

MEMORIA AGRUPACIÓN FOTOVOLTAICA DE DOS PLANTAS FOTOVOLTAICAS DE 5 MWp

“PLANTA FOTOVOLTAICA ZORRILLO Y PLANTA FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO”



FECHA: **NOVIEMBRE 2020**
LOCALIZACIÓN: **Llucmajor (Illes Balears)**
PROMOTORES: **FOTOVOLTAICA ZORRILLO, S.L. Y
FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.**

AUTOR:
Juan Luis García Menéndez
Ingeniero Industrial
Col. 1446 ICOIIG

**MEMORIA AGRUPACIÓN FOTOVOLTAICA DE
DOS PLANTAS FOTOVOLTAICAS DE 5 MWp**

**PLANTA FOTOVOLTAICA ZORRILLO Y PLANTA
FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO**

ÍNDICE

1. GENERALIDADES.....	5
1.1. Antecedentes	5
1.2. Objeto	7
1.3. Titulares	8
1.4. Autores	9
1.5. Normativa aplicable	9
1.6. Emplazamiento de la instalación	11
1.7. Clasificación del suelo	12
1.8. Aptitud fotovoltaica (según el Plan Director Sectorial Energético de las Illes Balears)	13
1.9. Superficies y ocupación previstas	13
2. CARACTERÍSTICAS DE LA AGRUPACIÓN FOTOVOLTAICA	17
2.1. Descripción técnica de la agrupación	17
2.2. Componentes de la instalación	18
2.2.1. Módulos fotovoltaicos	18
2.2.2. Seguidor solar	20
2.2.3. Inversor.....	22
2.2.4. Centro de transformación.....	24
2.3. Impacto ambiental.....	25
2.3.1. Energía producida	26

2.3.2. Reducción de emisiones de CO ₂	28
3. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	28
3.1. Configuración	28
3.2. Cableado	29
3.2.1. Interconexión de módulos para configurar string.....	32
3.2.2. String – inversor.....	32
3.2.3. Tramo inversor – centro de transformación	33
3.3. Protecciones	34
3.3.1. Protección frente a contactos directos e indirectos.....	35
3.3.2. Sobrecargas	36
3.3.3. Sobretensiones	37
3.4. Puesta a tierra	37
4. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN.....	38
4.1. Configuración	38
4.2. Cableado.....	38
4.3. Protecciones	40
4.4. Puesta a tierra	40
5. CENTRO DE CONTROL Y PROTECCIONES (CMM).....	42
5.1. Descripción general	42
5.2. Instalación eléctrica	43
5.2.1. Esquema eléctrico.....	43
5.2.2. Alimentación en baja tensión	50

5.2.3. Cuadro de control	52
5.2.4. Protecciones.....	53
5.3. Protección contra incendios.....	53
5.4. Red de tierras	54
5.5. Sistema de control y monitorización	55
6. LINEA DE EVACUACIÓN.....	57
6.1. Características generales.....	57
6.2. Descripción del trazado	59
6.2.1. Cruzamientos y paralelismos	60
6.3. Disposición física	66
6.4. Conductores.....	67
6.4.1. Cable aislado de potencia.....	67
6.4.2. Cable de acompañamiento de tierras.....	71
6.4.3. Cable de fibra óptica	72
6.4.4. Limitadores de tensión en las pantallas (SVL).....	74
6.5. Parámetros de la línea	75
6.5.1. Caída de tensión	76
6.5.2. Pérdida de potencia.....	76
7. PUNTO DE CONEXIÓN.....	76
8. OBRA CIVIL	77
8.1. Planta fotovoltaica.....	77
8.1.1. Estructuras	77

8.1.2. Canalizaciones	78
8.1.3. Viales internos	80
8.1.4. Vallado perimetral	80
8.1.5. Movimientos de tierra	81
8.1.6. Estudio geotécnico	82
8.1.7. Sistema de drenaje	82
8.1.8. Sistemas de seguridad	83
8.2. Centro de control y protecciones	83
8.2.1. Vial de acceso	83
8.2.2. Cimentaciones	83
8.2.3. Edificio de equipos	84
8.2.4. Zanjas y canales de cables	87
8.3. Línea de evacuación	87
8.3.1. Zanja	87
8.3.2. Arquetas de ayuda al tendido	88
8.3.3. Arquetas de fibra óptica	89
8.3.4. Señalización exterior de las canalizaciones	89
9. CRONOGRAMA	89
10. PRESUPUESTO	90
11. CONSIDERACIONES FINALES	91

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Se proyectan dos instalaciones solares fotovoltaicas denominadas Planta Solar Zorrillo y Planta Solar Ornitorrinco, cada una de ellas de 5 MWp, conectadas a la red de media tensión de Endesa.

Ambas instalaciones están formadas por 9.100 módulos fotovoltaicos bifaciales de 550 Wp, totalizando 5 MWp en el caso de DC y 3,5 MW nominales AC de potencia de inversores en el caso de Zorrillo y 4,0 MW en el caso de Ornitorrinco.

Las dos instalaciones son de distintos titulares, Fotovoltaica Zorrillo S.L. y Fotovoltaica Ornitorrinco S.L. respectivamente, y tienen un mismo punto de conexión a la red de distribución por lo que la línea de conexión es común a ambos proyectos. Esta línea se proyecta en subterráneo, discurriendo mayormente por terrenos de servidumbre pública y pertenece a la Planta Fotovoltaica Zorrillo.

Ambas instalaciones formarán una agrupación fotovoltaica conjunta a efectos de ocupación territorial y uso de suelo, y cumplimiento de la ley de Evaluación de Impacto ambiental y declaración de utilidad pública.

La agrupación de ambas instalaciones estará formada por un total de 18.200 módulos fotovoltaicos, totalizando una potencia pico instalada de 10 MWp y una potencia nominal máxima de evacuación de energía de 7,5 MW AC de salida de los inversores.

La producción anual estimada de la agrupación será de 19.312 MWh, correspondiendo 9.073 MWh a la Planta Fotovoltaica Zorrillo y 9.576 MWh a la Planta Fotovoltaica Ornitorrinco.

La parcela actual (polígono 45, parcela 230, denominación catastral 07031A045002300000EW) donde van ubicadas ambas instalaciones se adecuará y preparará para poder albergar las plantas solares fotovoltaicas conectadas a red. Este tipo de instalaciones permite compatibilizar, si se desea, su desarrollo con la actividad agrícola y/o ganadera, ya que este tipo de instalaciones no existe ningún

inconveniente para permitir el pasto de los animales o plantar especies autóctonas en las zonas libres.

La presente agrupación se adapta perfectamente para ser aprobado por Declaración de Utilidad Pública sin necesidad de declaración de Interés General.

Se ubica en una zona de aptitud fotovoltaica Media y Alta, según la información proporcionada por el sistema GIS del IDEIB de la Conselleria de Territori, Energia i Mobilitat de les Illes Balears.

La ley 13/2012 de medidas urgentes para la activación económica, en su artículo dos enuncia que *[...] las instalaciones de generación de electricidad incluidas en el régimen especial que utilicen la energía eólica, solar, [...] según su interés energético [...], podrán ser declaradas de utilidad pública.*

El pasado 11 de mayo de 2020, se recibió informe de acceso por parte de ENDESA, informando favorablemente en cuanto a la posibilidad de evacuación de 7,5 MW en la subestación de Lluçmajor a una tensión de 15kV. Esta potencia sería empleada en la evacuación conjunta de las Plantas Fotovoltaicas Zorrillo y Ornitorninco. Esta evacuación de ambas plantas fotovoltaicas se realizará desde el Centro de Control y Protecciones de la Planta Fotovoltaica Zorrillo hasta la SET Lluçmajor.

En todo momento, las instalaciones descritas en el presente proyecto serán de tipo desmontable, con una duración estimada de la instalación de 30 años desde su puesta en marcha. Asimismo, se presenta el mismo de conformidad con la normativa legal estatal e íntimamente ligado al entorno macroeconómico actual, que viene marcado principalmente por los compromisos de reducciones de contaminación atmosférica:

- Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030: en el que se definen los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética y fija los objetivos vinculantes para la UE en 2030.

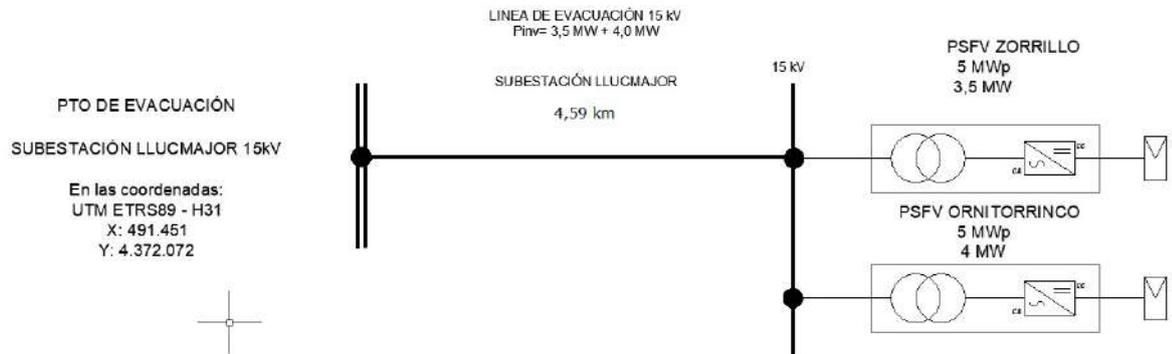
- La Directiva de 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, fija como objetivos generales conseguir una cuota del 20 % de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión Europea (UE) y una cuota del 10 % de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía en el sector del transporte en cada Estado miembro para el año 2020.
- Plan de acción nacional de energías renovables de España (PANER) 2011 – 2020, establece como objetivo que el 20% del consumo bruto de energía en el 2020 sea de fuente renovable.
- El Plan Director Sectorial Energético de las Islas Baleares.
- El Plan Territorial de Mallorca realiza una clara apuesta por el desarrollo de las energías renovables, proponiendo un impulso de la energía solar fotovoltaica como herramienta de autoabastecimiento energético.

1.2. Objeto

El objeto del presente documento es la definición de las características técnicas de la agrupación fotovoltaica, cuantificando su producción total, de forma que pueda utilizarse para solicitar los correspondientes permisos.

La energía eléctrica producida por la agrupación fotovoltaica se inyectará a la red de distribución a través de una línea de media tensión subterránea, a 15 kV, que conectará el Centro de Control y Protecciones de la PLANTA FOTOVOLTAICA ZORRILLO, con la Subestación de Lluçmajor a una tensión de 15 kV.

El esquema unifilar básico se representa a continuación:



La agrupación fotovoltaica proyectada, en general, estará formada por 18.200 módulos fotovoltaicos los cuales se situarán en seguidores (o trackers), de un solo eje horizontal, orientados en dirección Norte-Sur.

La presente agrupación fotovoltaica colinda por el oeste con la carretera PMV 6014, ocupando una parte de la parcela 230 del polígono 45, en el Término Municipal de Llucmajor (Mallorca). La ubicación exacta, tanto de la Agrupación Fotovoltaica como de la línea de evacuación de energía se detalla de forma exacta en el apartado correspondiente del documento "Planos".

En la realización de la presente agrupación fotovoltaica se buscarán en todo momento la optimización energética de la misma, utilizando para ello equipos y materiales de la más alta calidad, que además permitirán garantizar en todo momento la seguridad de la red, de las personas y de todos los sistemas que a ella se conectan.

1.3. Titulares

Los titulares de esta agrupación son las sociedades FOTOVOLTAICA ZORRILLO, S.L., con NIF B-67429977 y FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO, S.L. con NIF B-67429985, ambas con domicilio en Lugar Veinat Sant Daniel, 90 - C2, Tordera (Barcelona).

1.4. Autores

La empresa autora de la presente Memoria es TW CONSULTORES EFICIENCIA ENERGÉTICA, S.L., con C.I.F. B-66566423; y domicilio en Veinat San Daniel, 90 08490 Tordera (Barcelona).

1.5. Normativa aplicable

Para la realización del presente proyecto, son de aplicación los siguientes reglamentos y normas:

- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
- Ley 13/2012, de 20 de noviembre, de medidas urgentes para la activación económica en materia de industria y energía, nuevas tecnologías, residuos, aguas, otras actividades y medidas tributarias.
- Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el RD 842/2002 del 2 de agosto, e instrucciones técnicas complementarias.

- RD 1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, aprobado por el RD223/2008 y posteriores correcciones.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo.
- Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.
- Ley 12/2016, de 17 de agosto, de Evaluación Ambiental de las Islas Baleares.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Normas UNE.
- Normas CEI.
- Normas particulares de Endesa Distribución, S.A.
- Recomendaciones UNESA.

Y en el ámbito concreto y específico de las Illas Balears:

- Decreto 96/2005, de 23 de septiembre, de aprobación definitiva de la revisión del Plan director sectorial energético de las Islas Baleares.
- Decreto 33/2015, de 15 de mayo, de aprobación definitiva de la modificación del Plan Director Sectorial Energético de las Illes Balears.
- Ley 13/2012, de 20 de noviembre, de medidas urgentes para la activación económica en materia de industria y energía, nuevas tecnologías, residuos, aguas, otras actividades y medidas tributarias.

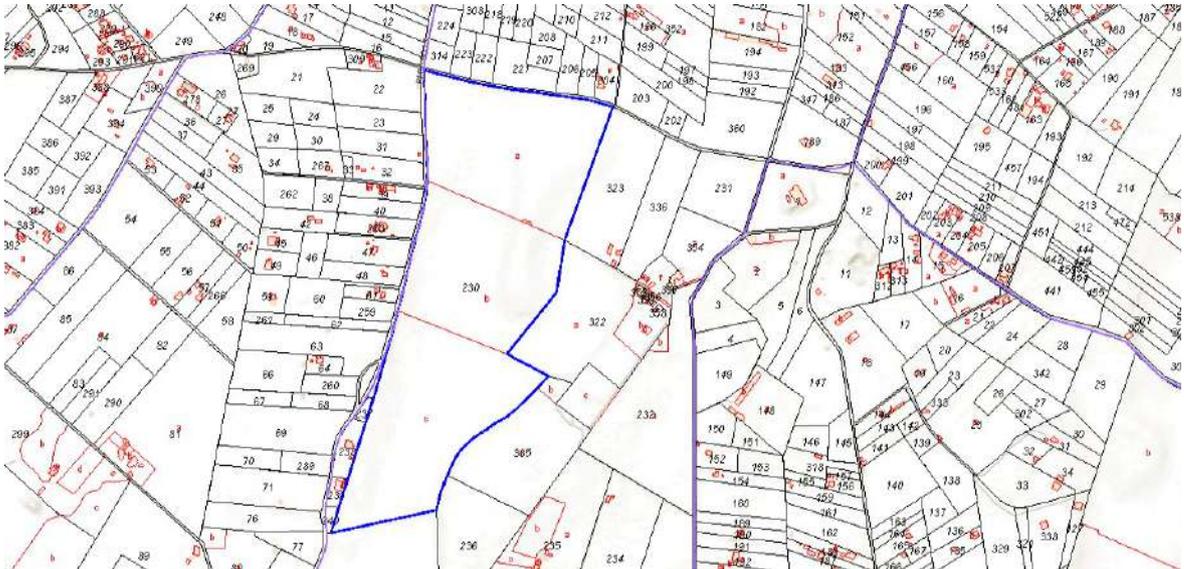
- Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de suelo.
- Ley 6/1997, de 8 de julio, del suelo rústico de las Islas Baleares.
- Ley 12/2014, de 16 de diciembre, agraria de las Illes Balears.
- Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética.
- Ley 6/2009, de 17 de noviembre de medidas ambientales para impulsar las inversiones y la actividad económica en las Illes Balears.
- Ley 11/2006 de 14 de septiembre, de evaluación de impacto ambiental y evaluaciones ambientales estratégicas en las Islas Baleares (Norma derogada, salvo las disposiciones adicionales tercera, cuarta y quinta, por la disposición derogatoria única 2.a) de la Ley 12/2016, de 17 de agosto).

1.6. Emplazamiento de la instalación

Las instalaciones fotovoltaicas se ubican en la parcela descrita a continuación:

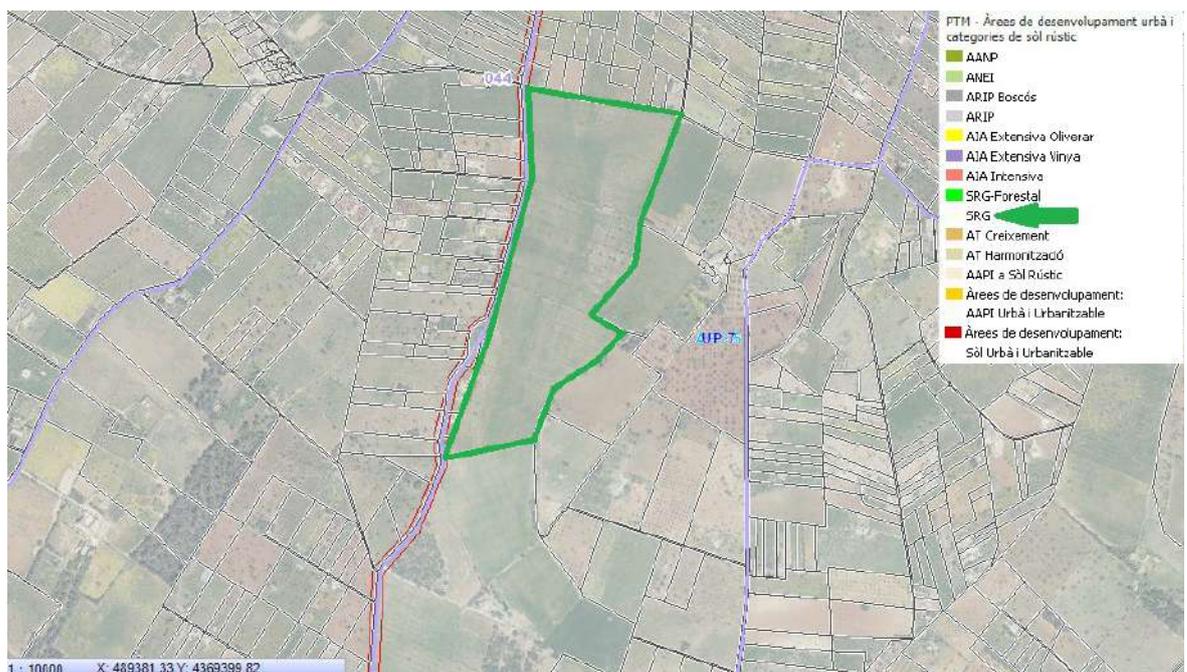
Polígono 45
Parcela 230
07031A045002300000EW
UTM – H31
X: 489.521
Y: 4.369.037

El acceso a las instalaciones se realizará a través de la carretera PMV-6014.



