌚ Mordazas

Utilizará el Contratista mordazas adecuadas para efectuar la tracción del conductor que no dañe el aluminio ni al galvanizado del cable de acero cuando se aplique una tracción igual a la que determine la ecuación de cambio de condiciones a 0° C. Sin manguito de hielo ni viento. El apriete de la mordaza debe ser uniforme, y si es de estribos, el par de apriete de los tornillos debe efectuarse de forma que no se produzca un desequilibrio.

⌚ Máquina de tracción

Podrá utilizarse como tal la trócola, el cabestrante o cualquier otro tipo de máquina de tracción que el Director de Obra estime oportuno, en función del conductor y de la longitud del tramo a tender.

⌚ Dinamómetros

Será preciso utilizar dispositivos para medir la tracción del cable durante el tendido en los extremos del tramo, es decir, en la máquina de freno y en la máquina de tracción.

El dinamómetro situado en la máquina de tracción ha de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzca una elevación anormal en la tracción de tendido.

⌚ Giratorios

Se colocarán dispositivos de libre giro con cojinetes axiales de bolas o rodillos entre conductor y cable piloto para evitar que pase el giro de un cable a otro.

4.1.6.2 *Método de montaje*

⌚ Tendido

Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación en contrario del Director de Obra.

Se ocupará el Contratista del estudio del tendido y elección de los emplazamientos del equipo y del orden de entrega de bobinas para conseguir que los empalmes queden situados, una vez tensado el conductor, fuera de los sitios que prohíbe la R.L.A.T.

La tracción de tendido de los conductores será, como máximo, la indicada en las tablas de tensado definitivo de conductores que corresponda a la temperatura existente en el conductor.

La tracción mínima será aquella que permita hacer circular los conductores sin rozar con los obstáculos naturales tales como tierra, que al contener ésta sales, se depositarán en el conductor, produciendo efectos químicos que deterioren el mismo. El anclaje de las máquinas de tracción y freno deberá realizarse mediante el suficiente número de puntos que aseguren su inmovilidad, aún en el caso de

lluvia imprevista, no debiéndose nunca anclar estas máquinas a árboles u otros obstáculos naturales.

🕒 Tensado

El anclaje a tierra para efectuar el tensado se hará desde un punto lo más alejado posible y como mínimo a una distancia horizontal del apoyo doble de su altura, equivalente a un ángulo de 150° entre las tangentes de entrada y salida del cable en las poleas.

Se colocarán tensores de cable o varilla de acero provisionales, entre la punta de los brazos y el cuerpo del apoyo como refuerzo, en los apoyos desde los que se efectúe el tensado. Las poleas serán en dicho apoyo de diámetro adecuado, para que el alma del conductor no dañe el aluminio.

4.1.7 Reposición del terreno

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado deberán ser extendidos, si el propietario del terreno lo autoriza, o retirados a vertedero, en caso contrario, todo lo cual será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

4.1.8 Numeración de apoyos. avisos de peligro eléctrico

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de “riesgo eléctrico” se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo. Deberá cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA 0203.

4.1.9 Puesta a tierra

Los apoyos de la línea deberán conectarse a tierra de un modo eficaz y siguiendo las instrucciones dadas en conforme a las reglas del arte.

4.2 OBRA CIVIL LÍNEA ENTERRADA DE MEDIA TENSIÓN

4.2.1 Trazado

El trazado de las canalizaciones será lo más rectilíneo posible.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor, siendo este radio mínimo $10(D + d)$ donde D es el diámetro exterior y d el diámetro del conductor.

4.2.2 Apertura de zanjas

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la Compañía.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado.

Las dimensiones de las zanjas serán, por lo general de 0,8 m de profundidad y 50 cm de anchura.

4.2.2.1 Cable entubado.

Por lo general, deberá emplearse en lo posible este tipo de canalización.

Los tubos serán de polietileno (PE) de alta densidad de color rojo y 200 mm de diámetro.

En los cruzamientos los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido y las uniones llevadas a cabo mediante los correspondientes manguitos.

Al construir la canalización con tubos se dejará una guía en su interior que facilite posteriormente el tendido de los mismos.

4.2.3 Arquetas

Cuando se construyan arquetas, éstas serán de hormigón, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. Se llevará a cabo lo establecido en el plano 12.

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.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo. En el suelo o las paredes laterales se situarán puntos de apoyo de los cables y empalmes, mediante tacos o ménsulas.

Las arquetas serán registrables y, deberán tener tapas metálicas provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura.

Estas arquetas permitirán la presencia de personal para ayuda y observación del tendido y la colocación de rodillos a la entrada y salida de los tubos. Estos rodillos, se colocarán tan elevados respecto al tubo, como lo permite el diámetro del cable, a fin de evitar el máximo rozamiento contra él.

Las arquetas abiertas tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo barreras y letreros de aviso. No es recomendable entrar en una arqueta recién abierta, aconsejándose dejar transcurrir 15 minutos después de abierta, con el fin de evitar posibles intoxicaciones de gases.

4.2.4 Paralelismos

⌚ Baja tensión

Los cables de Alta Tensión se pondrán colocar paralelos a cables de Baja Tensión, siempre que entre ellos haya una distancia no inferior a 25 cm. Cuando no sea posible conseguir esta distancia, se instalará uno de ellos bajo tubo.

⌚ Alta tensión

La distancia a respetar en el caso de paralelismos de líneas subterráneas de media tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se colocará una de ellas bajo tubo.

⌚ Cables de telecomunicación

En el caso de paralelismos entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm. Cuando esta distancia no pueda alcanzarse, deberá instalarse la línea de alta tensión en el interior de tubos con una resistencia mecánica apropiada.

En todo caso, en paralelismos con cables de comunicación, deberá tenerse en cuenta lo especificado por los correspondientes acuerdos con las compañías de telecomunicaciones. En el caso de un paralelismo de longitud superior a 500 m, bien los cables de telecomunicación o los de energía eléctrica, deberán llevar pantalla electromagnética.

⌚ Agua, vapor, etc.

En el paralelismo entre los cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de 0,20 m. Si no se pudiera conseguir esta distancia, se instalarán los cables dentro de los tubos de resistencia mecánica apropiada.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

x 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm; dicho mínimo se reduce a 1 m en el caso en que el tramo de paralelismo sea inferior a 100 m. x 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

⌚ Alcantarillado

En los paralelismos de los cables con conducciones de alcantarillado, se mantendrá una distancia mínima de 50 cm, protegiéndose adecuadamente los cables cuando no pueda conseguirse esta distancia.

4.2.5 Cruzamientos con otros servicios

⌚ Baja tensión

En el caso de los cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. En caso de no poder conseguir esta distancia, se separarán los cables de Alta Tensión por medio de tubos.

⌚ Alta tensión

La distancia a respetar entre líneas subterráneas de media tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, la nueva línea irá entubada.

⌚ Con cables de telecomunicación

En los cruzamientos con cables de telecomunicación, los cables de energía eléctrica se colocarán en tubos o conductos de resistencia mecánica apropiada a una distancia mínima de la canalización de telecomunicación de 20 cm. En todo caso, cuando el cruzamiento sea con cables telefónicos deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo con la empresa de telecomunicación.

⌚ Agua, vapor, etc.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica.

La distancia mínima entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,20 m. En caso de no conseguirse la citada distancia, deberá instalarse el cable de alta tensión en tubos de adecuada resistencia mecánica.