1.7. Clasificación del suelo

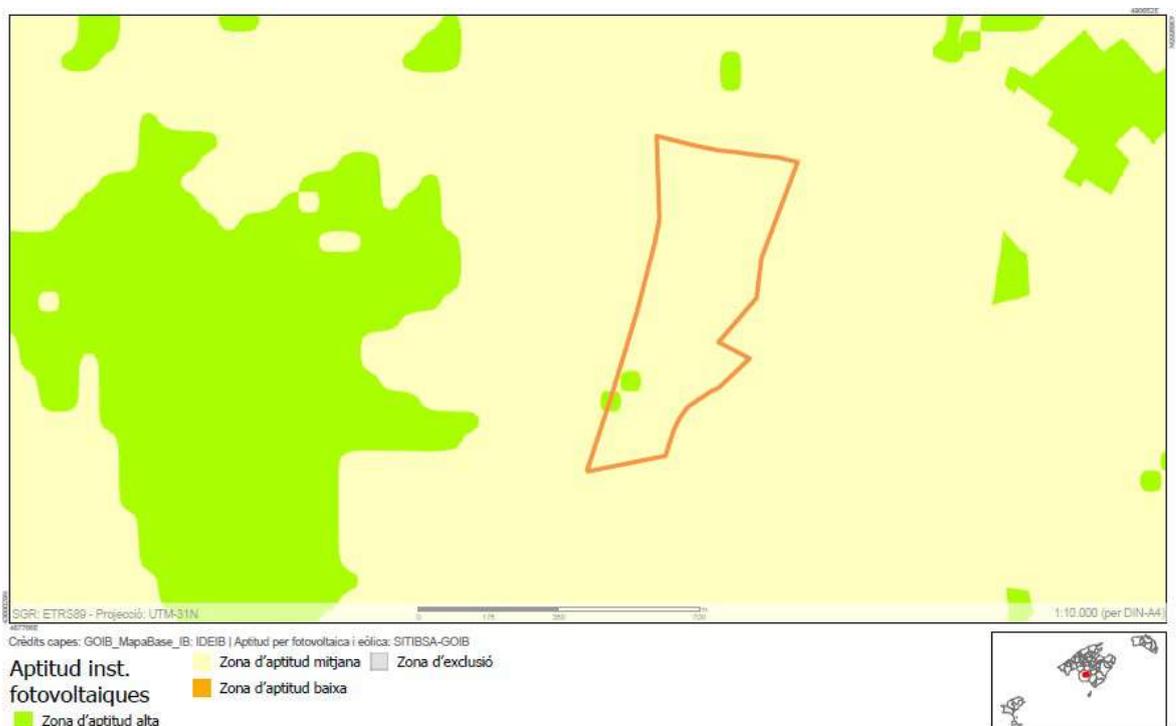
La parcela 230 del polígono 45 perteneciente al término municipal de Lluçmajor está calificada dentro del Plan Territorial de Mallorca como suelo rústico general (SRG). En este caso el área de la parcela en su totalidad no se encuentra afectada por áreas de prevención de riesgo (APR) o zonas de alto riesgo de incendio forestal (ZAR).



1.8. Aptitud fotovoltaica (según el Plan Director Sectorial Energético de las Illes Balears)

Según el Plan Director Sectorial Energético de las Illes Balears, las zonas de aptitud fotovoltaica pueden ser de 4 tipos: Zonas de aptitud alta, zonas de aptitud media, zonas de aptitud baja, y zonas de exclusión.

En este caso, y tal y como se puede observar en la siguiente imagen, la parcela se encuentra dentro de zonas catalogadas como zona de aptitud fotovoltaica media y alta.



1.9. Superficies y ocupación previstas

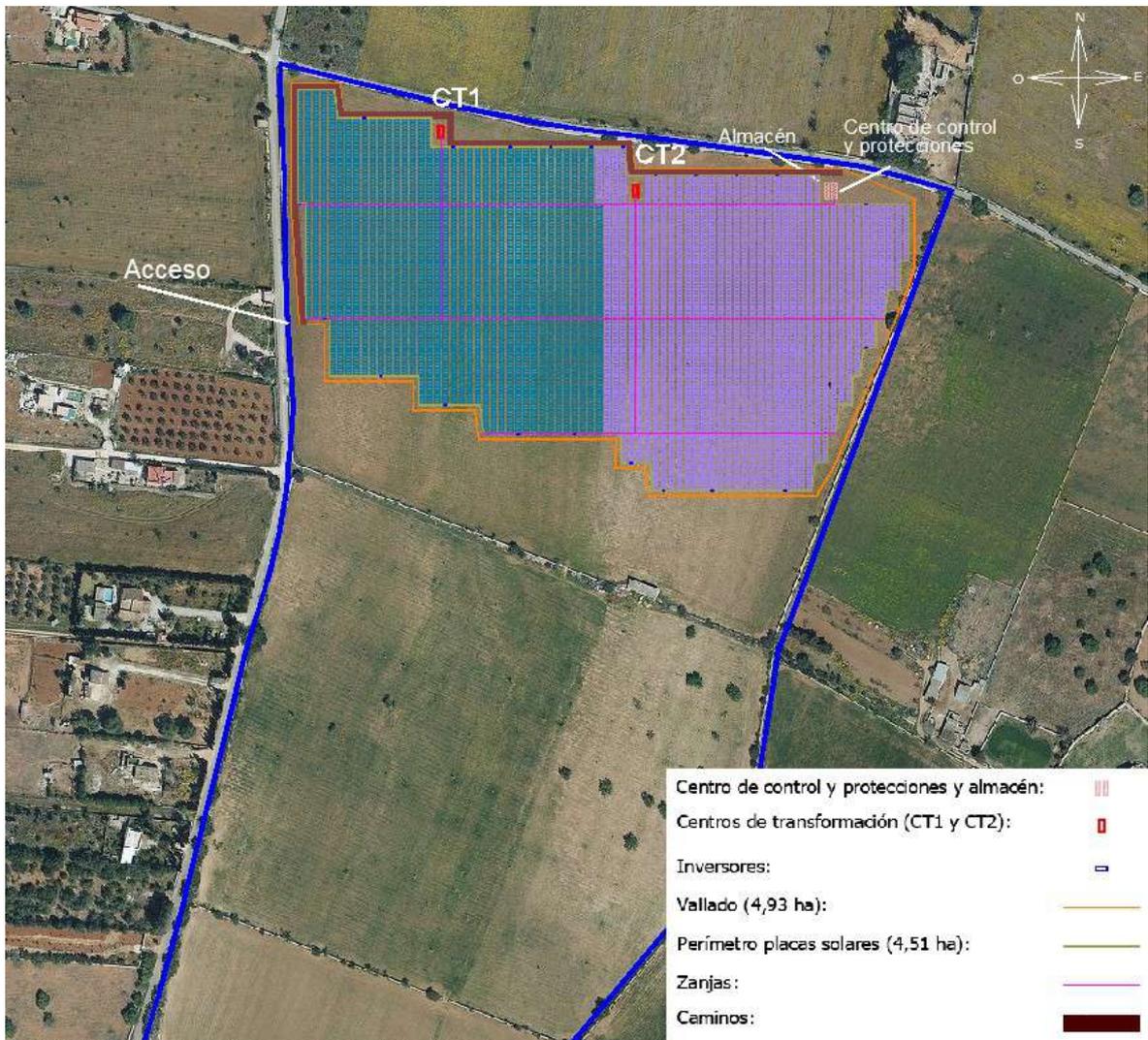
En el siguiente apartado se describen las diferentes superficies ocupadas por las plantas fotovoltaicas y la relación de estas con la superficie catastral total de la parcela.

Se diferencian las siguientes superficies:

- Superficie ocupada por nuevos elementos: Superficie ocupada por las placas fotovoltaicas y las nuevas edificaciones a realizar (Centros de transformación + CMM y Almacén), todo ello realizado según lo dispuesto en la Norma 22 del Plan Territorial de Mallorca.
- Superficie perimetral de placas solares: Superficie destinada a la disposición de los módulos fotovoltaicos.
- Superficie total de la planta fotovoltaica: Superficie destinada al conjunto de la planta fotovoltaica teniendo en cuenta los módulos y estructura, nuevas edificaciones, retranqueos necesarios, viales internos, etc. Sería todo lo comprendido dentro del vallado de la planta fotovoltaica.
- Superficie total de las parcelas: Se corresponde con la superficie catastral de las parcelas en donde se ubica la planta fotovoltaica.

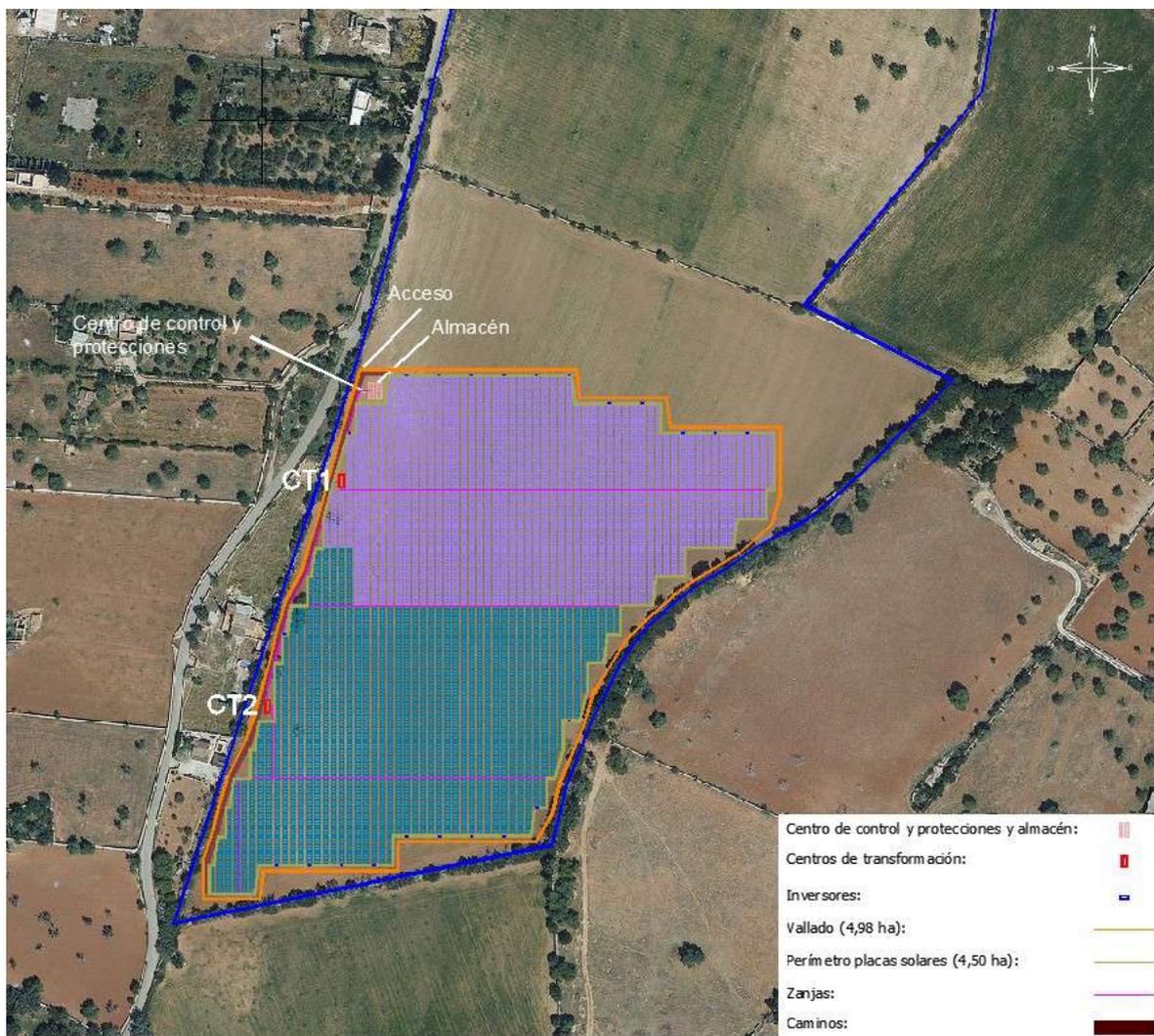
En la siguiente imagen se puede observar la distribución de dichas superficies para la PLANTA SOLAR ZORRILLO:

		Nº módulos	Superficie unitaria m ²	Superficie ocupada m ²	% de la superficie total de las parcelas
Superficie ocupada por nuevos elementos	Placas Solares	9100	2,6105	23755,55	11,22%
	Centros de transformación + CMM			71,38	0,03%
Superficie perimetral placas solares				44.761	21,15%
Superficie total planta fotovoltaica				49.874	23,56%
Superficie total de parcelas				211.664	100,00%



En la siguiente imagen se puede observar la distribución de dichas superficies para la PLANTA SOLAR ORNITORRINCO:

		Nº módulos	Superficie unitaria m ²	Superficie ocupada m ²	% de la superficie total de las parcelas
Superficie ocupada por nuevos elementos	Placas Solares	9100	2,6105	23755,55	11,22%
	Centros de transformación + CMM			71,38	0,03%
Superficie perimetral placas solares				44.621	21,08%
Superficie total planta fotovoltaica				50.286	23,76%
Superficie total de parcelas				211.664	100,00%



La distancia entre ambas instalaciones es superior a los 300 metros y la superficie de la agrupación inferior a 10 ha, por ello el conjunto se clasifica como instalación de tipo C según el Plan Director Sectorial vigente en las Islas Baleares. Por

este motivo, se tramitará la Declaración de Utilidad Pública del proyecto y se cumplirá en todo momento con las medidas previstas en el ANEXO F del mencionado Plan, relativas a "MEDIDAS Y CONDICIONANTES PARA LA IMPLANTACIÓN DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS".

2. CARACTERÍSTICAS DE LA AGRUPACIÓN FOTOVOLTAICA

2.1. Descripción técnica de la agrupación

Cada uno de los dos generadores fotovoltaicos que componen la agrupación está compuesto por 9.100 módulos fotovoltaicos monocristalinos bifaciales del modelo BIPRO TD7G72M-550, de 550 Wp de Talesun (o una referencia con características de generación similares). Dichos paneles conforman dos campos solares con una potencia total pico instalada de 10 MWp (5 MWp por cada instalación). Con esa potencia, se estima una producción total anual de 18.649 MWh, correspondiendo 9.073 MWh a la Planta Solar Zorrillo y 9.576 MWh a la Planta Fotovoltaica Ornitorrinco.

Los módulos fotovoltaicos producen electricidad en corriente continua. Para transformar la corriente continua en corriente alterna se instalan inversores, los cuales realizan esta conversión también en baja tensión.

Adicionalmente se proyectan 4 centros de transformación de 2,5MVA (2 centros de transformación en cada instalación) que se ocupan de aumentar la tensión de alterna de baja a media tensión, concretamente hasta 15 kV.

Para la PLANTA FOTOVOLTAICA ZORRILLO se proyecta la instalación de 22 inversores compactos del tipo SUN2000-185KTL-H1 de Huawei o similar. Cada inversor tendrá una potencia nominal de 185 kW y se limitará su potencia, bien a través del sistema de control SCADA de la planta fotovoltaica, o bien a través de la modificación electrónica de los equipos en fábrica; todo ello a fin de que la potencia total evacuada no exceda los valores indicados, en este caso de 3,5 MW.

Para la PLANTA FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO se proyecta la instalación de 23 inversores compactos del tipo SUN2000-185KTL-H1 de Huawei o similar. Cada inversor tendrá una potencia nominal de 185 kW y se limitará su potencia, bien a

través del sistema de control SCADA de la planta fotovoltaica, o bien a través de la modificación electrónica de los equipos en fábrica; todo ello a fin de que la potencia total evacuada no exceda los valores indicados, en este caso de 4,0 MW.

Eléctricamente, los paneles fotovoltaicos se dispondrán primeramente en grupos o arrays de 26 módulos en serie. A su vez se agruparán 700 strings en paralelo (350 strings en cada instalación) para completar la potencia de la instalación, a razón de unos 16 strings por inversor.

En la siguiente tabla se recogen las características principales de la agrupación:

Potencia Pico	10 MWp
Potencia Nominal	7,5 MW
Nº de inversores	45
Potencia unitaria del inversor	185 kW
Potencia pico módulo FV	550 Wp
Nº módulos FV	18.200

Cada subcampo se conectará al centro de control y protecciones de la planta a través de una línea subterránea de media tensión a 15 kV, y desde ahí evacuará la energía a través de una línea subterránea, también a 15 kV, conectando dicho centro de control y protecciones o CMM con la Subestación de Lluçmajor, punto de conexión indicado por ENDESA.

2.2. Componentes de la instalación

2.2.1. Módulos fotovoltaicos

Para las instalaciones fotovoltaica proyectadas que componen esta agrupación, se utilizarán módulos fotovoltaicos monocristalinos bifaciales del modelo TD7G72M, de 550 Wp de TALESUN (o una referencia con características de generación y dimensiones similares) con cercos de aluminio, compuestos por 144 células monocristalinas cada uno y conectadas en serie.

Los datos eléctricos, entre otros, la potencia nominal de los módulos fotovoltaicos está sometidos a tolerancias y pueden variar. Con ello, la potencia total de la instalación fotovoltaica puede, en caso dado, variar en un 0/+3%.

La cantidad de módulos fotovoltaicos proyectada para obtener la potencia instalada es de 9.100 aproximadamente.

Las características eléctricas de cada módulo fotovoltaico en condiciones estándar (1.000 W/m²; 25°C; AM 1,5) son las siguientes:

Fabricante	Talesun o similar
Modelo	TD7G72M (bifacial)
Potencia nominal (W _p)	550
Eficiencia del módulo (%)	21,1
Corriente de cortocircuito I _{sc} (A)	13,99
Tensión circuito abierto V _{oc} (V)	49,8
Corriente potencia máxima I _{mpp} (A)	13,23
Tensión potencia máxima V _{mp} (V)	41,6
Máximo voltaje del sistema (V)	1500
Protección	Clase II
Tipo de célula	Mono Perc
Tamaño de célula (mm)	182
Número de células	144

Las dimensiones de cada módulo son las siguientes:

Alto (mm)	2.300
Ancho (mm)	1.135

Fondo (mm)	35
Peso (kg)	29,5

Tal y como se comentó en el apartado anterior, eléctricamente, los paneles fotovoltaicos se dispondrán primeramente en grupos o arrays de 26 módulos en serie. A su vez se agruparán 700 strings en paralelo para completar la potencia de la agrupación.

2.2.2. Seguidor solar

Para soportar los módulos que configuran la instalación solar fotovoltaica se contará con unas estructuras de suportación que permitan un buen anclaje de los módulos solares y proporcionen la inclinación idónea de los mismos en cada momento, realizando un seguimiento solar este – oeste, con eje norte sur.

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, concretamente en el Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación del Código Técnico.

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.

Un motor y una transmisión mecánica son los responsables del movimiento unísono de cada conjunto, en total serán 350 seguidores aproximadamente. La lubricación del motor se realizará mediante aceite, el cual durará durante toda la vida útil del motor, por lo que no será necesaria su sustitución, tan solo una inspección cada 10 años, para comprobar que el nivel de aceite es idóneo y no existe rotura ni fuga. La velocidad a la que se moverán los módulos será inapreciable, estando programada para seguir la estela del sol.

Cada tracker llevará 52 módulos fotovoltaicos en disposición 1V (1 filas en vertical) con una distancia entre ejes en dirección Este-Oeste o pitch de 4,25 metros y en dirección Norte-Sur de 0,4 m.

Las estructuras irán hincadas directamente al suelo a una profundidad de unos 1,5 - 2 m. En aquellos casos en que se requiera por la aparición de afloramientos rocosos, se realizará pre-taladro o la utilización de pernos de anclaje y en el caso de terrenos más blandos se podrán introducir tornillos de anclaje o solución similar, incluso combinadas. La distancia mínima de los módulos al suelo será 0,8 metros para permitir una cubierta vegetal homogénea.

Todas las mañanas al amanecer, la unidad inicia la rotación del eje, apuntando los módulos hacia el este, hasta el límite del ángulo de inclinación para ese día. Siguiendo el algoritmo de control incluido en el sistema de seguimiento solar, el variador está variando el ángulo de inclinación, por lo tanto, la orientación de los módulos, terminando al final del día en su límite de ángulo de inclinación hacia el oeste.

Los diferentes seguidores son independientes entre sí desde el punto de vista estructural, y tienen la capacidad de adaptarse a pendientes de hasta un 25% en la dirección norte - sur.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales, mediante galvanización en caliente, que garantice la integridad de la estructura durante la vida útil del Generador Solar.

Todos los perfiles contienen ranuras de fijación integradas, para facilitar el montaje de los módulos fotovoltaicos.

Para seleccionar los postes se elabora un certificado del terreno, estudiando la profundidad necesaria de hincado de los postes y su dimensión óptima. De esta manera se garantiza el mejor aprovechamiento de los materiales.

En la siguiente imagen se pueden observar la disposición tipo de los seguidores solares proyectados.



2.2.3. Inversor

El inversor es el elemento encargado de realizar el paso de la tensión y corriente continua generada en los módulos fotovoltaicos a las condiciones de alterna de la red.

El principio de funcionamiento del inversor es el de una fuente de corriente autoconmutada mediante puentes de tiristores IGBT, que realiza un seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) del generador fotovoltaico, no siendo capaz de funcionar en isla o modo aislado.

La potencia de entrada del inversor, al ser variable, garantiza la capacidad del mismo para extraer la máxima potencia de los módulos fotovoltaicos a lo largo de cada día.

El inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, incorporando los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo. Los controles manuales mínimos que incorporará serán:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

El inversor será capaz de entregar potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superior a las Condiciones Estándar de Medida (CEM). Además, soportará picos de magnitud un 30% superior a las CEM durante periodos de 10 segundos.

El factor de potencia será superior a 0,95 entre el 25% y el 100% de la potencia nominal. A partir de potencias mayores a un 10% la nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Sus características principales son las siguientes:

Fabricante	HUAWEI o similar
Modelo	Sun 2000-185KTL-H1
DATOS DE ENTRADA (DC)	
Rango de tensiones MPPT (V)	500-1.500
Tensión máxima entrada (V)	1.500
DATOS DE SALIDA (AC)	
Potencia nominal (kW)	185
Tensión nominal (V)	800
Frecuencia nominal (Hz)	50
Distorsión armónica total	< 3,0%

Factor de potencia > 0,99

DATOS GENERALES

Rendimiento máximo (%) 99,03

Rendimiento Europeo (%) 98,69

Refrigeración Ventilación forzada

Grado de protección IP66

Temperaturas tolerables (°C) -25...60

2.2.4. Centro de transformación

Cada grupo de inversores, descritos anteriormente, se conecta a través de cables enterrados directamente a un centro de transformación de 2.500 kVA o similar. El centro de transformación es una instalación que alberga todos los equipos de media tensión, incluyendo el transformador de media tensión, interruptor de media tensión, tanque de aceite y una conexión adaptable con los inversores.

La potencia de estas unidades es de 2.500 kVA aunque esta es adaptable a la de los inversores. El nivel de tensión de salida es de 15 kV y el rango de operación en baja tensión o del primario es de 800 V.

Estos equipos estarán apoyados sobre el terreno nivelado con losas de hormigón para el emplazamiento de dichos elementos prefabricados o hincados al terreno.

El Proyecto contempla la instalación de 2 centros de transformación con potencia de 2,5 MVA cada uno. La potencia de la instalación se limita con los inversores; es decir, esta no será superior a 3,5 MW.

Las características de cada transformador son las siguientes:

Potencia 2.500 kVA

Relación de transformación	15:0,69 kV
Grupo de conexión	Dyn11
Pérdidas en vacío	2.500 W
Pérdidas en carga	22.500 W
Impedancia de Cortocircuito a 75°C	6.5%
Rendimiento plena carga	99,00%

2.2.4.1. Disposición del centro de transformación

Para la implantación en el terreno se propone una solución de perfiles directamente hincados al terreno, rematados en unas placas sobre las que apoya la estructura del centro de transformación o bien apoyado el conjunto en una losa de hormigón.

Toda la solución anterior irá panelada con acabado exterior en piedra tipo marés o mediante el tradicional chorreado de cemento natural con acabado en color "ocre tierra". Se reserva el empleo de teja árabe para el tejado de las instalaciones, todo ello en cumplimiento de lo establecido en la normativa insular vigente.

2.3. Impacto ambiental

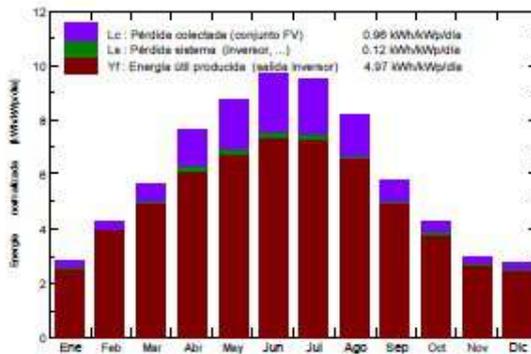
Con la proyección, ejecución y puesta en marcha del proyecto aquí descrito se da cumplimiento a las prescripciones de impacto ambiental detalladas por la Comisión de Medio Ambiente de las Illes Balears.

2.3.1. Energía producida

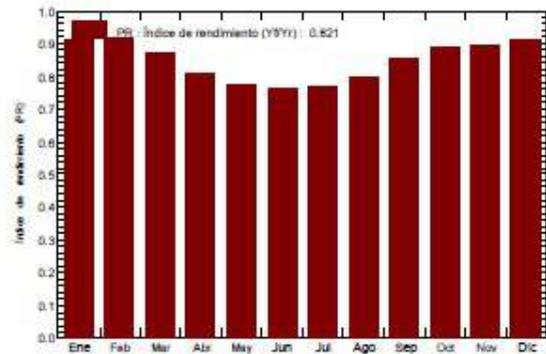
La energía producida por la agrupación fotovoltaica se estima a través del software PVsyst, teniendo en cuenta el módulo utilizado, su tecnología y la configuración propuesta.

Es base a este estudio, la energía generada ascendería a 9.073 MWh/año en el caso de la Planta Fotovoltaica Zorrillo; tal y como se puede observar en las siguientes imágenes:

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 5005 kWp



Indice de rendimiento (PR)



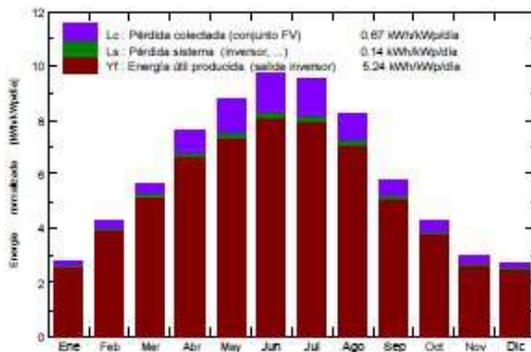
Tracker - Pitch 4.25m - 26_1V - Talesun 550Wp_Huawei Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	69.8	31.62	12.06	87.6	80.9	409	399	0.910
Febrero	94.2	36.25	12.00	120.3	112.6	567	553	0.919
Marzo	138.7	53.14	12.74	175.8	165.2	784	765	0.670
Abril	182.4	64.77	15.28	228.9	216.3	948	925	0.808
Mayo	217.8	70.62	18.76	271.6	257.4	1076	1051	0.773
Junio	232.3	66.65	22.44	291.7	277.2	1133	1106	0.758
Julio	234.7	69.77	24.37	294.3	279.4	1162	1133	0.770
Agosto	202.2	63.64	24.94	255.0	241.7	1043	1018	0.797
Septiembre	138.9	58.66	22.50	173.8	163.1	763	744	0.856
Octubre	105.2	45.83	21.04	132.4	123.9	602	587	0.885
Noviembre	70.3	32.87	16.76	89.7	82.8	411	401	0.892
Diciembre	67.0	26.51	11.64	85.9	79.2	401	391	0.910
Año	1753.6	620.34	17.91	2206.9	2079.6	9300	9073	0.821

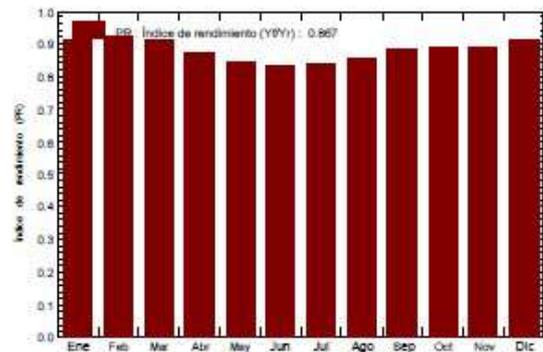
Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
 DiffHor Irradiación difusa horizontal EArray Energía efectiva en la salida del conjunto
 T_Amb T amb. E_Grid Energía inyectada en la red
 GlobInc Global incidente plano receptor PR Índice de rendimiento

Es base al mismo estudio, la energía generada ascendería a 9.576 MWh/año en el caso de la Planta Fotovoltaica Ornitorrinco; tal y como se puede observar en las siguientes imágenes:

Producciones normalizadas (por kWp Instalado): Potencia nominal 5005 kWp



Índice de rendimiento (PR)



Tracker - Pitch 4.25m - 26_1V - Talesun 550Wp_Huawei
Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	69.8	31.62	12.08	87.6	80.9	409	399	0.909
Febrero	94.2	36.25	12.03	120.3	112.7	567	554	0.919
Marzo	138.7	53.14	12.75	175.8	165.2	821	800	0.910
Abril	182.4	64.77	15.28	228.9	216.3	1023	998	0.871
Mayo	217.8	70.62	18.76	271.6	257.5	1170	1141	0.839
Junio	232.3	66.65	22.44	291.7	277.2	1244	1212	0.830
Julio	234.7	69.77	24.37	294.3	279.5	1267	1235	0.838
Agosto	202.2	63.64	24.94	255.0	241.7	1123	1094	0.857
Septiembre	138.9	58.66	22.51	173.8	163.1	785	765	0.880
Octubre	105.2	45.83	21.06	132.4	123.9	603	588	0.887
Noviembre	70.3	32.87	16.79	89.7	82.8	410	400	0.891
Diciembre	67.0	26.51	11.67	85.9	79.2	401	391	0.910
Año	1753.6	620.34	17.92	2206.8	2080.0	9824	9576	0.867

Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
 DiffHor Irradiación difusa horizontal EArray Energía efectiva en la salida del conjunto
 T_Amb T amb. E_Grid Energía inyectada en la red
 GlobInc Global incidente plano receptor PR Índice de rendimiento

Los kWh eléctricos generados con la planta fotovoltaica ahorran la quema de gran cantidad de combustibles. Además, a esto se ha de añadir el gasto energético derivado de la extracción y transporte de este combustible, juntamente con la reducción del impacto ambiental derivado de ahorro de emisiones de CO₂, SO₂, NO_x, etc.

2.3.2. Reducción de emisiones de CO₂

El dióxido de carbono (CO₂) es uno de los mayores causantes del efecto invernadero, pese a su naturaleza no contaminante. Empleando un factor emisión de 775.4 g CO₂/kWh (fuente Dirección General de Energía y cambio Climático), y teniendo en cuenta la producción energética de la agrupación fotovoltaica de 18.649 MWh/año descrita en el apartado anterior, se estaría evitando la emisión a la atmósfera de más de 14.460 toneladas de CO₂ al año.

Así mismo, considerando un consumo medio por vivienda de 9.922 kWh/año, la energía producida será capaz de satisfacer las necesidades eléctricas de más de 1.879 viviendas.

3. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

A continuación, se describirán todos los detalles de la instalación eléctrica en baja tensión y se definirán los parámetros técnicos relativos a cableado, protecciones y red de tierras.

Los strings de corriente continua procedentes de los módulos terminan en los inversores, los cuales estarán situados a pie de los trackers. De los inversores saldrá la corriente alterna en baja tensión (800 V) en dirección a cada uno de los dos centros de transformación y la energía se agrupará en el centro de control y protecciones.

3.1. Configuración

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, la agrupación está formada por 18.200 módulos fotovoltaicos, sumando una potencia pico de 10 MWp y una potencia nominal de 7.5 MW.

Los módulos se agrupan en primer lugar en strings de 26 módulos en serie. Posteriormente, cada conjunto de 15 strings (como máximo) se agrupará en los inversores, que disponen de 9 entradas MPPT lo cual hace que al menos 6 strings

deban agruparse de dos en dos, bien a través de cajas combinadoras, bien a través de conectores MC4 del tipo 2 a 1.

De cada caja combinadora saldrá una línea de dos conductores unipolares (positivo y negativo) que irá a cada una de las 9 entradas de las que dispone cada inversor.

Posteriormente, y como se verá en sucesivos apartados, cuatro centros de transformación serán los encargados de elevar la corriente alterna desde 800 V hasta los 15 kV para su inyección a red. En este caso los inversores serán de la marca HUAWEI, modelo Sun2000-185KTL-H1 (o una referencia con características de generación y dimensiones similares).

La energía se transportará hasta el centro de control y protecciones de la planta, punto habilitado para las operaciones de control y maniobra, así como para la realización de las lecturas fiscales de la energía producida.

En los siguientes apartados se detallarán las características técnicas del sistema de protecciones, puesta a tierra y dimensionamiento de las líneas eléctricas en baja tensión.

3.2. Cableado

El criterio de dimensionamiento de cada parte del sistema eléctrico será diferente debido a que el voltaje variará según la configuración de los módulos fotovoltaicos. Para el cálculo de las secciones de cableado oportunas, se tendrán en cuenta tanto el criterio de caída de tensión como el criterio de máxima intensidad admisible, los cuales analizaremos en profundidad a continuación.

La tensión de operación de los inversores fotovoltaicos normalmente no sobrepasará la tensión nominal de los cables estándar, tensiones que se sitúan entre los 500 V y 1.500 V. Para grandes sistemas fotovoltaicos, con series de gran número de módulos, deberá comprobarse que la tensión de circuito abierto a -10° C no sobrepase la tensión nominal del cableado para evitar posibles fallos y daños en la instalación eléctrica.

El criterio fundamental en el diseño de las secciones del cableado es el de reducir lo máximo posible las pérdidas resistivas en los cables, lo que se traduce en evitar pérdidas de energía generada en forma de calor (efecto Joule). Las pérdidas para cualquier condición de trabajo del cableado en la sección de continua no deben sobrepasar el 1,5%.

Como ya se ha mencionado el inversor fotovoltaico generalmente operará a lo largo del año en torno al 80% de su potencia nominal debido a que las condiciones meteorológicas reales difieren notablemente de las condiciones de prueba de los módulos. Por lo tanto, la corriente de operación será generalmente inferior a la corriente nominal en condiciones estándar y de este modo, todo diseño dimensionado para la corriente nominal tendrá un porcentaje de pérdidas menor que el esperado.

Así mismo, la corriente máxima admisible por los cables está influenciada por la temperatura ambiente, el agrupamiento de los cables y las conducciones utilizadas. Para la determinación de las corrientes admisibles reales de la instalación, los valores teóricos de corriente máxima deberán ser corregidos con los correspondientes factores de corrección asociados a cada uno de los parámetros anteriores.

En la instalación de generación descrita en el presente proyecto podemos distinguir tres tramos de cableado en baja tensión, todos ellos perfectamente diferenciados:

- Tramo de interconexión de los 26 módulos para la configuración del string.
- Tramo string – inversor.
- Tramo inversor – centro de transformación.

Para el cálculo de las secciones de cableado en corriente continua se tendrá en cuenta tanto la energía a transportar como la distancia a recorrer por la corriente eléctrica.

Así mismo, para un correcto dimensionamiento, se deberá tener en cuenta el criterio de máxima caída de tensión en una línea, nunca siendo esta superior al 1,5%. La sección mínima de cableado en base a este criterio se calcula de según la siguiente fórmula:

$$S_{dc} = \frac{2 \times L_{dc} \times I_{dc}}{\Delta V(\%) \times U_{MPP} \times \kappa} = \frac{2 \times L_{dc} \times I_{dc}^2}{\Delta V(\%) \times P_{dc} \times \kappa}$$

Siendo:

- L_{dc} la longitud del tramo en estudio
- I_{dc} la corriente máxima de la rama (este caso sería la corriente de cortocircuito I_{cc})
- U_{MPP} es la tensión de máxima potencia en condiciones nominales.
- P_{dc} es la potencia nominal de la rama fotovoltaica en condiciones STC
- κ es la conductividad eléctrica del cobre en $m/(mm^2)$

Una vez calculada la sección mínima según el criterio de máxima caída de tensión admisible, se debe comprobar que la sección seleccionada admite la correspondiente intensidad de corriente máxima del inversor en cada tramo.