⌚ Alcantarillado

En los cruzamientos de cables eléctricos con conducciones de alcantarillado deberá evitarse el ataque de la bóveda de la conducción.

4.2.6 Transporte de bobinas de cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque. Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada.

Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

4.2.7 Tendido de cables

La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación. Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, pueden dañar el cable.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o se exponen a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a coros intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina de unos 10 cm en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En el caso de instalación entubada, podrá reducirse a 5 cm.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, cada dos metros envolviendo las tres fases, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos, bien cables tripolares o bien unipolares, por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable de los tubos se tapanán de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

4.2.8 Protección mecánica

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una placa de PVC RU 0206 A lo largo de la longitud de la canalización, cuando esta no esté entubada.

4.2.9 Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m por encima de la placa. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

Estas cintas estarán de acuerdo con lo especificado en la Norma UEFE 1.4.02.02.

4.2.10 Identificación

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

4.2.11 Cierre de zanjas

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con el tipo de tierra y en las tongadas necesarias para conseguir un portor del 95%. Procurando que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma, debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puedan elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ella la posibilidad de transporte de energía del cable.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

4.2.12 Puesta a tierra

Todas las plantillas de los cables deben ser puestas a tierra en los extremos de cada cable y en los empalmes, con objeto de disminuir la resistencia global a tierra.

Si los cables son unipolares o las plantillas en M.T. están aisladas con una cubierta no metálica, la puesta a tierra puede ser realizada en un solo extremo, con tal de que en el otro extremo y en conexión con el pararrayos convenga tomar alguna de las precauciones siguientes:

- ⌚ Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- ⌚ Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

4.2.13 Tensiones transferidas en M.T

Con motivo de un defecto a masa lejano y con objeto de evitar la transmisión de tensiones peligrosas en el tendido de cables por galería, las pantallas metálicas de los cables se pondrán a tierra al realizar cada una de las cajas de empalme y en las cajas terminales.

4.3 OBRA CIVIL CENTRO TRANSFORMACIÓN

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

4.3.1 Emplazamiento

El lugar elegido para la construcción del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener las dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo a 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanqueidad perfecta hasta dicha cota. El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

4.3.2 Losa de cimentación

Se efectuará una losa de cimentación corrida para las tres envolventes prefabricadas, según se recoge en el plano 6.

4.3.3 Edificios prefabricados de hormigón

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán integralmente a las distintas Especificaciones de Materiales de ENDESA, verificando su diseño los siguientes puntos:

- ⌚ Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- ⌚ También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico. Asimismo, se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.

- ⌚ Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- ⌚ La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanqueidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanqueidad.
- ⌚ El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente.
- ⌚ La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- ⌚ Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE- EN 61330.

4.3.4 Evacuación y extinción del aceite aislante

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que pueda recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

4.3.5 Ventilación

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores y demás equipos que componen las envolventes.

En el presente proyecto se recurrirá a la ventilación forzada mediante sendos extractores, como se recoge en el apartado 2.3 de la memoria de cálculo.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada de agua IP23D según Norma UNE-EN 61330.

4.3.6 Arquetas

Se instalarán arquetas para la entrada de los cables de B.T y salida de M.T sobre los centros de inversores y transformación. Las pautas a seguir son similares a las establecidas para la línea subterránea en M.T.

4.4 RECEPCIÓN DE OBRA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de la toma de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

4.4.1 Calidad de cimentaciones

El Director de Obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura, con objeto de someterlas a ensayos de compresión. El Contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

4.4.2 Tolerancias de ejecución

Si “D” representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a $(D/100) + 10$, expresada en centímetros.

Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.

No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deber permanecer como mínimo a las previstas en el Reglamento.

Verticalidad de los apoyos. En los apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2% sobre la altura de apoyo.

4.4.3 Tolerancias de utilización

En el caso de aisladores no suministrados por el Contratista, la tolerancia admitida de elementos estropeados es de 1,5%.

La cantidad de conductor a cargo del Contratista se obtiene multiplicando el peso del metro de conductor por la suma de las distancias reales medidas entre los ejes de los pies

de apoyos, aumentadas en un 5%, cualquiera que sea la naturaleza del conductor, con objeto de tener así en cuenta las flechas, puentes, etc.

4.4.4 Aislamiento

Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento el conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.

4.4.5 Ensayo dieléctrico

Todo material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.

Además de todo el equipo eléctrico M.T. deberá soportar durante un minuto, sin perforación la tensión a frecuencia industrial correspondiente al nivel de aislamiento del centro.

Los ensayos se realizarán aplicando la tensión entre cada fase y masa, quedando las fases no ensayadas conectadas a masa.

4.4.6 Instalación de puesta a tierra

Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado de resistencia de los circuitos de tierra.

4.5 RECEPCIÓN DE OBRA LÍNEA ENTERRADA MEDIA TENSIÓN

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra. En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de la toma de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

4.6 RECEPCIÓN DE OBRA CENTRO DE INVERSORES Y CENTRO TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra.

En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

4.6.1 Aislamiento

Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.

4.6.2 Ensayo dieléctrico

Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá hacer soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.

Además, todo el equipo eléctrico M.T. deberá soportar durante un minuto, sin perforación ni contorneamiento, la tensión a frecuencia industrial correspondiente al nivel de aislamiento del centro.

Los ensayos se realizarán aplicando la tensión entre cada fase y masa, quedando las fases no ensayadas conectadas a masa.

4.6.3 Instalación de puesta a tierra

Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.

4.6.4 Regulación y protecciones

Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

4.6.5 Transformadores

Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

4.7 RECEPCIÓN Y PRUEBAS DE LA INSTALACIÓN FOTVOLTAICA

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica.

No obstante, el instalador realizará las siguientes pruebas:

- ⌚ Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas

- ⌚ Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- ⌚ Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- ⌚ Determinación de la potencia instalada.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasarán a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- ⌚ Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.
- ⌚ Retirada de obra de todo el material sobrante.
- ⌚ Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

5. CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Deberá realizarse un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo, incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

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

⌚ **Mantenimiento preventivo:**

Operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Incluirá al menos una visita semestral en la que se realizarán las siguientes actividades:

- x Comprobación de las protecciones eléctricas.
- x Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- x Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc. Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores /extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

⌚ **Mantenimiento correctivo**

Todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- x Visita a la instalación cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- x Análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- x Los costes económicos del mantenimiento correctivo, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento, pudiendo no estar incluidas la mano de obra y las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

6. GARANTÍA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

⌚ Condiciones:

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

⌚ Plazo:

El plazo de garantía de los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje, será de 5 años, excepto los módulos fotovoltaicos e inversores cuya garantía será la fijada por el fabricante.