Por lo tanto, dado que la máxima intensidad del inversor fotovoltaico será la corriente de cortocircuito bajo condiciones estándar (STC), los tramos de cableado deberán diseñarse para soportar una intensidad un 25% superior a la intensidad de cortocircuito, es decir:

$$I_{max} = 1,25 \times I_{cc}$$

Y la sección transversal del cable será aquella cuya intensidad máxima admisible I_z sea mayor o igual a la intensidad máxima admisible calculada según la fórmula anterior, es decir:

$$I_{max} \leq I_z$$

La intensidad máxima admisible (I_z) para la sección seleccionada deberá ser corregida de acuerdo a la temperatura de operación y las condiciones de instalación, todas ellas definidas en el estudio de producción y dimensionamiento realizado por el software PVSyst.

3.2.1. Interconexión de módulos para configurar string

Para la interconexión de los módulos entre si se empleará, preferentemente, los conductores que incorporan estos de fábrica, conectando los mismos mediante técnicas como el "salto de rana" que permitan aprovechar al máximo la longitud de los mismos. Las conexiones de los módulos en serie se realizarán mediante conectores MC4.

En donde no sea posible el empleo de los conductores que los propios módulos traen implementados, se utilizarán conductores unipolares de 6 mm² de 0,6/1kV con aislamiento del tipo ZZ-F.

3.2.2. String – inversor

Una vez configurados los strings de 26 módulos en serie, estos se conectarán entre sí hasta completar las 9 entradas MPPT que tiene cada inversor, motivo por el cual será necesario agrupar varias veces en una misma entrada del inversor dos strings. Para realizar esta conexión de 2 strings en paralelo de forma rápida y sencilla se empleará un juego de conectores MC4 doble, rígido y perfectamente estancos gracias a su cierre de seguridad.



En los casos en donde se requiera la conexión en paralelo de 2 strings se emplearán conductores de cobre, unipolares, ZZ-F, con tensión asignada de 0,6/1 kV y sección 10 mm² cumpliendo de esta forma con los criterios de caída de tensión

(caída de tensión inferior a 1,5%) e intensidad de cortocircuito establecidos anteriormente.

La corriente máxima (según documento de fabricante del cable) del conductor de cobre seleccionado de sección 10 mm² es de 82 A, muy por encima de los 27,98 A que circularían en caso de cortocircuito.

Donde solo se conecte un string a cada entrada del inversor también se emplearán conductores de cobre, unipolares, ZZ-F, con tensión asignada de 0,6/1 kV y sección 6 mm². En este caso, la corriente máxima del conductor es de 59 A, muy por encima de los 13,99 A que circularían en caso de cortocircuito.

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)
1 x 1,5	1,8	4,5	31	13,3	24	30	30,48
1 x 2,5	2,4	5	43	7,98	34	41	18,31
1 x 4	3	5,6	59	4,95	46	55	11,45
1 x 6	3,9	6,2	79	3,30	59	70	7,75
1 x 10	5,1	7,2	122	1,91	82	98	4,60
1 x 16	6,3	8,6	182	1,21	110	132	2,89
1 x 25	7,8	10,1	274	0,780	146	176	1,83
1 x 35	9,2	11,3	374	0,554	182	218	1,32
1 x 50	11	12,8	508	0,386	220	276	0,98
1 x 70	13,1	15,6	709	0,272	282	347	0,68
1 x 95	15,1	16,4	900	0,206	343	416	0,48
1 x 120	17	18,6	1153	0,161	397	488	0,39
1 x 150	19	20,4	1452	0,129	458	566	0,31
1 x 185	21	22,4	1713	0,106	523	644	0,25
1 x 240	24	24,0	2245	0,0801	617	775	0,20

En ambos casos, los conductores están específicamente diseñados para instalaciones solares en intemperie, destacando entre otras cualidades que son resistentes a los rayos ultravioleta.

3.2.3. Tramo inversor – centro de transformación

Se dispondrán un total de 4 centros de transformación, de forma que a cada uno de ellos llegará la energía alterna procedente de 11 inversores (la agrupación contará con un total de 45 inversores). La conexión entre cada uno de los inversores y

el transformador, con relación transformación 0,8/15 kV, se realizará mediante conductor tripolar de cobre, RV y tensión asignada 0,6/1 kV. En este caso se selecciona un conductor tripolar 3x150 mm², cumpliendo lo establecido en cuanto a criterios de caída de tensión e intensidad admisible y de cortocircuito.

La corriente máxima admisible del conductor de cobre seleccionado, en este caso de 3x150 mm², es de 260 A (intensidad admisible para instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K.m/W), siendo muy superior a la intensidad máxima de salida del inversor, que será de 134,9 A.

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (t)	DIÁMETRO SOBRE AISLAMIENTO mm (t)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (t)	PESO kg/km (t)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2) Y (3)	
								cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
3 x 25	0,9	7,7	20,8	1070	0,727	115	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	8,8	23,2	1390	0,524	143	117	1,17	1,01
3 x 50	1	10,3	26,4	1860	0,387	174	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	12	30,5	2580	0,268	223	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	13,8	34,5	3490	0,193	271	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	15,4	38,2	4300	0,153	314	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	17,2	42,5	5400	0,124	359	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	19,3	47,6	6740	0,0991	409	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	21,8	53,4	8590	0,0754	489	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	24,3	59,2	10770	0,0601	549	380	0,14	0,18

El tendido de los conductores se realizará en canalización subterránea en zanja mediante tubo curvable de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada) Ø160 mm.

Cada caja combinadora tendrá bornes bimetálicos para permitir la entrada y salida de las líneas. Asimismo, el inversor permite el cableado directo de cada una de las líneas de las instalaciones en bornes interiores.

3.3. Protecciones

El sistema de protecciones de la planta cumplirá con lo establecido en el artículo 11 del R.D. 1699/2011, de 18 de noviembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. Así mismo, contará con todas las protecciones preceptivas según los Reglamentos Electrotécnicos para Baja y Alta Tensión y la OM5/09/1985.

A continuación, se describen las protecciones empleadas en corriente continua, y por consiguiente en baja tensión debido a la configuración propuesta en la instalación, estando todas ellas comprendidas estas entre los módulos fotovoltaicos y el inversor.

3.3.1. Protección frente a contactos directos e indirectos

El inversor fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contactos directos e indirectos, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de directa 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:

- Aislamiento de clase II en los módulos fotovoltaicos, cables y cajas de conexión.
- Controlador permanente de aislamiento, integrado en el inversor, que detecte la aparición de derivaciones a tierra. El inversor detendrá su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo.

En el diseño de la protección individual de los cables de cada rama, hay que tener en cuenta que la corriente de cortocircuito es aproximadamente igual que la corriente nominal de la rama. Este hecho condiciona la utilización de fusibles o disyuntores que puedan utilizarse para proteger el cableado contra los cortocircuitos.

Por lo tanto, la protección contra cortocircuitos en el inversor fotovoltaico, por fallas en el aislamiento o falla en la protección a tierra, se recomienda realizarla mediante el uso de sistemas de protección de corte automático, sensible a las tensiones de contacto en corriente directa.

Tal y como se mencionó anteriormente el inversor contiene esa protección en su interior. Si la instalación llegase a ser de grandes dimensiones habría que incluir más de este tipo de protecciones repartida en las diversas ramas que conforman al inversor, para protegerlo en toda su extensión.

Así mismo, se incorporará por cada caja combinadora un disyuntor de CC de 125 A y 1500 Vcc que permitirá la desactivación y corte manual de cada una de las entradas del inversor.

3.3.2. Sobrecargas

Los fusibles son normalmente distribuidos por cada una de las ramas de los grandes sistemas fotovoltaicos para proteger la instalación eléctrica de sobrecargas.

Adicionalmente, deberá instalarse un elemento de corte general bipolar para corriente continua, que debe ser dimensionado para la tensión máxima de circuito abierto del inversor a 10°C, y para 125% de la corriente máxima del inversor.

Se deberán dimensionar los fusibles teniendo en cuenta el criterio de que la corriente admisible del cable (I_z) deberá ser superior a la corriente nominal del fusible (I_n) y a su vez, inferior al corriente límite de fusión de este (I_{nf}). A su vez, la I_{nf} no podrá ser superior a 1,15 veces la I_z :

$$I_n \leq I_{nf} \leq 1,15 \times I_z$$

Adicionalmente, para evitar cortes imprevistos en la producción energética, la corriente nominal del fusible (I_n) vendrá dada por la expresión, de forma que una vez que ocurra una sobrecarga en alguno de los conductores activos de la instalación fotovoltaica, los fusibles deberán de protegerlos.

$$I_n \geq 1,25 \times I_{n \text{ RAMA}}$$

Cabe mencionar que el elemento de corte tendrá que ser capaz de conectar y desconectar el inversor en carga, en buenas condiciones de seguridad.

En base a estas premisas, se instalará un fusible en cada uno de los polos de los strings de 26 módulos en serie que conforman toda la instalación. De este modo se consiguen dos objetivos; el primero de ellos es el de impedir que este subgrupo pase a trabajar en ningún momento como carga y soportando corrientes inversas superiores a su propia corriente de cortocircuito. El segundo de ellos es el de permitir la desconexión fácil y rápida de este subgrupo, facilitando las labores del personal de

mantenimiento. En este caso, y para manipular los módulos, se extraerán los dos fusibles indicados y se procederá al cortocircuitado de dicho subgrupo, para de este modo trabajar sin ningún riesgo.

Teniendo en cuenta las premisas establecidas anteriormente, los fusibles estarán tarados a un valor de 16 A y para trabajar en valores de tensión de hasta 1500 V.

3.3.3. Sobretensiones

Sobre la parte de corriente continua se pueden producir sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia. Por ello, se protegerá la instalación mediante el empleo de varistores (descargadores de sobretensión). En este caso se emplearán descargadores de tensión tarados para una tensión máxima de funcionamiento de 1500 V y una corriente nominal de descarga de 10 kA.

3.4. Puesta a tierra

Por un lado, se realizará una puesta a tierra del generador fotovoltaico, por contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura de suportación, conectándose ésta a tierra, ajustándose ésta a la que previene ITC-BT-18, y se realizará mediante conductor de cobre de 35 mm² de sección. Se dispondrá el número de electrodos necesario para conseguir una resistencia de tierra tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V.

Por otro lado, se conectarán todos los elementos metálicos de cuadros, cajas de conexiones y descargadores de sobretensiones a la tierra de la instalación.

4. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

En este apartado se describirán todos los detalles de la instalación eléctrica en media tensión y se definirán los parámetros técnicos relativos a cableado, protecciones y red de tierras.

En este caso, y tal como se avanzaba en el apartado 3 de la presente memoria, toda la instalación de media tensión será en corriente alterna.

4.1. Configuración

Como se ha comentado anteriormente, la agrupación estará formada por 45 inversores y 4 centros de transformación que serán los encargados de transformar la corriente continua en alterna, primeramente a 800 V y posteriormente elevar la tensión de la misma hasta los 15 kV para su inyección a red. En este caso los inversores serán de la marca HUAWEI, modelo SUN-185KTL (o una referencia con características de generación y dimensiones similares)

Esta energía se transportará hasta el centro de control y protecciones (CMM) de la planta, punto habilitado para las operaciones de control y maniobra de la planta así como para la realización de las lecturas fiscales de la energía producida. En este caso concreto, el centro de control y protecciones contará con dos celdas de entrada, una por centro de transformación, así como las correspondientes celdas de servicios auxiliares, medida, remonte (si procede) y una única celda de salida de la cual partirá la línea de media tensión subterránea que conectará la planta con el punto de conexión asignado.

En los siguientes apartados se detallarán las características técnicas relacionadas con el dimensionamiento del cableado, puesta a tierra y protecciones.

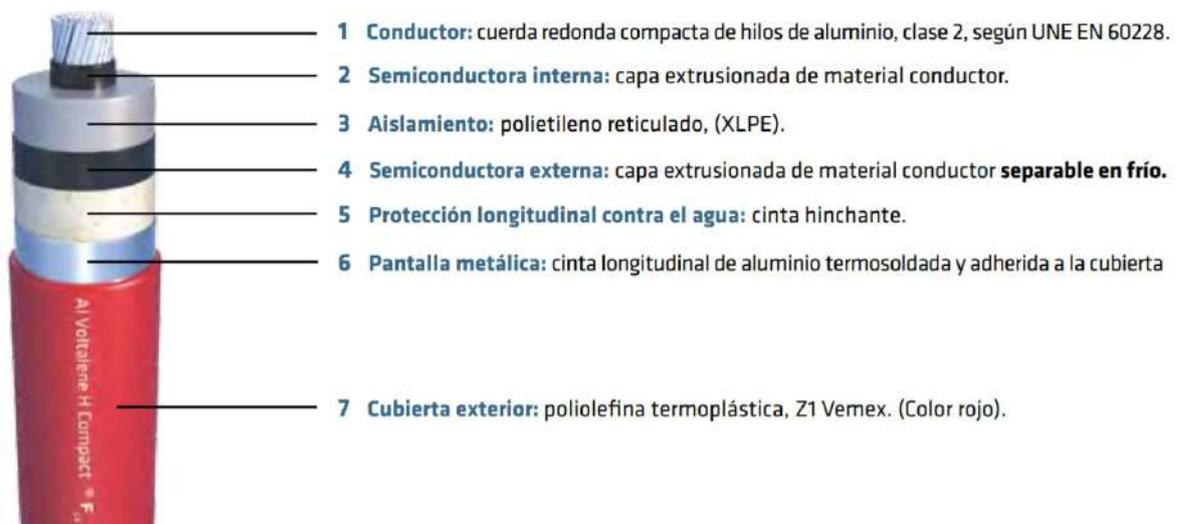
4.2. Cableado

La conexión en media tensión de los centros de transformación a las celdas de entrada del centro de control y protecciones se realizará mediante terna de cable

unipolar RH5Z1 que discurrirá de forma subterránea por zanja. Dichos conductores estarán dispuestos a una profundidad de 1 metro, salvo cruzamientos con otras canalizaciones que obliguen a variar la profundidad de estas líneas.

El cálculo de sección se efectúa de forma que la caída de tensión máxima en las líneas sea inferior a 1,5 %.

De forma genérica, los cables de CA estarán formados por un conductor flexible, unipolar de cobre en construcción extra flexible, aislado con polietileno de cadena cruzada (XLPE) y cubierta de cloruro de polivinilo (PVC) de alta flexibilidad y resistencia a la abrasión. Estarán fabricados de acuerdo a la norma UNE 21-123 y presentarán unas prestaciones elevadas frente a sobrecargas y cortocircuitos y certificado con método de ensayo (IEC-60-332-1-2).



En este caso, para la interconexión de cada skid con la celda de entrada correspondiente del centro de control y protecciones se empleará una terna de cables unipolares RH5Z1, de 95 mm² directamente enterrados, cumpliendo con los correspondientes criterios de caída de tensión y cortocircuito.

Además, tal y como se observa en la siguiente imagen, la máxima intensidad admisible para conductor RH5Z1 de 95 mm² directamente enterrado es de 205 A,

muy superior a los 150 A que circularán en condiciones nominales y considerando un $\cos \phi$ de 0,9.

1x SECCIÓN CONDUCTOR (A) (mm ²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE BAJO EL TUBO Y ENTERRADO* (A)		INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE AL AIRE** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV			12/20 kV (pant, 16 mm ²)	18/30 kV (pant, 25 mm ²)
1 x 95 (1)	190	205	255	8930	2240	2690
1 x 150 (2)	245	260	335	14100	2540	2990
1 x 240 (2)	320	345	455	22560	2990	3440
1 x 400 (2)	415	445	610	37600	3440	3890

4.3. Protecciones

La parte de media tensión comprendida entre la salida de los skids y las celdas de entrada del centro de control y protecciones estará protegida mediante seccionadores de línea con cuchilla de puesta a tierra, transformadores de intensidad y tensión para protección e interruptor automático. Toda esta aparatada estará instalada en las mencionadas celdas de entrada, por lo que sus características principales se detallarán en el apartado 5 del presente documento.

Además, se instalará un interruptor automático diferencial de 30 mA de sensibilidad en la parte CA, para proteger de derivaciones en este circuito. Con el fin de que actúe por fallos a tierra, será de un calibre superior a la del magnetotérmico de protección general. Adicionalmente hay que verificar que el interruptor diferencial posea una intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la compañía distribuidora, de no ser así, habrá que estudiar la selectividad entre el interruptor diferencial y los interruptores magnetotérmicos a fin de comprobar la seguridad de la protección. Se instalará un relé diferencial de calibre adecuado, 30 mA de sensibilidad y de clase A, que aseguran el disparo para el valor de corriente de fuga asignado en alterna, como en alterna con componente en continua.

4.4. Puesta a tierra

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la

empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico.

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión, así como de las masas del resto del suministro.

El diseño de la puesta a tierra deberá cumplir las siguientes normativas:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. Promulgado por el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo (BOE 09.06.14).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. ITC-BT-18. Promulgado por el Real Decreto 842/2002 de 13 de agosto.
- Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de media tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conecta a una toma de tierra independiente de la del sistema de media tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra.

Para la puesta a tierra de todos los herrajes y aparatos se utilizará varilla de cobre de 6 mm de diámetro. La unión con el electrodo de puesta a tierra se hará mediante cable de acero o cobre, según el material del electrodo y debidamente entubado. A lo largo de las cabinas MT y en el interior de la meseta base, se dispone un circuito colector de puesta a tierra, de acuerdo con la norma UNE 20 099, apartado

20. Este colector está constituido por una pletina de cobre de 30 x 3 mm directamente anclada a la propia estructura de la respectiva celda.

Las partes móviles de la aparamenta, tales como ejes, se conectan a tierra por medio de trenzas flexibles de cobre, de tal manera que todas las partes metálicas que no forman parte del circuito principal están unidas al colector de tierra realizado con conductor de cobre de 50 mm² de sección, el cual puede ser cómodamente conexionado a la red de tierras exterior.

5. CENTRO DE CONTROL Y PROTECCIONES (CMM)

Se define a continuación el Centro de Maniobra y Medida (CMM) de la Planta Fotovoltaica Zorrillo, punto al cual llegará la energía procedente de la agrupación, en donde se realizará la medida fiscal de la energía y de donde partirá la línea eléctrica subterránea de media tensión que conectará la planta fotovoltaica con el punto de conexión.

5.1. Descripción general

Todo el aparellaje de 15 kV irá ubicado en celdas metálicas prefabricadas de aislamiento en SF6 del tipo ORMAZABAL o similar. Serán de 24 kV de tensión asignada y 125 kV de tensión de prueba, grado de protección IP65 para los componentes de alta tensión e IP30 para los de baja. La intensidad asignada en barras y derivaciones será 400 A y 200 A respectivamente, a 40°C y 25 kA de corriente de corta duración (1 s).

Se instalarán 7 celdas con las siguientes funciones:

- 3 celdas de entrada de línea. 2 celdas correspondientes a cada centro de transformación y una correspondiente a la entrada para la Planta Fotovoltaica Ornitorrinco.
- 1 celda de protección para servicios auxiliares.

- 1 celda de medida
- 1 celda de remonte.
- 1 celda de salida hacia el punto de conexión.

Asimismo, para realizar las funciones de control, mando y protección de la instalación se montarán los siguientes cuadros:

- Servicios auxiliares
- Protecciones eléctricas
- Sistema de control y SCADA
- Baterías de corriente continua 48 Vcc
- Armario de facturación.

5.2. Instalación eléctrica

5.2.1. Esquema eléctrico

Tal y como se ha comentado anteriormente, el centro de control y protecciones constará de 7 celdas de media tensión a 15 kV repartidas según la siguiente imagen.

- Tres transformadores de intensidad de doble relación primaria y doble secundario, para medida y protección, de las características siguientes:

Tensión de aislamiento	24 kV
Relación de transformación	<u>150</u> -300 : 5-5 A
Clase y potencia protección	Cl. 5P20 20 VA
Clase y potencia medida	Cl. 0,5 15 VA

- Un interruptor de hexafluoruro de azufre (SF₆) como medio extintor del arco, accionado por un resorte tensado por un motorreductor alimentado a 48 Vcc. Las características principales de este interruptor serán:

Intensidad asignada (A)	630
Tensión asignada (kV)	24
Poder de corte (kA)	25

El cable utilizado para la conexión de las líneas con la cabina correspondiente será del tipo RH5Z1, Al 3x1x95 mm². El tendido se realizará por las canalizaciones previstas con tal fin.

5.2.1.2. Posición de transformador de servicios auxiliares

La cabina de interruptor de servicios auxiliares albergará un interruptor de hexafluoruro de azufre (SF₆) como medio extintor del arco, accionado por un resorte tensado por un motorreductor alimentado a 48 Vcc. Las características principales de este interruptor serán:

Intensidad asignada (A)	630
-------------------------	-----

Tensión asignada (kV) 24

Poder de corte (kA) 25

Además de este interruptor se instalará un seccionador con cuchilla de puesta a tierra de las características siguientes:

Intensidad asignada (A) 630

Tensión asignada (kV) 24

El cable utilizado para la conexión del transformador de servicios auxiliares con la cabina será del tipo RH5Z1, Al 95 mm² y el tendido se realizará por las canalizaciones previstas con tal fin.

Las características de este transformador serán las siguientes:

Potencia aparente (kVA) 50

Relación de transformación (kV) 15:0,4

Conexión Dyn11

Tensión de cortocircuito (%) 4,0

Regulación Vacío

Tomas (%) ±2,5 ±5

Clase de aislamiento F

Tipo de aislamiento Seco
encapsulado

Servicio Intemperie

Tipo de refrigeración AN

5.2.1.3. Celda de medida

Esta cabina se utiliza para la medida de la tensión e intensidad en barras. Para realizar dicha función se utilizarán transformadores de tensión e intensidad cuyas características describiremos a continuación. Además, esta celda de medida incorporará un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra de las características siguientes:

Intensidad asignada (A)	630
Tensión asignada (kV)	24

5.2.1.3.1. Transformador de tensión

Los transformadores de tensión indican a través de su secundario, la tensión existente en el primario. De este modo, se utilizan para realizar las lecturas de tensión, situando los mismos en paralelo a la línea a medir. Tendrán las siguientes características:

24 kV

$16.500/\sqrt{3} : 110/\sqrt{3}-110/\sqrt{3}-110/3$ V

Cl. 0,2 25 VA

Cl. 0,5 50 VA

Cl. 3P 50 VA

5.2.1.3.2. Transformador de intensidad

El transformador de intensidad nos indica la corriente que circula por un determinado circuito a través de su devanado secundario. Para ello, dicho transformador se conectará en serie con el circuito a medir.

24 kV

150-300: 5-5-5 A

Cl. 5P20 15 VA

Cl. 0,5 15 VA

Cl. 0,2s 10 VA

5.2.1.4. Celda de remonte de barras

Permite remontar los cables directamente hasta el embarrado formado por el conjunto de celdas en caso de que no exista espacio suficiente para realizar dicha función en la celda de medida. En algunos casos, la propia celda de medida se reserva un espacio para el remonte hasta el embarrado en la parte superior.

5.2.1.5. Celda de protección Planta FV Ornitorrinco

Para la evacuación conjunta de la energía de la Planta Fotovoltaica Ornitorrinco, se instalará una posición de línea de entrada con los siguientes equipos:

- Un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra de las características siguientes:

Intensidad asignada (A)	630
Tensión asignada (kV)	24

- Tres transformadores de intensidad de doble relación primaria y doble secundario, para medida y protección, de las características siguientes:

Tensión de aislamiento	24 kV
Relación de transformación	<u>200</u> - 400 : 5-5 A
Clase y potencia protección	Cl. 5 20 VA
Clase y potencia medida	Cl. 0,5 15 VA

- Un interruptor de hexafluoruro de azufre (SF₆) como medio extintor del arco, accionado por un resorte tensado por un motorreductor alimentado a 48 Vcc. Las características principales de este interruptor serán:

Intensidad asignada (A)	630
Tensión asignada (kV)	24
Poder de corte (kA)	25

5.2.1.6. Celda de salida

Se instalará una posición de línea de salida con los siguientes equipos:

- Un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra de las características siguientes:

Intensidad asignada (A)	630
Tensión asignada (kV)	24

- Tres transformadores de intensidad de doble relación primaria y doble secundario, para medida y protección, de las características siguientes:

Tensión de aislamiento	24 kV
Relación de transformación	<u>400</u> - 800 : 5-5 A
Clase y potencia protección	Cl. 5 20 VA
Clase y potencia medida	Cl. 0,5 15 VA

- Un interruptor de hexafluoruro de azufre (SF₆) como medio extintor del arco, accionado por un resorte tensado por un motorreductor alimentado a 48 Vcc. Las características principales de este interruptor serán:

Intensidad asignada (A)	630
Tensión asignada (kV)	24
Poder de corte (kA)	25

De esta celda o cabina saldrá la línea subterránea 15 kV a través de la cual se evacuará la energía generada en las Plantas Fotovoltaicas Zorrillo y Ornitorrinco en el punto de conexión propuesto por ENDESA, en concreto a las barras de 15kV de la Subestación Lluçmajor.

5.2.2. Alimentación en baja tensión

Se exponen a continuación las características básicas de los cuadros de alimentación en baja tensión, ya sea en corriente alterna o continua.

5.2.2.1. Cuadro de Alimentación de Servicios Auxiliares.

Su misión principal será la de proteger contra sobrecargas y cortocircuitos, los equipos del centro de control y protecciones que se alimenten a baja tensión.

Para realizar esa tarea de protección, se instalará en todos los circuitos interruptores automáticos magnetotérmicos de calibre adecuado a la sección a proteger.

Se conectarán las carcasas de los equipos a la red de tierra, con objeto de evitar la aparición de sobretensiones de contacto.

Asimismo, se instalarán dispositivos diferenciales, de sensibilidad conveniente para limitar las corrientes de defecto en los cortocircuitos.

La intensidad de defecto I_{fn} es la mínima con la que el interruptor debe disparar con seguridad. La resistencia máxima de la tierra se calcula según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión MIE-BT 021 mediante la fórmula:

$$R_t = \frac{U_b}{I_{fn}}$$

siendo:

R_t : resistencia máxima de tierra F. L.

U_b : Tensión de contacto máxima admisible.

I_{fn} : Intensidad nominal de defecto del interruptor de protección.

En este caso, considerando como U_b máxima de contacto 24 V por tratarse de un local en el que puede haber humedad, y $I_{fn} = 300$ mA, tendremos:

$$R_t = \frac{24}{0,3} = 80,0\Omega$$

Resistencia superior al valor obtenido de resistencia a tierra de la instalación.

5.2.2.2. Cuadro de Baterías y Alimentación en c.c.

Está destinado a proveer de una fuente de alimentación segura a los circuitos de mando, control y señalización fundamentales. Se alimentará desde el cuadro de distribución de baja tensión descrita en el párrafo anterior.

Se utilizará un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (S.A.I.) de 400 Vca / 48 Vcc, con capacidad para alimentar 20 A y una autonomía de 80 Ah. Este equipo se utilizará para alimentación del accionamiento de los interruptores y relés de protección.

Dispondrán de un magnetotérmico de protección en la entrada de cada fuente y otro de protección en la distribución.

5.2.3. Cuadro de control

Se utilizará un panel metálico de la serie PS-4000 de Rittal color gris RAL 7032 texturizado en chapa de acero de espesor mínimo de 2 mm y estructura de perfiles reforzados. Dispondrá de puertas que permitan el acceso frontal, con cierres rápidos de seguridad.

Estará formado por los mandos e indicadores de la aparamenta de 30, así como los parámetros eléctricos de cada una de las líneas, mediante consolas digitales.

En este mismo panel se instalará una unidad de telecontrol, que mediante comunicación directa con cada una de las protecciones, recopilará la información del estado de cada una de las líneas, incluidos los valores eléctricos, históricos de disparos, etc.

Desde esta unidad, mediante un PC local o remoto, vía módem en este último caso, se podrá acceder a todos los valores anteriores y realizar las maniobras de apertura y cierre de interruptores.

El PC local también tendrá la misión de realizar el envío de mensajes de alarma a los teléfonos móviles del personal de mantenimiento.

5.2.4. Protecciones

Las protecciones irán alojadas en un cuadro ubicado en la posición correspondiente, evitando así el tendido de cables con las señales de tensión e intensidad por la instalación. La única excepción será la protección del transformador, que irá alojada en el cuadro de control.

Como ya ha sido indicado, todas estas protecciones estarán comunicadas con una unidad de control central ubicada en el panel de control.

A continuación, se describen las protecciones a instalar en el centro de control y protecciones proyectado:

- Contra sobreintensidad (50+51) y (67N).
- Contra defectos de tensión en barras (27) (59) y (59N).

Para la protección de esta zona frente a descargas atmosféricas, se instalará un pararrayos electrónico con dispositivo de cebado (At) según normas UNE-21.186 y NF-C 17 102. Se situará en el edificio del centro de control y protecciones, montado sobre un mástil que sobresaldrá más de 3 m del tejado. El radio de actuación de este pararrayos no será inferior a 50 m en Nivel I.

La conexión del pararrayos a la red de tierra se hará mediante cable de cobre de 50 mm², siendo el trazado del conductor lo más rectilíneo posible

5.3. Protección contra incendios

La descripción de la protección contra incendios en el centro de control y protecciones de objeto de este Proyecto se ha descompuesto en dos zonas: instalaciones interiores y exteriores.

Con carácter general, se aplicarán para las instalaciones interiores el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales en lo

referente a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación y, en general, todos aquellos aspectos que afecten a la edificación.

Se dotará a la instalación de un sistema de extinción formado por un conjunto de tres extintores móviles de 6 kg de CO₂.

Adicionalmente, se instalará un detector de incendios y la unidad de control correspondiente.

5.4. Red de tierras

El dimensionamiento y cálculo de la red de tierras descrita se ha realizado en base al método especificado por UNESA, y teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Disposición en malla cuadrada de 4 x 4 metros con doce picas, longitud de picas de 2 m
- Profundidad de la red de tierra de 0,5 m
- Sección de conductor de 50 mm².
- $U = 15 \text{ kV}$
- $U_{BT} = 10.000 \text{ V}$ (recomendación de UNESA)
- $Z_N = 10 + 26j$
- $t = 1 \text{ s}$
- $\rho_s = 250 \Omega.m$

En base a lo anterior, se proyecta una toma de tierra en anillo alrededor de la superficie ocupada el centro de control y protecciones, formada por 4 picas de acero

cobreado de 2 m de longitud y diámetro 14 mm. Estas picas estarán unidas entre sí, y a las metálicas o armado de las de hormigón, mediante cable de cobre desnudo de 50 mm². Al menos tres de estas picas estarán fácilmente accesibles para permitir un eventual tratamiento de reducción del valor de resistencia a tierra, que en ningún caso superará el valor de 2 Ω.

Además de este anillo, bajo el edificio se tenderá una malla de cuadrícula 2 m, realizada en cable de iguales características al utilizado para la realización del anillo. Las conexiones entre el anillo y los extremos de la malla se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

Todos los elementos metálicos no sometidos a tensión eléctrica en funcionamiento normal, pero que en caso de falta o avería sí puedan quedar en tensión, serán puestos a tierra mediante un conductor de protección, que será de las mismas características que el de los conductores activos, pero de la mitad de sección con un mínimo de 16 mm².

Los elementos metálicos que den al exterior tales como puertas, rejillas, cierres, etc., se instalarán de modo tal que no podrán ponerse en contacto con partes en tensión por causa de defectos o avería, y si esto no fuese posible se conectarán a tierra convenientemente.

El armado que se instalará embebido en el hormigón de la estructura y solera del edificio se conectará en un mínimo de cuatro puntos, suficientemente alejados entre sí, a la tierra de protección del centro de control y protecciones.

La puesta a tierra de las masas metálicas, junto a la acción de los interruptores diferenciales instalados, hará que en las masas no se alcancen tensiones peligrosas debidas a contactos indirectos.

5.5. Sistema de control y monitorización

De acuerdo con la legislación vigente, todas las instalaciones de producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos con una potencia superior a 0,5 MW, y aquellas con una potencia inferior o igual a 0,5 MW pero que

formen parte de una agrupación del mismo subgrupo del artículo 2 la suma de potencias de la cual sea mayor que 0,5 MW, tendrán que estar adscritas en un centro de control de generación, que actuará como interlocutor con el operador del sistema, remitiendo la información en tiempo real de las instalaciones y haciendo que sus instrucciones sean ejecutadas con el objetivo de garantizar la fiabilidad del sistema eléctrico.

El sistema de control y monitorización de la instalación debe mostrar y almacenar una serie de datos relacionados con el estado de la instalación en cualquier momento. Está dividido en tres subsistemas principales:

- Subsistema de adquisición: Está formado por los elementos que reciben los valores de cada una de las variables a medir y las transforman en señales de tensión (rango mV) o de intensidad (rango mA).
- Subsistema de transmisión: Está formado por los elementos de conexión entre el subsistema de adquisición y el equipo donde se va a realizar el tratamiento de los datos adquiridos. Esta conexión puede ser local (vía RS-485 o bien onda portadora) o remota (vía módem).
- Subsistema de tratamiento de la información: Estará formado por el equipo PC que recibirá vía local o remota la información procedente del subsistema de adquisición.

Las variables que deben almacenarse y transmitirse son las siguientes:

- Energía total entregada a la red.
- Tiempo total en estado operativo.
- Número total de conexiones a la red.
- Número total de errores.
- Estado de las alarmas.
- Estado de funcionamiento interno.

- Tensión de los módulos y agrupaciones.
- Intensidad en los módulos y agrupaciones.
- Potencia activa en los módulos y agrupaciones.
- Factor de potencia.
- Tensión de la red.
- Frecuencia de la red.
- Temperatura de los módulos.

Igualmente, se podrá disponer de una estación meteorológica que realice registros de radiación solar (directa y difusa por separado), temperatura ambiente, velocidad del viento, etc.

6. LINEA DE EVACUACIÓN

A continuación, se procede a detallar las características técnicas de la línea eléctrica de evacuación de la agrupación, línea eléctrica subterránea a 15 kV que estará dimensionada para evacuar la energía tanto de la Planta Fotovoltaica Zorrillo (3.5 MW) como de la Planta Fotovoltaica Ornitorrinco (4 MW).

6.1. Características generales

La línea eléctrica subterránea transportará la energía desde el centro de control y protecciones de la Planta Fotovoltaica Zorrillo hasta el punto de conexión propuesto, en este caso las barras de 15 kV de la subestación de Lluçmajor. Esta línea se

proyecta en a una tensión de 15 kV, tensión en base a la cual se realizarán los cálculos oportunos. No obstante, el aislamiento del cable a emplear alcanzará los 24 kV de capacidad.

En concreto, la línea eléctrica partirá del centro de control y protecciones de la Planta Fotovoltaica Zorrillo y su trazado, de 4.6 km, transcurrirá en su gran mayoría por servidumbres públicas, solo los últimos metros pertenecerán a la compañía propietaria de la subestación de Lluçmajor.

En la siguiente imagen se puede observar en verde, la ubicación y trazado de la línea subterránea de evacuación propuesta, a una tensión de 15 kV.



Las características generales de la línea subterránea son las siguientes:

Origen

Centro de Control y

	Protecciones de la Planta Fotovoltaica Zorrillo
Final	Barras 15kV SET Llucmajor
Longitud	4,6 km
Cable	AL RH5Z1 400 mm ²
Tiempo actuación protecciones	0,5 s
Tipo de canalización	Bajo tubo hormigonado
Disposición de los cables	Tresbolillo (en triángulo)
Profundidad de la instalación	1 m
Conexión de pantallas	Rígida a tierra
Tensión nominal	15 kV
Número de circuitos	1
Número de cables	3
Intensidad de cortocircuito en el conductor (1s)	37,60 kA
Intensidad de cortocircuito en las pantallas (1s)	3,13 kA

6.2. Descripción del trazado

Como se ha expuesto anteriormente, el trazado de la línea subterránea proyectada será desde el Centro de Control y Protecciones de la Planta Fotovoltaica Zorrillo hasta las barras de 15 kV de la Subestación de Llucmajor. Todo el recorrido de la línea, así como la planta fotovoltaica y el punto de conexión se encuentran en el término municipal de Llucmajor.