⌚ Anulación de Garantía:

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

San Cristóbal de La Laguna, 4 de Septiembre de 2017

Fdo: Gabriel Verche BorgES

**DOCUMENTO VII:
MEDICIONES Y
PRESUPUESTO**

1 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1.1 Resumen del presupuesto

A continuación, se expone una tabla resumen con el presupuesto del proyecto:

0.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	€/Wp	Total
1.	INSTALACIONES PROVISIONALES	0,001163 €	8.424,22 €
2.	SEGURIDAD PRECENCIAL	0,002899 €	21.002,68 €
3.	OBRA CIVIL	0,055727 €	403.692,79 €
4.	MONTAJE MECÁNICO. SEGUIDOR SOLAR Y MONTAJE MÓDULO	0,226000 €	1.637.180,16 €
5.	GENERADOR FOTOVOLTAICO	0,532119 €	3.854.755,38 €
6.	SUMINISTRO ELÉCTRICO	0,135135 €	978.940,05 €
7.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	0,056597 €	409.997,77 €
8.	INSTALACIÓN DE CONTROL	0,011186 €	81.031,52 €
9.	SEGURIDAD VIDEO VIGILANCIA	0,004132 €	29.935,35 €
10.	TOTAL	1,024958 €	7.424.959,94 €

El presupuesto de este proyecto asciende a la cantidad de SIETE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTICUATRO MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CENTIMOS (7.424.959,94 €)

1.2 Presupuesto detallado

A continuación, se detalla todas las partidas del presupuesto con el precio por vatio de cada elemento:

Nº	UD.	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	Precio	Precio
			€/W	TOTAL
1.		INSTALACIONES PROVISIONALES	0,001163 €	8.424,22 €
1.1	mes	CASETA CONTROL Ud. de alquiler instalacion y mantenimiento de caseta de control de entrada a obra con climatizacion, totalmente instalada, montada conectada electricamente, dimensiones aprox. 3*3 m minimo, con suministro e instalacion de barrera de acceso de accionamiento manual. Incluido suministro e instalacion de set de extintores. (Extintor de agua, CO2 y polvo). Limpieza semanal.	0,000036 €	258,18 €
1.2	ud	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO DE OBRA, ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y SALUD Colocación y mantenimiento continuado de todos los elementos necesarios para la señalización y balizamiento de la obra en materia de seguridad (Carteles informativos, señalización, balizamiento de zanjas, zona de carga y descarga y zona de aparcamiento, etc). Contenedores de basura (puntos limpios según planos de Seguridad y Salud). Tomar las medidas necesarias y exigencias legales en materia de limpieza de los deterioros ocasionados en carreteras locales, tomándose las medidas necesarias a tal efecto legislativo.	0,000242 €	1.756,31 €
1.4	m	VALLADO PROVISIONAL Alquiler montaje y desmontaje de de la zona de acopio mediante vallado provisional, mediante postes y mallas quitamiedos de 1,5 m de altura aprox. de color naranja debidamente tensada. Mantenimiento incluido. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,000514 €	3.722,64 €
1.6	ha	PLATAFORMA DE SUBBASE ACOPIO Formación de plataforma para zona de acopio mediante aporte de zahorras, acabado final de superficie de rodadura con aporte de zahorras en una tonganda de 10 -15 cm de espesor, compactado, regado y perfilado. totalmente terminado. Replanteos necesarios incluidos. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,000371 €	2.687,10 €
2.		SEGURIDAD PRESENCIAL	0,002899 €	21.002,68 €
2.1	mes	MES VIGILANCIA Y CONTROL DE ACCESO Se dispondrá de 10 vigilantes en 24 horas, 2 permanentemente en caseta de, control barrera de acceso, 2 dando rondas de seguridad por el perímetro, 3 vigilantes en zonas de acopio interiores y 3 de seguridad interna. En la vigilancia se practicara rondas periodicas, no se permitira la entrada a ningun personal no autorizado por la direccion tecnica del proyecto. La empresa contrata estara obligada a introducir los datos de entrada en obra en un programa que se facilitara a tal efecto. 3 vigilante se ocupabn de la seguridad de la base de vida.	0,002899 €	21.002,68 €
3.		OBRA CIVIL	0,055727 €	403.692,79 €
3.2	ha	DESBROCE SUPERFICIAL Mediante desbrozado superficial de rastrojos y nivelamiento de terreno para obtener planimetria constante. Realizado con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para el vertido de tierras en las zonas con depresion negativa del terreno. Las tierras sobrantes iran a vertedero autorizado.	0,007507 €	54.384,15 €

3.5	ml	CERRAMIENTO PERIMETRAL Suministro e instalación de cerramiento con malla según autorización administrativa (2,50 de altura), postes según permisos administrativos galvanizado 3,00 m de distancia de 2,50 ml con tensores, clips, y otros accesorios. Cada poste será cimentado con hormigón a una profundidad mínima de 60 cms. Totalmente montado. De acuerdo con los planos. Protección con alambre de espino de 60 cms, Replanteos necesarios según planos. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,005519 €	39.983,46 €
3.6	ud	PUERTA PRINCIPAL Puerta de cerramiento de acero galvanizado, malla electrosoldada y tubos y postes metálicos de diámetro según localidad, en el caso de metálicos galvanizados en caliente. Puertas con una dimensión total de apertura de 8m mediante dos hojas diferentes (incluye pestillo y cerradura). Cimentación mediante dado de hormigón 700x700x800 mm con hormigón H25 hasta la superficie de suelo natural. Totalmente instalada. De acuerdo a planos. Replanteos necesarios incluidos. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,000066 €	476,86 €
3.7	ml	VIALES INTERIORES Formación de viales interiores según indicaciones en planos 4,00 ml de anchura con parte proporcional en apeos y terminales para giro de camiones, mediante aporte de zahorras en una tongada de 20 cm. de espesor, compactado, regado y perfilado. Se realizara con 20 cms de capa de terminación sobre el terreno con una pendiente a dos aguas del 1,5-2% teniendo que dar el 90 proctor de compactación, regado en la compactación y perfilado. Totalmente terminada con alineaciones en ambas caras del trazado. Replanteos necesarios incluidos. La última capa se ejecutara una vez transcurrido el período de ejecución de las obras para evitar deterioros. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,005729 €	41.502,63 €
3.8	ml	DRENAJE CAMINOS INTERIORES Cuneta de drenaje a ambos lados de los caminos interiores de 2 m máximo de anchura, profundidad media 30 cms. según detalle en plano, material sobrante a vertedero, compactación de la base (previa presentación del material a utilizar). parte proporcional de paso de carretera. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,008118 €	58.807,71 €
3.9	Ud	CIMENTACION DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Solera de hormigón armado de, al menos, 10 cm de espesor, descansando sobre una capa de arena apisonada. Se preverán, en los lugares apropiados para el paso de cables, unos orificios destinados al efecto, inclinados hacia abajo y con una profundidad mínima de 0,4 m.	0,002770 €	20.066,80 €
3.10	ml	ZANJAS Y CANALIZACION GENERAL ELECTRICA TIPO BT (8t 160-2t 63) Canalización para Línea de generación eléctrica, zanjas de dimensiones 1 ml de ancho y 1,20 ml de profundidad, incluyendo excavación de zanja, suministro y puesta en zanja. Relleno con tierras procedentes de excavación, compactado hasta 95% PN y retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación. Totalmente terminada compactada y perfilado de terminación a la cota del terreno natural. Replanteos necesarios incluidos. Según las especificaciones técnicas. De acuerdo a planos y especificaciones técnicas. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,001502 €	10.881,66 €
3.13	ml	ZANJAS Y CANALIZACION GENERAL ELECTRICA TIPO MT (4t 160-2t 63) Canalización para Línea de generación eléctrica de MT, zanjas de dimensiones 0,60 ml de ancho y 1,15 ml de profundidad, incluyendo excavación de zanja, suministro y puesta en zanja de protección mecánica consistente en tubo corrugado de 160 HDPE REFORZADO según especificaciones de plano, 2 de 63 HDPE REFORZADO para comunicaciones de FO y auxiliar, banda de señalización de peligro, Relleno con tierras procedentes de excavación, compactado hasta 95% PN y retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación. Totalmente terminada compactada y perfilado de terminación a la cota del terreno natural. Replanteos necesarios incluidos. Según las especificaciones técnicas. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,016782 €	121.572,69 €