6.2.1. Cruzamientos y paralelismos

El trazado subterráneo tendrá una longitud total aproximada de 4,6 km encontrando a su paso los siguientes cruzamientos y paralelismos:

- Cruzamientos:

Nº	Pk Inicio	Pk Final	Denominación	Titularidad	L (m)
1	0+367	0+371	Camí des Palmer	Ayto. Lluçmajor	4,5
2	0+932	0+972	Ma-19	Consell Mallorca	40
3	0+1040	0+1049	Camí Vell de Cala Pi	Ayto. Lluçmajor	8,5
4	0+1064	0+1072	Camí Vell de Cala Pi	Ayto. Lluçmajor	7,5
5	2+838	2+846	Ma-6015 (Ctra. s'Estanyol)	Consell Mallorca	8
6	3+232	3+249	Ma-19A (Avda. Carles V)	Consell Mallorca	17

El cruzamiento nº2 realmente se realiza por encima de la Ma-19, a través de un paso del Camí Vell de Cala Pí. Para realizar este paso se podrá grapar un tubo metálico a la estructura existente, de forma que este tubo proporcione la resistencia mecánica necesaria.

- Paralelismos:

Nº	Pk Inicio	Pk Final	Denominación	Titularidad	L (m)
1	0+0m	0+367m	Camí des Palmer	Ayto. Lluçmajor	367m
2	0+367m	2+138m	Camí Vell de Cala Pi	Ayto. Lluçmajor	1.557m
3	2+138m	3+051m	Ma-6015 (Ctra. s'Estanyol)	Consell Mallorca	913m
4	3+051m	3+445m	Ma-19A (Avda. Carles V)	Consell Mallorca	394m
5	3+445m	3+645m	Avda. Ramón de Sant Martí	Ayto. Lluçmajor	200m
6	3+645m	3+843m	Camí de Algaida	Ayto. Lluçmajor	198m
7	3+843m	4+270m	Carrer Francesc Pomar	Ayto. Lluçmajor	427m
8	4+270m	4+433m	Carrer Gràcia	Ayto. Lluçmajor	163m
9	4+433m	4+715m	Camí de Sa Creu De Ses Dones	Ayto. Lluçmajor	282m

Las arquetas de ayuda al tendido se ubican de tal manera que los esfuerzos de tracción que se alcancen en el tendido de los cables sean inferiores a los máximos admisibles.

El soterramiento de cables deberá cumplir con todos los requisitos señalados en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de Seguridad en las líneas de

alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 06 (RD 223/08 de 15 de febrero) y con todas las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes afectados, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de alta tensión.

A continuación, se resumen las distancias a respetar entre servicios subterráneos para cruces y paralelismos:

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Calles y carreteras	<p>La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie será:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,60 \text{ m}$ </div> <p>El cruce será perpendicular al vial, siempre que sea posible</p>		Los cables se colocaran en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud.
Ferrocarriles	<p>La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, respecto a la cara inferior de la traviesa, será:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 1,10 \text{ m}$ </div> <p>El cruce será perpendicular a la vía, siempre que sea posible. La canalización rebasará la vía férrea en 1,5 m por cada extremo.</p>		Los cables se colocaran en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud
Otros cables de energía eléctrica	<p>Distancia entre cables:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,25 \text{ m}$ </div> <p>La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables de MT de una misma empresa:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,20 \text{ m}$ </div> <p>Distancia entre cables de MT y BT o MT de diferentes empresas:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,25 \text{ m}$ </div>	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Cables de telecomunicación	<p>Distancia entre cables:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,20 \text{ m}$ </div> <p>La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,20 \text{ m}$ </div>	Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Canalizaciones de agua	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,20 \text{ m}$ </div> <p>Se evitara el cruce por la vertical de las juntas de la canalización de agua. La distancia del punto de cruce a los empalmes o a las juntas será superior a 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,20 \text{ m}$ </div> <p>En arterias importantes esta distancia será de 1 m como mínimo. Se procurará mantener dicha distancia en proyección horizontal y que la canalización del agua quede por debajo del nivel del cable. La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.</p>	<p>Cuando no pueda respetarse alguna de estas distancias, el cable que se tienda en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.</p>
Canalizaciones y acometidas de gas	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p>Sin protección suplementaria</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,40 \text{ m}$ </div> <p>Con protección suplementaria</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,25 \text{ m}$ </div> <p>En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.</p> <p>La distancia mínima entre los empalmes de cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.</p>	<p>Distancia entre cables y canalización:</p> <p>Sin protección suplementaria</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $AP \geq 0,40 \text{ m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,25 \text{ m}$ </div> <p>Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $AP \geq 0,25 \text{ m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,15 \text{ m}$ </div> <p>AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.</p>	

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Canalizaciones y acometida interior de gas	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> $AP \geq 0,40 \text{ m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,20 \text{ m}$ </div> Con protección suplementaria <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> $AP \geq 0,25 \text{ m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,10 \text{ m}$ </div> La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo. AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.	Distancia entre cables y canalización: Sin protección suplementaria <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> $AP \geq 0,40 \text{ m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,20 \text{ m}$ </div> Con protección suplementaria La distancia mínima entre empalmes y juntas será de 1 m. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> $AP \geq 0,25 \text{ m}$ $MP \text{ y } BP \geq 0,10 \text{ m}$ </div> En caso de canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo. AP, Alta presión, > 4 bar. MP y BP, Media y baja presión, ≤ 4 bar.	
Conducciones de alcantarillado	Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.		Cuando no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.
Depósitos de carburante	La distancia de los tubos al depósito será: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> $\geq 1,20 \text{ m}$ </div> La canalización rebasará al depósito en 2 m por cada extremo.		Los cables de MT se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia mecánica.

Instalaciones u obstáculos	Distancias		Condiciones
	Cruzamientos	Paralelismos	
Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio	Distancia entre servicios: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\geq 0,30 \text{ m}$ </div>		Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica. La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta.

6.3. Disposición física

La línea subterránea descrita en este apartado estará formada por un único circuito formado por tres conductores dispuestos en tresbolillo. Los conductores irán por el interior de un tubo de polietileno de doble capa, quedando este embebido en un prisma de hormigón en aquellos puntos donde el trazado discurre por carreteras, caminos o algún otro tipo de infraestructura, como señala la normativa de Endesa. La profundidad de la zanja a realizar para el soterramiento de la línea subterránea de media tensión, salvo cruzamientos con otras canalizaciones que obliguen a variar la profundidad de la línea, será de 1 metro. La anchura de la zanja será de 0,6 m.

6.4. Conductores

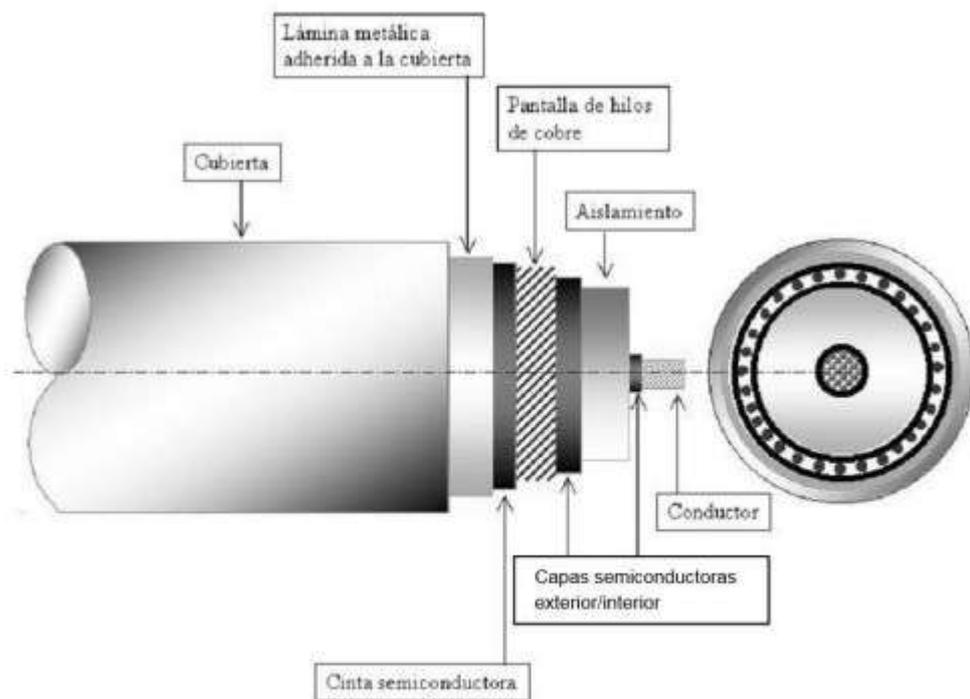
6.4.1. Cable aislado de potencia

La línea proyectada en 15 kV está constituida por una terna de cables dispuestos en tresbolillo.

El cable estará formado por los siguientes elementos:

- Conductor de aluminio RH5Z1 400, de 400 mm² de sección. El conductor será de sección circular compacta con obturación longitudinal y de acuerdo con UNE 21022.
- Semiconductor interior: Formado por una cinta semiconductora opcional de empaquetamiento sobre el conductor para evitar la penetración en el interior de la cuerda del compuesto extruido. Sobre esta cinta, capa de compuesto semiconductor. Esta capa sirve para uniformizar el campo eléctrico a nivel de conductor y para asegurar que el conductor presenta una superficie lisa al aislamiento.
- Aislamiento: Compuesto de etileno-propileno de alto módulo (HEPR). El compuesto está sometido a un riguroso control de ausencia de contaminaciones.
- Semiconductor exterior: Capa de compuesto semiconductor extruido sobre el aislamiento y adherido al mismo para evitar la formación de una capa de aire ionizable entre la pantalla y la superficie de aislamiento. Esta capa sirve para asegurar que el campo eléctrico queda confinado en el aislamiento.
- Proceso de extrusión: La extrusión se debe realizar sobre un cabezal triple, donde se aplican las 3 capas extruidas (semiconductor interior, aislamiento y semiconductor exterior) en el mismo momento. Esto garantiza interfases lisas entre el aislamiento y las pantallas semiconductoras. La reticulación se realiza en seco en atmósfera de gas inerte (N₂) para evitar el contacto con el agua durante la fabricación.

- Material obturante: Incorporación de material absorbente de la humedad para evitar la propagación longitudinal de agua entre los alambres de la pantalla.
- Pantalla metálica: cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta
- Contraespira: Cinta metálica cuya función es la conexión equipotencial de los alambres.
- Cubierta exterior: Cubierta exterior de poliolefina (PE) tipo ST 7 con lámina de aluminio longitudinalmente solapada y adherida a su cara interna para garantizar la estanqueidad radial. La cubierta será de color negro y estará grafitada, para poder realizar el ensayo de tensión sobre la cubierta del cable.



Constitución de los cables subterráneos

6.4.1.1. Características, composición y dimensiones del cable

Características nominales

Tensión nominal (U_0/U_m)	12/20 kV
Tensión más elevada cable y accesorios	24 kV
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial	50 kV
Tensión de choque soportada nominal	125 kV
Temperatura nominal máxima del conductor en servicio normal	90°C
Temperatura nominal máxima del conductor en condiciones de cc	250 °C

Composición

Sección del conductor	400 mm ²
Material del conductor	Aluminio
Material del aislamiento	XLPE
Tipo de pantalla	Longitudinal adherida a la cubierta
Material de la pantalla	Aluminio

Aislamiento

Material	XLPE
Espesor	5,5 mm
Diámetro exterior	41,5 mm

Barrera no propagación agua

Material	Cinta hinchante semiconductor
Espesor	0,4 mm

Cubierta exterior

Material	Poliolefina termoplástica
Color	Rojo
Radio curvatura durante tendido	830 mm
Radio curvatura acabado	623 mm
Peso del cable	2.020 kg/km

6.4.1.2. Características de la instalación en régimen permanente

Las características eléctricas de la línea, obtenidas a partir de la disposición física de la línea subterránea y de los datos de partida (temperatura de conductor, temperatura de pantalla, temperatura del terreno, resistividad del terreno, etc.) mostrados en el documento de "Anexo: cálculos eléctricos", son las que se indican a continuación para el caso de conexión rígida a tierra:

- Intensidad máxima admisible (bajo tubo enterrado): 415 A
- Potencia máxima admisible (15 kV): 10,8 MVA

La intensidad a transportar será, en el momento de mayor producción de las dos plantas de 321 A (7,5 MW con un factor de potencia de 0,9). Por tanto, el conductor es suficiente para transportar la potencia de la planta.

6.4.1.3. Características de la instalación en régimen de cortocircuito

Las características, según los valores obtenidos a partir de los cálculos descritos en la UNE 21-192-92 son las siguientes:

- Temperatura inicial del conductor en el c.c.: 90 °C
- Temperatura final del conductor en el c.c.: 250 °C
- Duración del cortocircuito en el conducto: 1 s
- Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor: 37,6 kA
- Temperatura inicial de la pantalla en el c.c.: 70 °C
- Temperatura final de la pantalla en el c.c.: 210 °C
- Duración del cortocircuito en la pantalla: 1 s
- Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla: 3,13 kA

6.4.2. Cable de acompañamiento de tierras

En el punto medio del trazado se realizará la instalación del sistema de conexión de pantallas a tierra, por lo que para garantizar la continuidad de la tierra se instalará un conductor del tipo RV 0,6/1 kV 120 mm² Cu.

Así, el cable está conectado a tierra en un punto medio de la ruta y aislado de tierra mediante SVL en cada extremo.

6.4.2.1. Terminales

Los terminales a utilizar en los extremos del cable serán exteriores del tipo premoldeado en una sola pieza. Junto a los terminales de exterior se colocarán autoválvulas, siendo el número de éstas igual a los terminales de exterior

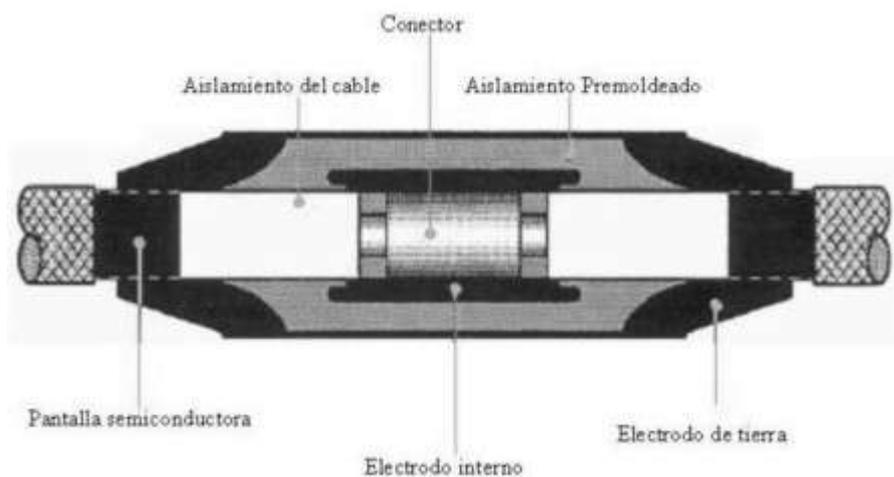
6.4.2.2. Terminales pre-moldeados de una sola pieza

La parte principal de este tipo de empalmes consiste en electrodos de media tensión internos, una capa aislante y una capa externa semiconductora.

El contacto entre el cable y el empalme está asegurado por la memoria elástica del material empleado en la fabricación del empalme.

El material empleado puede ser goma de etileno propileno (EPR) o goma de silicona.

El empalme dispondrá de una carcasa de protección que tendrá, como mínimo, las mismas características de resistencia mecánica que la propia cubierta del cable.



6.4.3. Cable de fibra óptica

Las comunicaciones a implementar en líneas con cable subterráneo se deben basar siempre en fibra óptica tendida conjuntamente con el cable ya que las líneas con cable subterráneo no pueden soportar comunicaciones mediante ondas portadoras a causa de la elevada capacidad de este tipo de cables.

El cable de fibra óptica está formado por un material dieléctrico ignífugo y con protección antirroedores. Estará compuesto por una cubierta interior de material termoplástico y dieléctrico, sobre la que se dispondrá una protección antirroedores dieléctrica. Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico e ignífuga. En el interior de la primera cubierta se alojará el núcleo óptico formado por un elemento central dieléctrico resistente, por tubos holgados (alojan las fibras ópticas holgadas), en cuyo interior se dispondrá un gel antihumedad de densidad y viscosidad adecuadas y compatible con las fibras ópticas. Todo el conjunto irá envuelto por unas cintas de sujeción.

Las características del cable de fibra óptica son las siguientes:

Número de fibras	48
Diámetro exterior del cable	≤ 18
Resistencia a la tracción máxima	≥ 1.000
Masa	≤ 300
Radio de curvatura	≤ 300
Disposición de tubos	4 tubos de 12 fibras
Humedad relativa	Mínima: 65% hasta 55°C
Margen de temperatura	-20°C a +70°C
Tipo de fibra	Monomodo convencional

La fibra óptica deberá garantizarse para una vida media > 25 años y para una temperatura máxima continua en servicio de 90° C siendo esta temperatura constante alrededor de todo el conductor. La instalación se realizará bajo tubo de 63 mm.

6.4.4. Limitadores de tensión en las pantallas (SVL)

Los limitadores de tensión para las pantallas son dispositivos con características tensión-corriente fuertemente no lineal, destinados a limitar las diferencias de potencial transitorias que, con ocasión de sobretensiones de impulsos, atmosféricas o de maniobra, pueden aparecer entre elementos del circuito de pantallas con rigidez dieléctrica limitada.

Serán de óxido de cinc (ZnO) y estarán dimensionados para no tener ningún efecto limitador frente a sobretensiones temporales, a frecuencia industrial en condiciones normales de funcionamiento y en las condiciones de intensidad máxima de cortocircuito.

Sin embargo, deberán conducir para las perturbaciones breves de origen atmosférico o de maniobra, que originan tensiones muy elevadas en los extremos y en los puntos de discontinuidad, limitando estas tensiones a valores admisibles.

Las tensiones que se han de limitar son las que aparecen entre pantallas y la tierra local, que someten a esfuerzos dieléctricos a la cubierta exterior del cable y a los aisladores de soporte de los terminales, y las que se presentan entre los dos extremos de pantalla que concurren en un mismo empalme con discontinuidad de pantalla, que deben ser soportadas por un espesor muy reducido de material aislante en el interior del empalme.

Los limitadores de tensión deben dimensionarse en cada instalación para obtener un nivel de protección adecuado. Respecto al resto de características y ensayos de tipo y recepción, deberán cumplir los requisitos indicados en la norma UNE-EN 60099-4.