3.21	ml	ZANJAS Y CANALIZACION GENERAL ELECTRICA TVCC (1t 90-1t 63) Canalización para Línea de distribución eléctrica, zanjas de dimensiones 0,30m de ancho y 0,50m de profundidad, incluyendo excavación de zanja, suministro y puesta en zanja de tubo 1 coarrugado HDPE REFORZADO de 90, 1 coarrugado HDPE REFORZADO de 63 para comunicaciones, parte proporcional de arquetas de PVC cegadas con grava de 40x40 incluso tapa del mismo material. Relleno con tierras procedentes de excavación, compactado hasta 95% PN y retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación. Totalmente terminada, perfilado de terminación a la cota del terreno natural. Replanteos necesarios incluidos. Según las especificaciones técnicas. Protección mecánica aprobada. (según normativa mexicana), 1 ud cada 60 ml. totalmente terminada. De acuerdo a planos y especificaciones técnicas. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,000732 €	5.301,22 €
3.22	Ud	ARQUETAS Y SOPORTES POSTES CCTV Realización de bloque hormigón 70x70 y 60cm de profundidad para instalación de poste CCTV, arqueta PVC 50x50x50 con tapa reforzada, con tubo corrugado de 63 mm + 90 mm doble capa corrugado desde arqueta a centro del bloque cimentado para entrada de cables, incluso apertura de excavación y compactación de material aportado tras la instalación. Pequeño material y sellado de arqueta incluido, Material sobrante a vertedero autorizado.	0,002375 €	17.203,53 €
3.23	Ud	ARQUETAS CANALIZACION ELECTRICA BT-MT Arqueta para canalización eléctrica prefabricada en polipropileno reforzado o Hormigón armado sin fondo, de medidas interiores 1,20x1,20 m con tapa de hormigón, colocada sobre base regulada y perfilada, p.p. de medios auxiliares, introducida en zanjas de BT-MT, cegadas con el mismo material del terreno natural. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,004153 €	30.082,02 €
3.24	ud	DESCARGA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Descarga de CIS compuestos de un container que incluye un Skid de 2,5 MVA como unidades independientes. Para la descarga, el techo del container se retirará y se sacarán cada una de las unidades del CIS posicionándola en su lugar correspondiente en la losa. El peso de la unidad más pesada (SKID) es de 20 T.	0,000473 €	3.430,06 €
4.		MONTAJE MECANICO. ESTRUCTURAS Y MONTAJE DE PLACA SOLAR	0,226000 €	1.637.180,16 €
4.1	Wp	SUMINISTRO TRACKER MULTIFILA Sistema de seguimiento solar 1 eje NS de módulos solares, con capacidad para albergar 28 módulos por string, realizada con perfiles metálicos normalizados, con uniones soldadas y/o atornilladas y roblonadas, compuesta por barras de soporte, tirante diagonal y monopostes de sujeción a cimentación por hincas, para colocación de paneles, soportes para cuadros de String según detalles diseñados por TALESON, Tratamiento superficial mediante galvanizado en caliente de espesor en micras garantizados según normativa Española. Entrega de los albaranes en las oficinas del técnico responsable de TALESON, certificados técnicos de montaje necesarios para la puesta en servicio de las instalaciones. Certificaciones de cálculo y calidad así como toda la documentación necesaria para el cumplimiento legal en materia de estructuras, motores y accionamientos incluidos. Especificaciones especiales: Profundidad del hincado 1,5 m ampliable según pruebas de extracción a tiro y flexión, cable de alimentación 480VAC., cable de señal apantallado, incluidos soportes para bandeja de 300 mm en hincas y soportes de cuadros Inverters (2 ud por tracker) y AC de interconexión (1 cuadro por tracker).	0,178000 €	1.289.460,48 €

4.3	Ud	MONTAJE SEGUIDOR Descarga de la estructura suministrada y acopio en la obra. (con maquinaria necesaria), Control de la recepción de las estructuras, Hincado de los postes. (con maquinaria incluida), Montaje mecánico y eléctrico completo de la estructura según documentación aportada, motores, variadores, sistemas de control, etc., transporte a lugar de acopio o directamente a lugar de montaje. Apoyo técnico personalizado, montaje soporte para montaje bandejas portacables. Seguridad y salud cumpliendo las normativas locales en la materia: La empresa pondrá a disposición de sus trabajadores comedores, vestuarios, baños, oficina técnica, grupo electrógeno, agua. La topografía de ubicación de las hincas estará incluida en el presupuesto. Gestión completa de residuos incluida, incluso emisión de Certificado. Futuras intervenciones para entrega de la planta, nivelación, reparación de corrosión producida en la - ejecución, aprietes, Vigilancia de material. LLAVE EN MANO DE LAS INSTALACIONES.	0,048000 €	347.719,68 €
5.		GENERADOR FOTOVOLTAICO	0,532119 €	3.854.755,38 €
5.1	ud	MODULO FOTOVOLTAICO (330 WP) 1,9x0,9 m Sistema de captación de energía solar compuesta por módulo solar FV de 330Wp, de dimensiones variables, con un peso de 22 kg aproximadamente, compuesto por 60 células de silicio policristalinas, temperatura máxima del módulo -40 bis + 80 °C, tensión máxima del sistema 1000v, potencia nominal 330W; con datos eléctricos STC (1000W/m2, 25°C, AM1.5): . Garantía de 25 años. Medida la unidad totalmente instalada y montada sobre soporte.	0,420554 €	3.046.556,99 €
5.1	ud	INVERTER 60 KW Suministro de inversor de FV de 60 KW, 1450 Vdc y 800 Vac, 4 MMPP	0,083976 €	608.334,89 €
5.1	ud	CENTRO DE TRANSFORMACION Suministro de Centro de Transformación de 2,5 MVA a 15 KV, con celdas 2L+1P interruptor, cuadro de SSAA con conexión a SAI de 3 KVA y 10 Kvah de almacenamiento. Incluye hueco para la instalación de cuadros de Control seguidores, control de inversores y señales meteorológicas.	0,027590 €	199.863,49 €
6.		SUMINISTRO ELECTRICO	0,135135 €	978.940,05 €
6.1	m	MONTAJE DE MÓDULOS FV Y CONEXIÓN ELÉCTRICA	0,009091 €	65.856 €
6.2	m	SUMINISTRO ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA CIS Cable de cobre de directamente enterrado en el fondo de la zanja, fabricado de cobre electrolítico (Cu-E): Anillo, cruceta y unión de equipos a pletina de tierras (recordar unir al armado de la losa). Se incluirá la cinta anticorrosiva de PVC para el paso del conductor de dentro de la tierra hacia el exterior. Se incluirán las soldaduras aluminotérmicas necesarias o terminales de compresión.	0,000540 €	3.908,92 €
6.2	m	SUMINISTRO ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA MT Cable de cobre de directamente enterrado en el fondo de la zanja MT, fabricado de cobre electrolítico (Cu-E): Anillo, cruceta y unión de equipos a pletina de tierras (recordar unir al armado de la losa). Se incluirá la cinta anticorrosiva de PVC para el paso del conductor de dentro de la tierra hacia el exterior. Se incluirán las soldaduras aluminotérmicas necesarias o terminales de compresión.	0,003298 €	23.889,58 €
6.3	m	SUMINISTRO ELECTRODO PUESTA A TIERRA BT Cable de cobre de directamente enterrado en el fondo de la zanja o sobre canalización metálica superficial, fabricado de cobre electrolítico (Cu-E): Se incluirá la cinta anticorrosiva de PVC para el paso del conductor de dentro de la tierra hacia el exterior. Se incluirán las soldaduras aluminotérmicas necesarias o terminales de compresión.	0,003038 €	22.009,65 €

6.4	ud	SUMINISTRO PICAS 2 m PUESTA A TIERRA Varilla de Tierra 15.8 mm (5/8") diam. x 3000 mm copperweld constituida por un nucleo de acero y un recubrimiento de cobre aplicado de un espesor de 0,254 mm acorde a norma española. Se incluirá el material, soldaduras aluminotermicas y terminales de compresión necesarios.	0,000279 €	2.020,91 €
6.6	m	SUMINISTRO TERMINAL PUESTA A TIERRA SEGUIDOR (latiguillos para el Punto de Tierras) Cable de cobre XLPE unipolar de 16 mm ² con cubierta verde , para dar continuidad al sistema de tierras entre la Red principal, bandeja, filas (módulos) de seguidor y hincas. Se incluirán los terminales de compresión bimetálicos necesarios y etiquetado del punto de acuerdo a normativa española	0,000558 €	4.043,51 €
6.1	m	SUMINISTRO DE Cable de protección para tierras especiales en los CIS (Neutro Transformador Servicios Auxiliares, pantalla electroestática y Cuadro de Monitorización/Control). Cable de cobre XLPE unipolar con cubierta verde. Tambien incluye el cable disponible para dar tierra a la soportación de los seccionadores.	0,000034 €	247,04 €
6.21	ud	SUMINISTRO FUSIBLES EN LINEA Posibilidad de corte y reposición de fusible, así como medida a circuito abierto. Niled PF-16/85 o similar. Fusible de 15A incluidos (1000V)	0,005873 €	42.547,45 €
6.1	ml	SUMINISTRO CABLE SOLAR 6mm2 06/1kV, 1000 VC Suministro de cable solar de 6 mm ² , 1000 Vdc. Mitad del suministro en color Negro y Mitad en Rojo.	0,006434 €	46.610,88 €
6.2	m	Sumministro de CABLE UNIPOLAR DE ALUMINIO 25mm2 06/1kV, 1000 VAC aislamiento XLPE Conductor de Aluminio tipo AI XLPE 06/1 kV según IEC y normativa local. Para recogida de generación inverters distribuidos, 3 F + 1 N	0,000479 €	3.470,00 €
6.2	m	Sumministro de CABLE UNIPOLAR DE ALUMINIO 25mm2 06/1kV, 1000 VAC aislamiento XLPE TIERRA Conductor de tierra tipo AI XLPE 06/1 kV según IEC y normativa local. Para recogida de generación inverters distribuidos, 1T	0,024677 €	178.767,52 €
6.2	m	Sumministro de CABLE UNIPOLAR DE ALUMINIO 185mm2 06/1kV, 1000 VAC aislamiento XLPE Conductor de Aluminio tipo AI XLPE 06/1 kV según IEC y normativa local. Para recogida de generación inverters distribuidos, 3 F + 1 N	0,003485 €	25.246,41 €
6.2	m	Sumministro de CABLE UNIPOLAR DE ALUMINIO 185mm2 06/1kV, 1000 VAC aislamiento XLPE TIERRA Conductor de Aluminio para tierra tipo AI XLPE 06/1 kV según IEC y normativa local. Para recogida de generación inverters distribuidos, 1T	0,048765 €	353.259,86 €
6.2	m	Sumministro de CABLE UNIPOLAR DE ALUMINIO 240mm2 06/1kV, 1000 VAC aislamiento XLPE Conductor de Aluminio tipo AI XLPE 06/1 kV según IEC y normativa local. Para recogida de generación inverters distribuidos, 3 F + 1 N	0,004918 €	35.625,84 €

6.2	m	Suministro de CABLE UNIPOLAR DE ALUMINIO 240mm2 06/1kV, 1000 VAC aislamiento XLPE TIERRA Conductor de Aluminio para tierra tipo Al XLPE 06/1 kV según IEC y normativa local. Para recogida de generación inverteers distribuidos, 1T	0,007741 €	56.074,05 €
6.8	ud	SUMINISTRO PUNTA TERMINAL DE MT DOBLE CON PROTECCION Suplemento de conectores doble MT para cable de Aluminio de 185 a 300mm2 para instalación de simple y doble circuito. Interface M430TB+30010SA-45-N o similar.	0,001464 €	10.602,34 €
6.8	ud	SUMINISTRO PUNTA TERMINAL DE MT DOBLE Suplemento de conectores doble MT para cable de Aluminio de 185 a 300mm2 para instalación de simple y doble circuito. Interface M430TB+M300PB 0 o similar.	0,000461 €	3.337,05 €
6.10	m	SUMINISTRO CABLE ALIMENTACION TRACKERS MANGUERA DE ALUMINIO (Al) 3x10mm2, aislamiento XLPE, 06/1kV Vac Conductor tipo Al XLPE 06/1 kV según IEC y normativas locales.	0,006416 €	46.476,99 €
6.14	m	SUMINISTRO DE CANALIZACIÓN METÁLICA SUPERFICIAL DE 300 X100 Todos el pequeño material incluido, tornillería, pernos, arandelas, escudras, etc,... acorde normativa española	0,005793 €	41.962,10 €
6.15	m	SUMINISTRO DE CANALIZACIÓN METÁLICA SUPERFICIAL DE 200 X 100 Todos el pequeño material incluido, tornillería, pernos, arandelas, escudras, etc,... acorde normativa española	0,001537 €	11.130,67 €
6.23	m	SUMINISTRO TUBO SEPARACIÓN SSAA EN CANALIZACION METALICA Tubo corrugado separación física conduccion control y AC de 32 mm diametro.	0,000009 €	68,10 €
6.18	ud	SUMINISTRO PROYECTORES Iluminación de los caminos IR de 300W.	0,000086 €	622,62 €
6.19	m	SUMINISTRO CABLE PROYECTORES 2x10mm2 0,6/1kV Alimentación de proyectores de iluminación perimetral CIS	0,000074 €	534,94 €
6.20	m	SUMINISTRO CABLE de alimentación a cuadro de SSAA CONTROL 4x10mm2 0,6/1kV. Suministro de cable para alimentación de cuadro de control trackers, Control Invertes y meteo, desde Trafo SSAA a cuadros de control	0,000087 €	627,63 €
7.		INSTALACION ELECTRICA	0,056597 €	409.997,77 €
7.2	m	INSTALACION DE ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA CENTROS DE TRANSFORMACION 50 mm2 Con cable de cobre de 50 mm ² directamente enterrado en el fondo de la zanja, fabricado de cobre electrolítico (Cu-E).Anillo, cruceta y unión de equipos a pletina de tierras (recordar unir al armado de la losa) segun planos aportados. Se incluirá la cinta anticorrosiva de PVC para el paso del conductor de dentro de la tierra hacia el exterior. Se incluirán las soldaduras aluminotérmicas necesarias o terminales de compresión. Todo acorde normativa española. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,000584 €	4.233,80 €