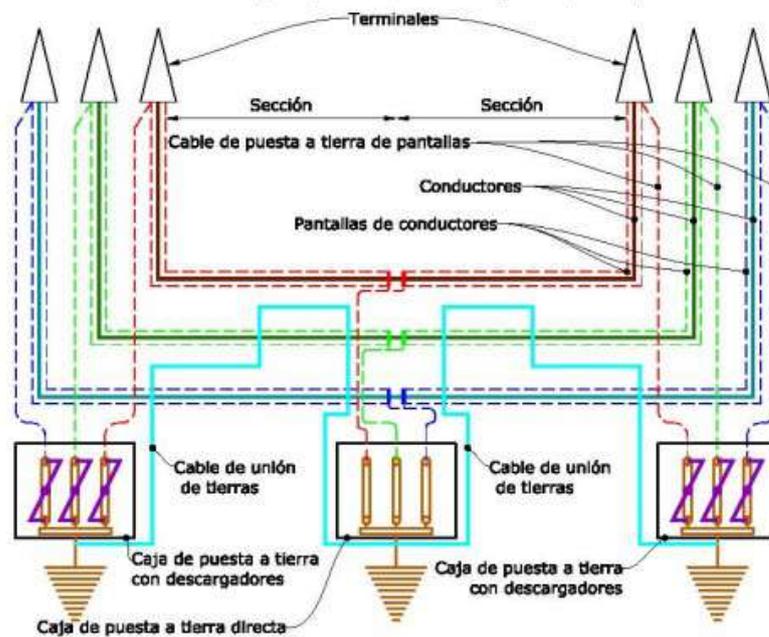
6.4.4.1. Conexión a tierra de las pantallas de los conductores

La conexión de las pantallas elegida es la conexión rígida a tierra, con la cual se consiguen anular los voltajes y corrientes inducidas en las pantallas. Se ha elegido esta configuración, dada la longitud de los circuitos. En la conexión rígida a tierra la conexión de las pantallas de los cables están conectadas a tierra en ambos extremos,

formando un circuito cerrado y ligado electromagnéticamente con el circuito formado por los conductores.

Como la longitud de la ruta es demasiado larga para utilizar la conexión a tierra en un solo extremo, se realizará la conexión a tierra en un punto medio del circuito. Así, el cable está conectado a tierra en un punto medio de la ruta y aislado de tierra mediante SVL (limitadores de tensión para las pantallas) en cada extremo.

Detalle de conexión en un solo punto (Mid-Point, o doble Single-Point) sin empalmes:



6.5. Parámetros de la línea

Como se explica en el anexo de cálculos, se obtienen los siguientes valores por km:

- $R_{20} = 0,078 \Omega/\text{km}$
- $R_{90} = 0,100 \Omega/\text{km}$
- $X = 0,099 \Omega/\text{km}$
- $C = 0,376 \mu\text{F}/\text{km}$

Se verificará a continuación el correcto cumplimiento de los criterios de caída de tensión y potencia según lo establecido en la normativa vigente, y ratificando el correcto dimensionamiento del conductor seleccionado, en este caso el AL RH5Z1 400.

6.5.1. Caída de tensión

Según se refleja en el anexo de cálculos se ha obtenido la caída de tensión para las condiciones de máxima potencia (7,5 MW), tensión nominal de 15 kV y una longitud de línea de 4,6 km:

- $\cos \varphi = 1,00$ $\Delta U = 1,51 \%$
- $\cos \varphi = 0,95$ $\Delta U = 2,00\%$
- $\cos \varphi = 0,90$ $\Delta U = 2,24\%$

6.5.2. Pérdida de potencia

Según se refleja en el anexo de cálculos se ha obtenido una pérdida de potencia para las condiciones de máxima potencia (7,5 MW), tensión nominal de 15 kV y una longitud de línea de 4,6 km:

- $\cos \varphi = 1,00$ $\Delta P = 1,51 \%$
- $\cos \varphi = 0,95$ $\Delta P = 1,67 \%$
- $\cos \varphi = 0,90$ $\Delta P = 1,86 \%$

7. PUNTO DE CONEXIÓN

El punto de conexión con la red eléctrica de distribución se producirá en las barras de 15 kV de la subestación de Lluçmajor, propiedad de Endesa y situada en las siguientes coordenadas.

UTM – ETRS 89

HUSO 31

X: 491.450

Y: 4.372.080

La entrada a la Subestación de Lluçmajor se hará mediante la línea subterránea descrita en este documento y se incorporará a las barras de 15kV mediante una celda encapsulada de línea. Esta línea y este punto de conexión servirá tanto para la Planta Fotovoltaica Zorrillo como para la Planta Fotovoltaica Ornitorrinco.

8. OBRA CIVIL

En este apartado se procederá a la descripción de la obra civil necesaria para la realización del proyecto en su conjunto, es decir:

- Planta fotovoltaica
- Centro de control y protecciones
- Línea de evacuación

8.1. Planta fotovoltaica

8.1.1. Estructuras

Las estructuras irán hincadas directamente al suelo a una profundidad de unos 1,5 - 2 m. En aquellos casos en que se requiera por la aparición de afloramientos rocosos, se realizará pre-taladro o perno de anclaje y en el caso de terrenos más blandos se podrán introducir tornillos de anclaje o solución similar, incluso combinadas.

Todas las mañanas al amanecer, la unidad inicia la rotación del eje, apuntando los módulos hacia el este, hasta el límite del ángulo de inclinación para ese día. Siguiendo el algoritmo de control incluido en el sistema de seguimiento solar, el

variador está variando el ángulo de inclinación, por lo tanto, la orientación de los módulos, terminando al final del día en su límite de ángulo de inclinación hacia el oeste.

Los diferentes seguidores son independientes entre sí desde el punto de vista estructural, y tienen la capacidad de adaptarse a pendientes de hasta 10% hacia el eje norte - sur.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales, mediante galvanización en caliente, que garantice la integridad de la estructura durante la vida útil del Generador Solar.

Todos los perfiles contienen ranuras de fijación integradas, para facilitar el montaje de los módulos fotovoltaicos.

Para seleccionar los postes se elabora un certificado del terreno, estudiando la profundidad necesaria de hincado de los postes y su dimensión óptima. De esta manera se garantiza el mejor aprovechamiento de los materiales.

8.1.2. Canalizaciones

8.1.2.1. Canalizaciones DC

El cableado de la parte de corriente continua discurrirá parcialmente enterrado bajo tubo y parte aéreo y sobre canalizado mediante bandeja perforada sobre la estructura de los seguidores. Las uniones serie de los módulos se realizarán mediante conexiones rápidas y especiales de Clase II, realizándose ésta por la parte posterior a los mismos. Los cables irán embridados a las estructuras soportes y pasarán desde la estructura al suelo bajo tubo de protección. Desde este punto partirán hacia los inversores.

Las canalizaciones tendrán una anchura de 60 cm, como mínimo, y una profundidad tal que permita que los tubos queden a una profundidad mínima de 60 cm. Se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo de 0,05 m sobre la que se colocarán los tubos. Por encima de ellos irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,1 m de espesor.

Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

Asimismo, se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño, y salvo prescripción en contra fijada de la norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual y que cubra la proyección en planta de los tubos, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de alta tensión. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Los cruces con viales se realizarán insertando el cableado en un tubo enterrado a una profundidad mínima de 0,8 m. Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a estas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquella.

8.1.2.2. Canalizaciones AC

Los conductores se colocarán directamente enterrados a una profundidad de 0,6 m. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando las condiciones que se establezcan así lo exijan.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con

estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 0,1 m de espesor que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones, estos deben de tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta de la existencia del cableado. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de elementos que puedan impedir el correcto funcionamiento de los circuitos.

8.1.3. Viales internos

Se dispondrá de una red de viales internos para permitir el paso a la hora de realizar labores de operación y mantenimiento, así como el paso de vehículos y acceso a las instalaciones colindantes con un ancho máximo de 3,0 m. Estos viales serán preferentemente caminos existentes acondicionados o terreno natural compactado, no se añadirán áridos ni se realizarán drenajes adicionales.

8.1.4. Vallado perimetral

Se instalará un vallado perimetral compuesto por tubos galvanizados, colocados cada 3 metros, de 48 mm de diámetro, 12 mm de espesor y 2,20 m de altura, acodados en sus extremos para colocar dos hileras de alambre. En todos los cambios de dirección, o en su defecto, cada 48 m, se dispondrán postes de refuerzo

con dos tornapuntas. La malla será de tipo 50 x 50 x 4 mm y tendrá 2 m de altura. Se colocarán 4 tirantas de alambre de 16 mm² con sus tensores y tornillos correspondientes. En ningún caso se empleará alambre de espino.

El vallado se anclará mediante pernos de anclaje en caso de terreno rocoso. En las zonas donde el terreno vegetal tenga un espesor que no permita lo anterior los postes se anclarán en piezas prefabricadas enterradas y removibles. En ningún caso se empleará hormigón *insitu*.

Se realizarán accesos a las plantas mediante cancelas de 6 m de anchura y 2 m de altura en dos hojas, realizadas con tubo galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,2 mm de espesor más malla electrosoldada de las mismas características que la anterior.

Con objeto de preservar el medio, el vallado dispondrá de pequeños accesos de 0,30 x 0,30 m instalados cada 150 m para permitir el paso de animales pequeños existentes en la zona.

Se ha previsto una barrera vegetal perimetral, formada por plantas autóctonas de bajo requerimiento hídrico, con una densidad suficiente que asegura la menor visibilidad de las placas desde las parcelas adyacentes, la cual se colocará antes del vallado para disimular este.

Debe tenerse en cuenta que en parte del perímetro ya aparece vegetación arbórea que actúa a modo de barrera visual, donde únicamente será necesario plantar puntualmente algunos ejemplares en las zonas de menor densidad.

8.1.5. Movimientos de tierra

Será necesaria la realización de movimiento de tierras en algunas zonas, no obstante, se intentará minimizar al máximo la realización de estos trabajos. Para esta instalación solamente se llevarán a cabo movimientos de tierras para:

- Ejecución de viales interiores.
- Cimentación de centros de transformación.
- Cimentación del centro de control y almacén.

- Zanjas para la distribución del cableado eléctrico.

Los trackers irán directamente hincados en terreno por lo que no será necesaria la realización de labores de movimientos de tierras. Estos quedarán reservados para zonas de nivelación para disposición de los skids, principalmente.

8.1.6. Estudio geotécnico

Se llevará a cabo un estudio geotécnico para determinar cuáles son las características del terreno y de esta manera conseguir una óptima determinación de cada uno de los trabajos de anclado o cimentación que se lleven a cabo en la zona.

8.1.7. Sistema de drenaje

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo. Se tratará de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas.

No se realizarán movimientos de tierra que produzcan alteraciones topográficas que puedan afectar a los cauces existentes.

El drenaje de las aguas pluviales se realizará mediante una red de recogida formada por tuberías drenantes que canalizarán las mismas a través de un colector vertiendo en las cunetas próximas. Al comienzo de los tubos se instalarán unas arquetas de ventilación. Se instalará tubo drenante de polietileno, flexible, de interior liso y exterior corrugado, con una pendiente del 0.5% rodeado de grava lavada. Dicho tubo irá recubierto con fibra geotextil para evitar la entrada al mismo de material que pueda obstruirlo. La unión de los tubos se realizará con arquetas ciegas debajo de las canalizaciones y con arquetas registrables en los sitios con acceso.

8.1.8. Sistemas de seguridad

Se instalará un sistema de seguridad compuesto de un sistema detector de intrusión, compuesto por barreras de microondas y un sistema de circuito cerrado de televisión y vídeo (CCTV), compuesto por cámaras de vigilancia fijas, con visión nocturna y distribuida a lo largo del perímetro abarcado por las plantas.

Para la instalación del sistema de seguridad, se instalarán durante la fase de ejecución del proyecto unos tubos enterrados a una profundidad mínima de 40 cm, con un diámetro mínimo de 80 cm, por los que se tenderán los cables de señal y alimentación tanto de las cámaras como de las barreras de microondas. Dicha canalización también seguirá el recorrido del perímetro de las plantas.

8.2. Centro de control y protecciones

8.2.1. Vial de acceso

Para el acceso al centro de control y protecciones, se utilizará el vial interior de la planta fotovoltaica, descrito en el apartado "8.1.3. Viales internos" y en el documento Planos.

Este vial será preferentemente un camino existente que se acondicionará o terreno natural compactado, no se añadirán áridos ni se realizarán drenajes adicionales. Tendrá un ancho de superficie de rodadura de 3,0 m.

8.2.2. Cimentaciones

Las cimentaciones de las estructuras o edificios se realizarán en hormigón armado tipo HA 25 y estarán dimensionadas para soportar las sollicitaciones debidas al peso de estas estructuras, así como las cargas adicionales que puedan suponer tanto agentes climatológicos (viento o hielo), como esfuerzos debidos a transitorios electromagnéticos.

8.2.3. Edificio de equipos

La obra estará constituida por un edificio principal prefabricado, donde se situarán el transformador de servicios auxiliares, las diferentes cabinas de entrada, servicios auxiliares, medida, remonte y salida, y otros equipos del control de centro de control y protecciones descrito.

El edificio será del tipo prefabricado de hormigón compuesto por un cerramiento exterior formado por paneles de hormigón armado con malla doble de acero electrosoldada.

La cubierta estará formada de placas de hormigón armado armadas con mallas electrosoldadas, rematadas en su parte superior mediante impermeabilización y en su interior el aislante a base de poliuretano.

Los espesores y armados están considerados para soportar una sobrecarga de 120 kg/m² y la acción debida al empuje del viento de 120 km/h (192,2 kg/m²).

La planta del edificio será rectangular, con unas dimensiones exteriores de, 8,08 x 2,38 m, ocupando una superficie de 19,23 m².

Todas las rejillas de ventilación serán de lamas en "v", de chapa de acero al carbono pintadas en oxidón rojo.

La carpintería utilizada en los ventanales será de aluminio.

En el interior del edificio principal, se han dispuesto un recinto separados del resto del edificio. Este espacio sería el correspondiente al que ocuparía el transformador de Servicios Auxiliares: 2.05 x 2.25 m², separado por fábrica de ladrillo de 20 cm de espesor, con una puerta de chapa de acero ondulada de una hoja de dimensiones 1.00 x 2.00 m².

Habrà otro edificio de similares características, anexo al anterior y que se empleará como almacén de repuestos.

8.2.3.1. Ventilación

De acuerdo con el artículo 4.4 de la instrucción ITC-RAT 14, la ventilación del recinto se realiza a través de dos rejillas metálicas galvanizadas, construidas con lamas en forma de V y una rejilla montada por el interior. Estas ventanas van insertadas en los tabiques lindantes al transformador.

Dos rejillas colocadas en diferentes fachadas y a distinta altura, producen una corriente de aire de tiro natural en el interior del recinto y evacuando de esta forma el calor producido por el transformador.

8.2.3.2. Herrerajes.

El transformador va apoyado sobre unas vigas tipo IPN-100 que actúan de base de rodadura, reforzadas con otras vigas tipo IPN-140 soldadas entre sí y posteriormente galvanizadas.

8.2.3.3. Puertas y ventanas:

Construidas en chapa de acero galvanizado de 2 mm de espesor, se pintan posteriormente con pintura sintética especial.

Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hace muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Tanto las ventanas como las puertas son desmontables desde el interior mediante tornillos, de tal modo que la introducción o extracción del transformador se realiza a nivel del suelo y sin necesidad de grúas de gran potencia. Unas finas mallas metálicas impiden la penetración de insectos, sin que por ello disminuya la capacidad de ventilación.

8.2.3.4. Cimentación y Estructura.

Los edificios prefabricados que se emplearán constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los

componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo el transformador de servicios auxiliares, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación. En este caso, para la cubierta, se empleará un recubrimiento de teja árabe.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con acabado en piedra de tipo marés y pintado en ocre en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Para la ubicación de los edificios es necesaria una excavación, cuyas dimensiones podrán variar en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

8.2.4. Zanjas y canales de cables

Se instalará una red de canales para la distribución de cables, tanto de potencia como de control. Las tapas de estas zanjas serán prefabricadas de hormigón.

El replanteo definitivo de las zanjas se realizará empleando el sistema de camillas como planteamiento más exacto.

En caso de que aparezca agua en las zanjas se utilizarán los medios necesarios para agotarla, de forma que se evite la disgregación de los materiales.

En las zonas de paso de vehículos, transformador, y por lo general, donde las zanjas y canales vayan a estar sometidas a una sobrecarga, permanente o no, estas galerías estarán dotas de los elementos resistentes adicionales necesarios para las solicitudes previstas.

La profundidad de las zanjas para cables de potencia y control serán, respectivamente, 40 y 30 cm.

Las zanjas tendrán una pendiente continua del 2% hacia la red de drenaje de la parcela, asegurando la evacuación del agua proveniente de filtraciones.

8.3. Línea de evacuación

8.3.1. Zanja

En la zanja las fases estarán dispuestas en triángulo. La terna de cables irá por el interior de un tubo de polietileno de doble capa, quedando este embebido en un prisma de hormigón que sirve de protección en el caso de cruzamientos y paralelismo con infraestructuras existentes; esto provoca que esté rodeado de un medio de propiedades de disipación térmica definidas y estables en el tiempo. El tubo de

polietileno de doble capa (exterior corrugada e interior lisa) que se dispone para los cables de potencia tendrá un diámetro exterior de 200 mm y diámetro interior de 150 mm. También se instalará un tubo liso de polietileno de alta densidad de 63 mm de diámetro para la colocación de los cables de comunicaciones de fibra óptica. Los tubos de polietileno de doble capa tendrán una resistencia a compresión tipo 450 N y una resistencia al impacto Normal, según norma UNE-EN 50086-2-4.

La profundidad de la zanja a realizar para el soterramiento de la línea subterránea de media tensión, salvo cruzamientos con otras canalizaciones que obliguen a variar la profundidad de la línea, será de 1 metros. Esta profundidad permite realizar la zanja sin necesidad de entibar en terrenos coherentes y sin solicitud. La anchura de la zanja será de 0,6 m. Los tubos irán colocados sobre una solera de hormigón HM-20 de 5 cm de espesor. Tras colocar los tubos se rellena de hormigón hasta 10 cm por encima de la superior de los mismos. El relleno con tierras se realizará con un mínimo grado de compactación del 95% Proctor Modificado. La cinta de señalización, según norma ETU 205A, que servirá para advertir de la presencia de cables de media tensión, se colocará a unos 20 cm por encima del prisma de hormigón que protege los tubos. En los diferentes planos anexos se indican las características de cada tipo de zanja.