7.2	m	INSTALACION DE ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA MT Con cable de cobre directamente enterrado en el fondo de la zanja mT, fabricado de cobre electrolítico (Cu-E). Anillo, cruceta y unión de equipos a pletina de tierras (recordar unir al armado de la losa) según planos aportados. Se incluirá la cinta anticorrosiva de PVC para el paso del conductor de dentro de la tierra hacia el exterior. Se incluirán las soldaduras aluminotérmicas necesarias o terminales de compresión. Todo acorde normativa española. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,001329 €	9.630,23 €
7.3	ud	INSTALACION DE ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA Con cable de cobre directamente enterrado en el fondo de la zanja o sobre canalización metálica superficial, fabricado de cobre electrolítico (Cu-E): Se incluirá la cinta anticorrosiva de PVC para el paso del conductor de dentro de la tierra hacia el exterior. Se incluirán las soldaduras aluminotérmicas necesarias o terminales de compresión. Todo acorde normativa española. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,000345 €	2.499,51 €
7.4	ud	INSTALACION DE PICAS 2 m de PUESTA A TIERRA Varilla de Tierra 15.8 mm (5/8") diam. x 3000 mm copperweld constituida por un nucleo de acero y un recubrimiento de cobre aplicado de un espesor de 0,254 mm acorde a norma española. Se incluirá el material, soldaduras aluminotermicas y terminales de compresión necesarios. Material sobrante a vertedero autorizado.	0,000252 €	1.823,14 €
7.5	ud	INSTALACION LATIGUILLO DE PUESTA TIERRA ENTRE ESTRUCTURAS CARCAZA DE MOTOR Conductor de cobre de 6mm ² de sección nominal y cubierto (amarillo y verde), incluso terminal bimetalico en ambos extremos.	0,000047 €	337,11 €
7.6	m	INSTALACION DE CABLE DE TIERRAS PARA PUNTO TIERRA HINCAS 16 mm² Cable de cobre XLPE unipolar de 16 mm ² con cubierta verde, para dar continuidad al sistema de tierras entre la Red principal, bandeja, filas (módulos) de seguidor e hincas. Se incluirán los terminales de compresión bimetalicos necesarios y etiquetado del punto de acuerdo a normativa española. No incluido tornillería para hinca y fila. Incluido agarre al electrodo de Cu y canalización metálica. Medida en metros lineales. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000007 €	50,81 €
7.7	ud	INSTALACION CABLE TIERRAS CIS (Neutro Transformador Servicios Auxiliares, pantalla electroestática y Cuadro de Monitorización/Control). Instalada con 12 m conductor de cobre de 35mm ² conectada en un extremo a la red general de tierra, y en el otro extremo a caja de conexión existente en el CT y a cuadro de SSAA, Accesorios de conexión etiqueta identificativa indicando el circuito al que pertenece, con sistema indeleble, según normativa, incluidas conexión con soldaduras aluminotermicas y picas de tierra . Replanteos necesarios incluidos. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,006873 €	49.791,61 €
6.21	ud	INSTALACION FUSIBLES EN LINEA Instalacion de fusibles de linea Niled PF-16/85 o similar. Instalación de fusible de 15A incluidos (1000V)	0,004643 €	33.636,19 €

7.1	m	<p>INSTALACION CONDUCTOR CABLE SOLAR 6 mm2</p> <p>Conexionado y tendido de cable solar unipolar de 6 mm² con cubierta Roja (+) y Negra (-) totalmente conectado e instalado, Se incluirán los terminales MC4 en ambos lados del cable instalado. Material sobrante a vertedero autorizado. La conexión de estos cables con el string (entrada y salida) y los inversores (entradas) están incluidas en el alcance, incluyendo todo el material necesario para una completa instalación y etiquetado (sujeción con bridas a la bandeja y bajaba con bandeja como cubierta superior). Etiquetado según nomenclatura planos.</p> <p>El recorrido del circuito discurre por bandeja y directamente enterrado (que alcanzará la bandeja para protección mecánica). Incluyendo los test de continuidad, aislamiento, tensión de vacío y corriente de cortocircuito, test de rigidez dieléctrica, test VLF, localización de fallo (si es necesario), y los test que deben ser realizados de acuerdo a la regulación local, y especificaciones de puesta en marcha del proyecto. Empalmes de líneas deben estar incluidos de acuerdo a los requerimientos locales incluyendo todo el material necesario para una instalación completa deben estar incluidos. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental</p>	0,000749 €	5.427,88 €
7.12	m	<p>INSTALACIÓN CABLEADO INVERSORES A CUADRO AC: Etiquetado y tendido de circuito 4*25 mm²</p> <p>Con conductor de Aluminio tipo Al XLPE 06/1 kV 1000 VAC según IEC y normativa local. La conexión de estos cables con el cuadro de seccionamiento (entrada y salida) y los inversores (entradas) están incluidas en el alcance, incluyendo todo el material necesario para una completa instalación y etiquetado (sujeción con bridas a la bandeja y bajaba con bandeja como cubierta superior). Etiquetado según nomenclatura planos.</p> <p>El recorrido del circuito discurre por bandeja. Incluyendo los test de Baja, continuidad, medida de la resistencia de aislamiento, test de rigidez dieléctrica, localización de fallo (si es necesario), y los test que deben ser realizados de acuerdo a la regulación local, y especificaciones de puesta en marcha del proyecto. Empalmes de líneas deben estar incluidos de acuerdo a los requerimientos locales incluyendo todo el material necesario para una instalación completa deben estar incluidos. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental</p>	0,005820 €	42.163,89 €
7.12	m	<p>INSTALACIÓN CABLEADO INVERSORES A CUADRO AC: Etiquetado y tendido de circuito 1*25 mm²</p> <p>Con conductor de Aluminio tipo Al XLPE 06/1 kV 1000 VAC según IEC y normativa local. La conexión de estos cables con el cuadro de seccionamiento (entrada y salida) y los inversores (entradas) están incluidas en el alcance, incluyendo todo el material necesario para una completa instalación y etiquetado (sujeción con bridas a la bandeja y bajaba con bandeja como cubierta superior). Etiquetado según nomenclatura planos.</p> <p>El recorrido del circuito discurre por bandeja. Incluyendo los test de Baja, continuidad, localización de fallo (si es necesario), y los test que deben ser realizados de acuerdo a la regulación local, y especificaciones de puesta en marcha del proyecto. Empalmes de líneas deben estar incluidos de acuerdo a los requerimientos locales incluyendo todo el material necesario para una instalación completa deben estar incluidos. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental</p>	0,011282 €	81.725,63 €

7.12	m	<p>INSTALACIÓN CABLEADO INVERSORES A CENTRO TRANSFORMACION: Etiquetado y tendido de circuito 4*185 mm²</p> <p>Con conductor de Atierra aluminio tipo AI XLPE 06/1 kV 1000 VAC según IEC y normativa local. La conexión de estos cables con el cuadro de seccionamiento (entrada y salida) y el cuadro de conexión del centro de transformación (entradas) están incluidas en el alcance, incluyendo todo el material necesario para una completa instalación y etiquetado (sujeción con bridas a la bandeja y bajaba con bandeja como cubierta superior). Etiquetado según nomenclatura planos.</p> <p>El recorrido del circuito discurre por bandeja y directamente enterrado en cama de arena en la zona de entrada de los centros de Transformación a 0,6 m de profundida. Incluyendo los test de Baja, continuidad, localización de fallo (si es necesario), y los test que deben ser realizados de acuerdo a la regulación local, y especificaciones de puesta en marcha del proyecto. Empalmes de líneas deben estar incluidos de acuerdo a los requerimientos locales incluyendo todo el material necesario para una instalación completa deben estar incluidos. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental</p>	0,005286 €	38.290,07 €
7.12	m	<p>INSTALACIÓN CABLEADO TIERRA INVERSORES A CENTRO TRANSFORMACION: Etiquetado y tendido de circuito 1*185 mm²</p> <p>Con conductor de Atierra aluminio tipo AI XLPE 06/1 kV 1000 VAC según IEC y normativa local. La conexión de estos cables con el cuadro de seccionamiento (entrada y salida) y el cuadro de conexión del centro de transformación (entradas) están incluidas en el alcance, incluyendo todo el material necesario para una completa instalación y etiquetado (sujeción con bridas a la bandeja y bajaba con bandeja como cubierta superior). Etiquetado según nomenclatura planos.</p> <p>El recorrido del circuito discurre por bandeja y directamente enterrado en cama de arena en la zona de entrada de los centros de Transformación a 0,6 m de profundida. Incluyendo los test de Baja, continuidad, localización de fallo (si es necesario), y los test que deben ser realizados de acuerdo a la regulación local, y especificaciones de puesta en marcha del proyecto. Empalmes de líneas deben estar incluidos de acuerdo a los requerimientos locales incluyendo todo el material necesario para una instalación completa deben estar incluidos. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental</p>	0,004672 €	33.847,60 €
7.12	m	<p>INSTALACIÓN CABLEADO INVERSORES A CENTRO TRANSFORMACION: Etiquetado y tendido de circuito 4*240 mm²</p> <p>Con conductor de Atierra aluminio tipo AI XLPE 06/1 kV 1000 VAC según IEC y normativa local. La conexión de estos cables con el cuadro de seccionamiento (entrada y salida) y el cuadro de conexión del centro de transformación (entradas) están incluidas en el alcance, incluyendo todo el material necesario para una completa instalación y etiquetado (sujeción con bridas a la bandeja y bajaba con bandeja como cubierta superior). Etiquetado según nomenclatura planos.</p> <p>El recorrido del circuito discurre por bandeja y directamente enterrado en cama de arena en la zona de entrada de los centros de Transformación a 0,6 m de profundida. Incluyendo los test de Baja, continuidad, localización de fallo (si es necesario), y los test que deben ser realizados de acuerdo a la regulación local, y especificaciones de puesta en marcha del proyecto. Empalmes de líneas deben estar incluidos de acuerdo a los requerimientos locales incluyendo todo el material necesario para una instalación completa deben estar incluidos. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental</p>	0,002151 €	15.581,83 €

7.12	m	INSTALACIÓN CABLEADO TIERRA INVERSORES A CENTRO TRANSFORMACION: Etiquetado y tendido de circuito 1*240 mm² Con conductor de Atierra aluminio tipo Al XLPE 06/1 kV 1000 VAC según IEC y normativa local. La conexión de estos cables con el cuadro de seccionamiento (entrada y salida) y el cuadro de conexión del centro de transformación (entradas) están incluidas en el alcance, incluyendo todo el material necesario para una completa instalación y etiquetado (sujeción con bridas a la bandeja y bajaba con bandeja como cubierta superior). Etiquetado según nomenclatura planos. El recorrido del circuito discurre por bandeja y directamente enterrado en cama de arena en la zona de entrada de los centros de Transformación a 0,6 m de profundida. Incluyendo los test de Baja, continuidad, localización de fallo (si es necesario), y los test que deben ser realizados de acuerdo a la regulación local, y especificaciones de puesta en marcha del proyecto. Empalmes de líneas deben estar incluidos de acuerdo a los requerimientos locales incluyendo todo el material necesario para una instalación completa deben estar incluidos. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000368 €	2.666,55 €
7.10	m	INSTALACIÓN: Etiquetado y tendido a lo largo de las zanjas especificadas del cable MT XLP-RA 100 % NA Cubierta HEPRZ1 36 kV 3x240 mm² Instalacion de cable de MT (Al) pantalla de 25 mm ² directamente enterrado, de acuerdo a estandares locales. Incluyendo los test de Media tensión: medida de longitud de onda, continuidad y secuencia de fase, medida de la resistencia de aislamiento, test de rigidez dielectrica, test VLF, localización de fallo (si es necesario), y los test que deben ser realizados de acuerdo a la regulación local, y especificaciones de puesta en marcha del proyecto, incluyendo todo el material necesario para una instalación completa. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000448 €	3.246,77 €
6.8	ud	INSTALACION PUNTA TERMINAL DE MT DOBLE Instalación de conectores doble MT para cable de Aluminio de 185 a 300mm ² para instalación de simple y doble circuito. Interface M430TB+30010SA-45-N o similar. Etiquetado según nomenclatura planos. Totalmente terminado y conectado. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000145 €	1.052,03 €
6.8	ud	INSTALACION PUNTA TERMINAL DE MT DOBLE CON PROTECCION Instalación de conectores doble MT para cable de Aluminio de 185 a 300mm ² para instalación de simple y doble circuito. Interface M430TB+M300PB 0 o similar. Etiquetado según nomenclatura planos. Totalmente terminado y conectado. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000657 €	4.756,11 €
7.14	m	INSTALACION CABLE MANGUERA DE COBRE (Cu) 3x10mm² Alimentación con el esclavo del motor del seguidor (480 V f-f). Tendido, conexionado y etiquetado lo largo de canalización metálica superficial del cable de alimentación desde cada esclavo del motor hasta Cuadro de AC ubicado en seguidor. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,003792 €	27.466,80 €
7.15	ud	INSTALACION Y CONEXIONADO DE CUADRO AC Con envolvente de poliéster de dimensiones aproximada 600x500x230mm, conexión de 4*5 cables de 25 mm ² entrada y salida 1*5 185/240 mm ² (4E y 1S) incluso parte proporcional tornilleria, totalmente terminado. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,002528 €	18.314,72 €

7.19	m	INSTALACION DE CANALIZACIÓN METÁLICA SUPERFICIAL DE 300 X 100 Instalación completa decanalización metálica superficial y tapa, acorde normativa NOM-001-SEDE-2012. Se situará paralela al eje del seguidor y perpendicular a los brazos para el rutado de cables. Dimensiones: 300 mm de anchura y 40 mm de alto. La bandeja se instalará mediante la solución acordada (descansando ésta sobre un perfil de apoyo sobre las hincas del seguidor) y en 2 apoyos intermedios (hincas), acorde con el plano y Detalle. El suministro de la bandeja y tornillería (pernos, arandelas, etc) está incluido en el alcance. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000443 €	3.211,90 €
7.20	m	INSTALACION DE CANALIZACIÓN METÁLICA SUPERFICIAL DE 200 X 100 Suministro de canalización metálica superficial o y tapa, acorde normativa NOM-001-SEDE-2012. Se situará paralela al eje del seguidor y perpendicular a los brazos para el rutado de cables. Dimensiones: 200 mm de anchura y 40 mm de alto. La bandeja se instalará mediante la solución acordada (descansando ésta sobre un perfil de apoyo sobre las hincas del seguidor) y en 2 apoyos intermedios (hincas), acorde con el plano y Detalle. El suministro de la bandeja y tornillería (pernos, arandelas, etc) está incluido en el alcance. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,003855 €	27.924,94 €
7.13	m	INSTALACIÓN TUBO SEPARACIÓN AC CONTROL EN CANALIZACION METALICA Instalacion de tubo corrugado separación fisica conduccion control y AC de 32 mm diametro posado directramente sobre canlización. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000258 €	1.867,96 €
7.21	ud	CONEXIONADO ELECTRICO ENTRE MODULOS (STRING) Instalación y conexionado de las series entre módulos con conectores ya incluidos en estos, de acuerdo al plano SO (esquema de conexionado de módulos). Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000009 €	62,71 €
7.23	ud	INSTALACION PROYECTORES ILUMINACION IR de 300W. Totalmente montado y terminado. Material sobrante a vertedero con certificado medio	0,000008 €	59,00 €
7.24	m	INSTALACION CABLE 2x10mm2 0,6/1kV Para alimentación de proyectores de iluminación . Totalmente montado y terminado. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000018 €	128,16 €
7.25	m	IINSTALACION CABLE 3x10mm2 0,6/1kV Desde cuadro de SSAA a Cuadro de Control Trackers y Cuadro control SCADA. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000028 €	200,84 €
8.-		INSTALACION DE CONTROL	0,011186 €	81.031,52 €
8.2	m	SUMINISTRO CABLE COMM RS485 Cable de doble par blindado, de cobre aislado en polietileno, Aislación, Polietileno de alta densidad, temperatura de servicio 80 C°. Blindaje, Compuesto por cinta de aluminio poliester y malla de alambre de cobre estañado de > 70% de cobertura, eficacia del blindaje 100% acorde a especificaciones tecnicas del proyecto.	0,000744 €	5.387,18 €
8.3	m	INSTALACION DE CABLE RS485 Cableado de comunicación con el Cuadro del motor del seguidor. Tendido, conexionado y etiquetado en conduits de PE a lo largo de las zanjas especificadas y tubo zapa en bandejas, para señales digitales RS-485 con pares trenzados y apantallados y con una pantalla general (para exteriores) desde cada Cuadro del motor hasta Cuadro de Control ubicado en cada CIS. Se incluiran la parte proporcional de conduits para llevar cables dentro del CIS y pequeño material para la fijación del conduit. Material sobrante a vertedero.	0,000403 €	2.921,93 €

8.4	m	SUMINISTRO DE FIBRA ÓPTICA DE EXTERIOR 8 fibras (MM 50/125). Este suministro, será acorde a las características descritas en las especificaciones técnicas del proyecto (armado metálica y con cubierta de exterior).	0,001512 €	10.955,29 €
8.5	m	SUMINISTRO CAJA CONEXIONES FO Incluidos 12 Adaptadores ST/ST simple Bronze, 12 PIG-TAIL conectado y Fusionado (rabillo) ST MM 50/125 OM3, 900 m, montado en cada CSI.	0,000046 €	330,62 €
8.6	m	INSTALACION DE CABLE FO Instalación en canalización enterrada bajo tubo. Incluso montaje y conexión a cuadro de Monitorización en cada CT y SC totalmente identificado con etiquetas fijas. Parte proporcional de pequeño material y conectores si fuera necesario. Incluida fusiones y conexionado en cuadro de FO. Suministro de latiguillos por caja. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000633 €	4.582,05 €
8.7	ud	INSTALACION RACK CONTROL EN LA SC De medidas aproximadas 800x800x1500. Incluso alimentación eléctrica (220Vac) y conexionado de comunicaciones, con etiquetado en ambos extremos del cableado. Parte proporcional de pequeño material y conectores. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000009 €	66,08 €
8.8	ud	INSTALACION CUADRO CONTROL CT De medidas aproximadas 800x800. Incluso alimentación eléctrica (220V) y conexionado de comunicaciones, con etiquetado en ambos extremos del cableado. Parte proporcional de pequeño material y conectores. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000248 €	1.799,05 €
8.10	ud	SUMINISTRO PIRANOMETRO Incluso parte proporcional de conectores, conexionado en ambos extremos, identificado en ambos extremos con etiquetas Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,001758 €	12.735,90 €
8.10	ud	INSTALACION PIRANOMETRO Incluso parte proporcional de conectores, conexionado en ambos extremos, identificado en ambos extremos con etiquetas Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000049 €	353,53 €
8.11		SUMINISTRO SONDA TEMPERATURA PANEL Incluso parte proporcional de conectores, conexionado en ambos extremos, identificado en ambos extremos con etiquetas. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000333 €	2.409,95 €
8.11		INSTALACION SONDA TEMPERATURA PANEL Incluso parte proporcional de conectores, conexionado en ambos extremos, identificado en ambos extremos con etiquetas. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000043 €	308,13 €
8.12	ud	SUMINISTRO SONDA TEMPERATURA EXTERIOR Incluso parte proporcional de conectores, conexionado en ambos extremos, identificado en ambos extremos con etiquetas. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000254 €	1.840,11 €
8.12	ud	INSTALACION SONDA TEMPERATURA EXTERIOR Incluso parte proporcional de conectores, conexionado en ambos extremos, identificado en ambos extremos con etiquetas. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,000043 €	308,13 €

8.12	ud	SOFTWARE CONTROL Suministro e instalacion del sistema de control de la planta incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> - Servidor de control en planta - Acceso a sistema web - Software de monitorizacion - Control de potencia segun estandar Argentina - Cuadros de control recogida meteorologicas necesarios en los CTs (3) 	0,000833 €	6.035,01 €
8.12	mes	CONEXION DE INTERNET Y TELEFONIA Suministro e instalacion de conexion de datos e internet, 50 Mb de subida y 50 Mb de bajda, Voz IP para 6 lineas	0,004279 €	30.998,55 €
9		SEGURIDAD VIDEO VIGILANCIA	0,004132 €	29.935,35 €
9.1	ud	SUMINISTRO SISTEMA DE SEGURIDAD CCTV -Diseño de sistemas de seguridad, ingeniería, documentación y gestión de proyectos. -Verificación de diseño e ingeniería en el sitio. -Entrega de componentes de acuerdo a la lista de equipos (incluidos postes, cámaras y cableado de vídeo). -Instalación y calibración de los componentes periféricos del sistema de seguridad dentro y sobre postes. -Instalación, configuración, configuración y pruebas funcionales del sistema de seguridad. -Pruebas de aceptación y entrega en la preparación del sistema de seguridad para la conexión ARC. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,002583 €	18.709,60 €
9.2	ud	INSTALACION SISTEMA DE SEGURIDAD CCTV -Postes: sólo instalación (postes previstos segun documentacion aportada) -Cableado eléctrico: Diseño, suministro, instalación, incluida la excavación de zanjas. -Cable de vídeo: sólo instalación, incluyendo zanja (cable de vídeo proporcionado). -Emplazamiento: Equipo de descarga y instalaciones adecuadas de descarga / almacenamiento. Material sobrante a vertedero con certificado medio ambiental	0,001550 €	11.225,76 €