8.3.2. Arquetas de ayuda al tendido

Al tratarse de una instalación en la que los cables van entubados en todo su recorrido, en los cambios importantes de dirección se colocarán arquetas de ayuda para facilitar el tendido del cable. Las paredes de estas arquetas deberán entibarse de modo que no se produzcan desprendimientos que puedan perjudicar los trabajos de tendido del cable, y dispondrán de una solera de hormigón de 10 cm de espesor. Una vez que se hayan tendido los cables se dará continuidad a las canalizaciones en las arquetas, y se recubrirán de una capa de hormigón de forma que quede al mismo nivel que el resto de la zanja.

8.3.3. Arquetas de fibra óptica

Las arquetas serán prefabricadas y de clase B conforme a la norma UNE 133100-2:2002. La tapa de la arqueta será conforme al apartado 7.6 de la norma UNE 133100-2:2002. Todas las características de las arquetas de fibra óptica deberán responder a lo especificado en la norma de Endesa Distribución "Criterios de diseño de líneas subterráneas de media tensión".

8.3.4. Señalización exterior de las canalizaciones

Se realizará la señalización exterior de la canalización, colocando hitos a lo largo del tendido a una distancia máxima de 50 metros entre ellos y teniendo la precaución que desde cualquiera se vea, al menos, el anterior y posterior. También se señalarán los cambios de sentido.

9. CRONOGRAMA

Actividad	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
1 Ingeniería									
1.1 Dirección y supervisión de obra									
1.2 Dirección y supervisión de puesta en marcha									
2 Acondicionamiento									
2.1 Accesos									
2.2 Desbroce, vallado,...									
3 Obra civil									
3.1 Viales internos y perimetrales									
3.2 Cimentaciones y zanjas									
4 Montaje									
4.1 Hincado seguidores									
4.2 Montaje mecánico seguidores									
4.3 Módulos (montaje y conexionado)									
4.4 Centros de transformación									
4.5 Cableado BT y control									
4.6 Cableado MT									
5 Pruebas y Puesta en Marcha									
5.1 Pruebas mecánicas									
5.2 Puesta en marcha									
6 Centro de control y línea de evacuación									
6.1 Obra civil centro de control									
6.2 Montaje subestación									
6.3 Obra civil LMT subterránea									
6.4 Montaje y tendido LMT subterránea									
6.5 Pruebas y puesta en servicio									

10. PRESUPUESTO

Asciende el total del Presupuesto para la Planta Fotovoltaica Zorrillo, a la cantidad de DOS MILLONES VEINTIÚN MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS (2.821.473,28 €), I.V.A. no incluido.

Asciende el total del Presupuesto para la Planta Fotovoltaica Ornitorrinco, a la expresada cantidad de DOS MILLONES SEISCIENTOS DOS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS (2.602.257,91 €), I.V.A. no incluido.

11. CONSIDERACIONES FINALES

Se considera que la presente Memoria, describe adecuadamente y con suficiente detalle las obras e instalaciones correspondientes a la agrupación formada por la Planta Fotovoltaica Zorrillo y la Planta Fotovoltaica Ornitorrinco y su línea subterránea de evacuación, a 15 kV, entre el Centro de Control y el punto de conexión propuesto por ENDESA, en este caso en las barras de 15 kV de la Subestación Lluçmajor; habiéndose seguido a la hora de su redacción, las reglamentaciones vigentes sobre la materia.

Las instalaciones a efectuar serán realizadas por personal competente, bajo la dirección de un instalador autorizado por la Dirección General de Industria y Energía de las Islas Baleares.

En lo referente a cuestiones de tipo técnico que se hubieran omitido en la Memoria, Pliego de Condiciones, Planos, o cualquier otro documento incluido en el presente proyecto, se entenderá que se adapta por completo a la vigente Reglamentación.

Mallorca, noviembre de 2.020



Juan Luis García Menéndez

Ingeniero Industrial
Colegiado 1446 ICOIIG

PLANOS

PROYECTO BÁSICO DE AGRUPACIÓN DE LAS PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO

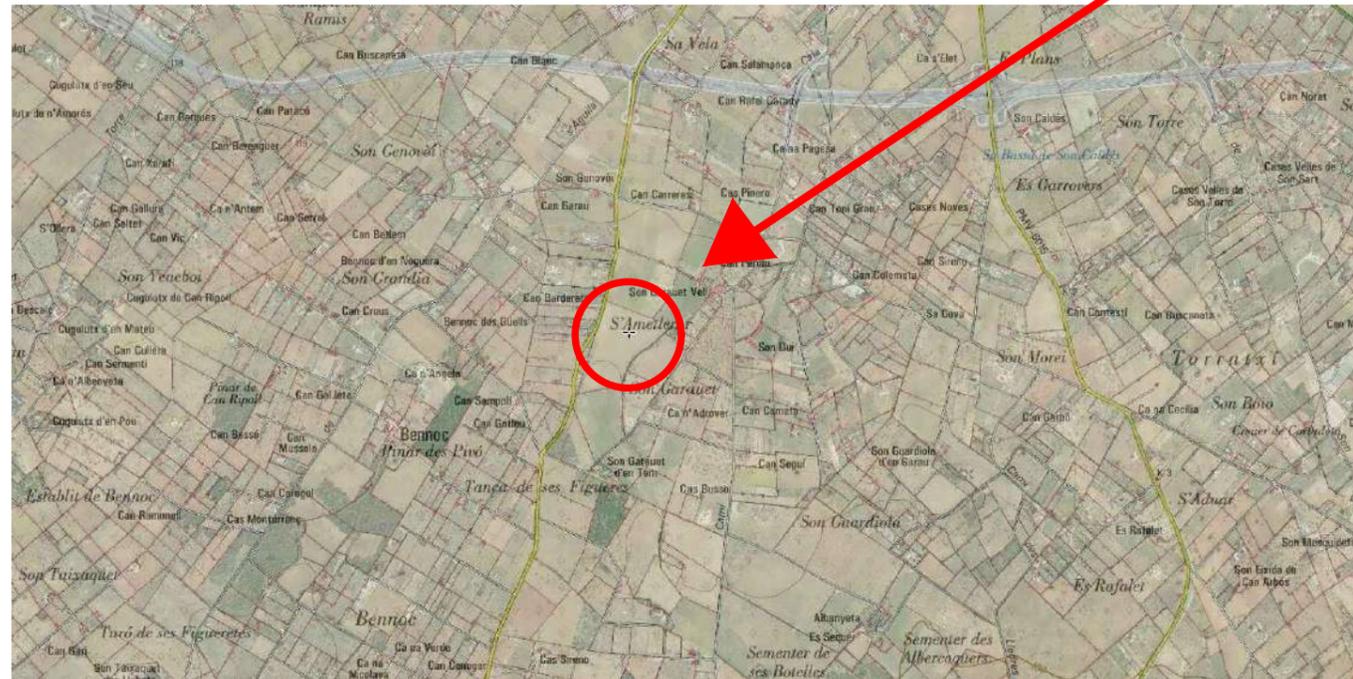
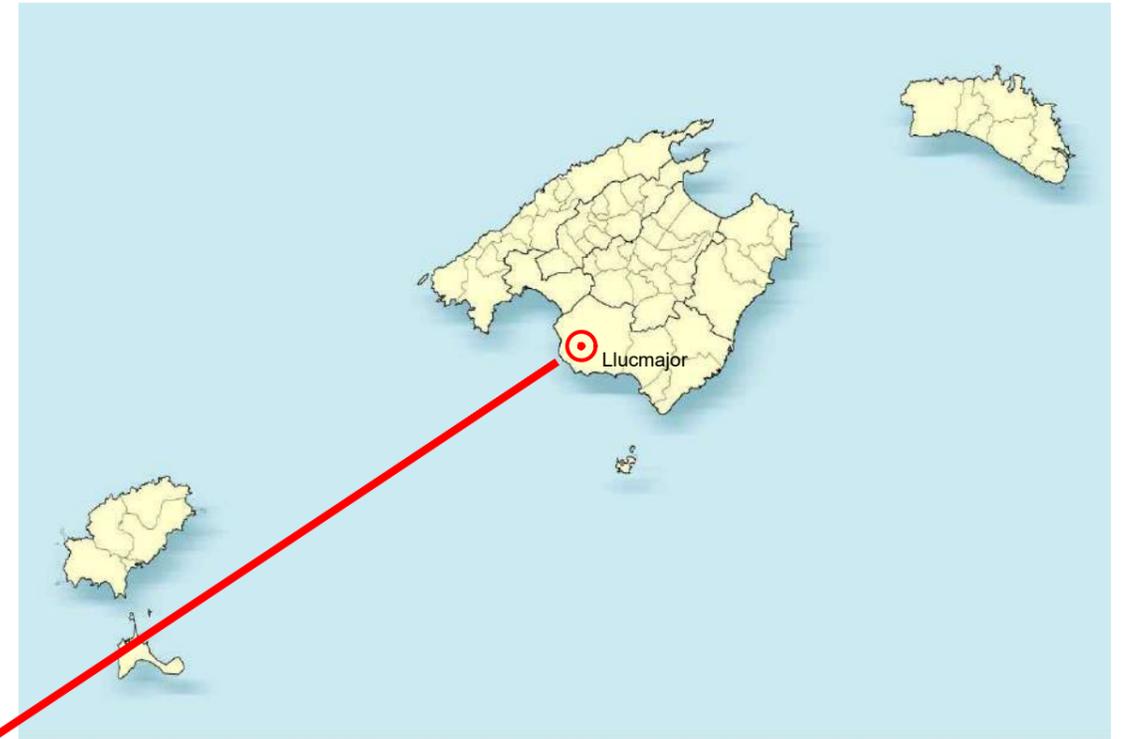
INDICE DE PLANOS

01.Situación

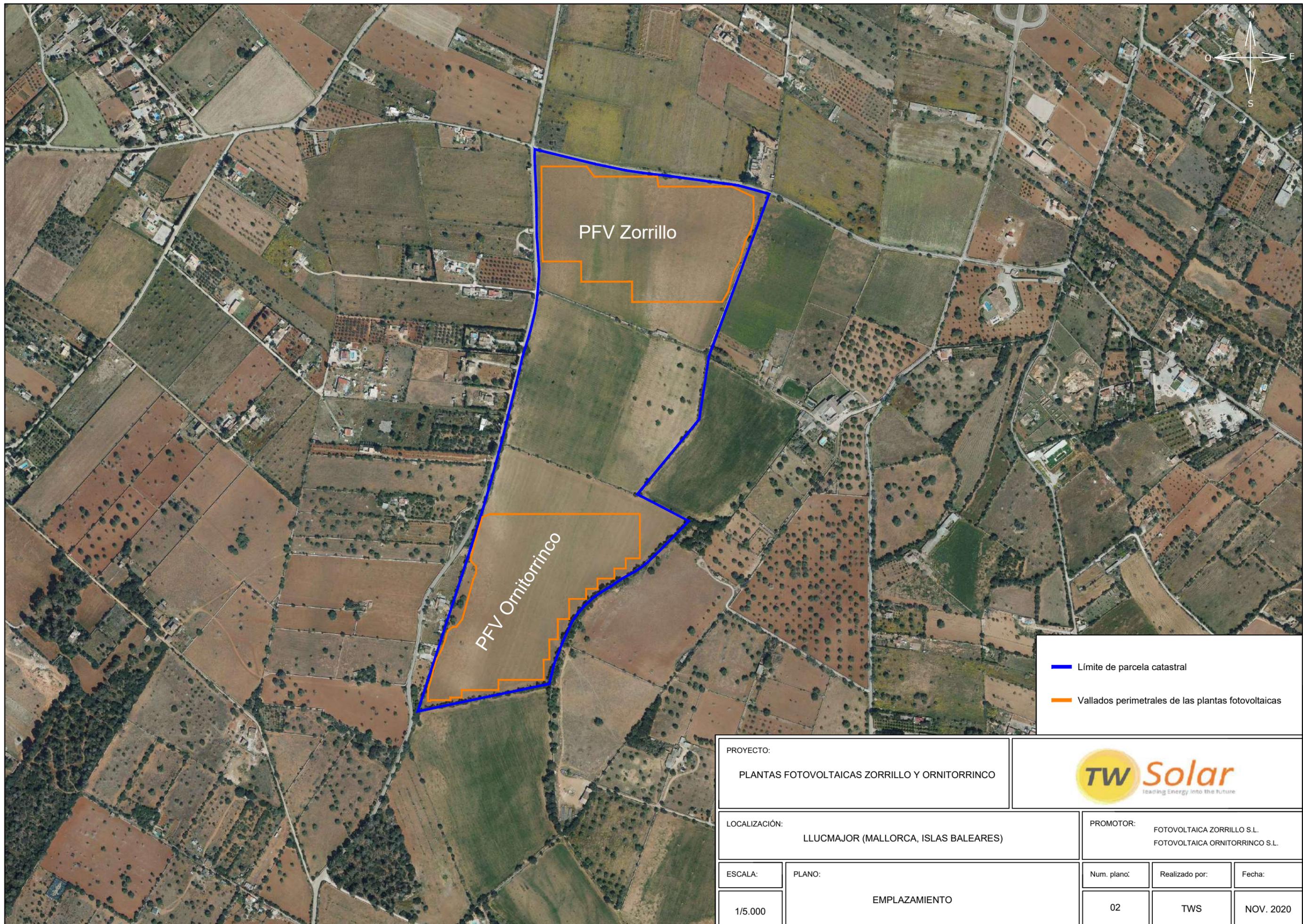
02.Emplazamiento

03.Implantación

04.Línea de evacuación



PROYECTO: PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO					
LOCALIZACIÓN: LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)		PROMOTOR: FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L. FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.			
ESCALA: S/E	PLANO: SITUACIÓN		Num. plano: 01	Realizado por: TWS	Fecha: NOV. 2020



PFV Zorrillo

PFV Ornitorrinco

- Límite de parcela catastral
- Vallados perimetrales de las plantas fotovoltaicas

PROYECTO:
PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



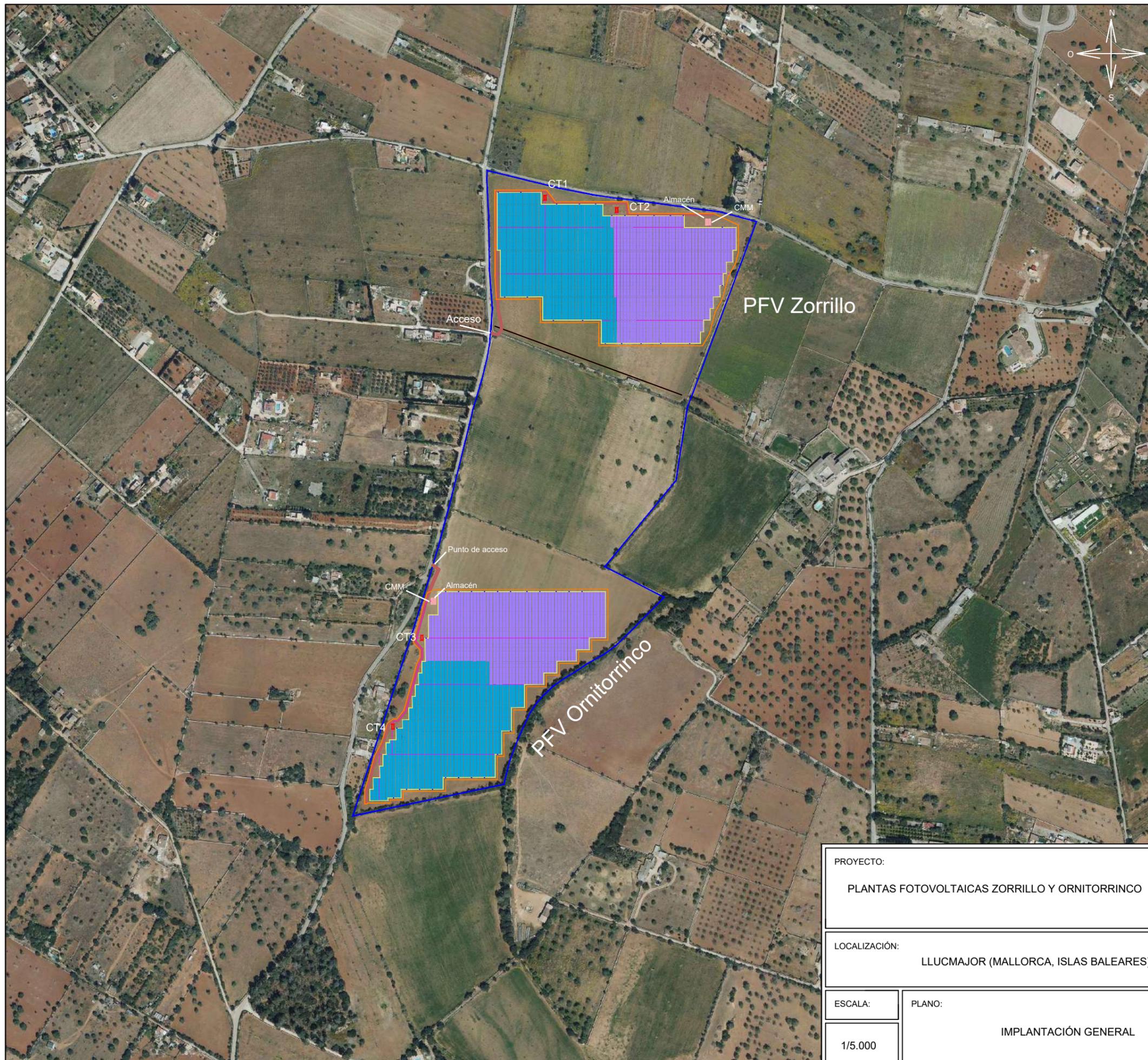
LOCALIZACIÓN:
LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

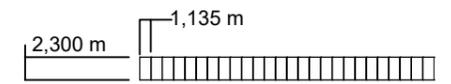
ESCALA:
1/5.000

PLANO:
EMPLAZAMIENTO

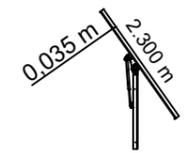
Num. plano:	Realizado por:	Fecha:
02	TWS	NOV. 2020



DETALLES DE INSTALACIÓN



Planta



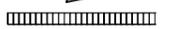
Vista lateral

SIMBOLOGÍA:

Límite de la propiedad:



Paneles FV:



CMM:



CT:



Inversores:



Vallado:



Perímetro placas solares:



Zanjas:



Caminos:



DATOS INSTALACIÓN:

Potencia Nominal instalación:	7,5 MW
Potencia Pico instalación:	10 MWp
Potencia de panel:	550 Wp
Centros de Transformación:	4 de 2,5 MVA
Configuración general	18200 módulos totales 26 módulos por string 1 string por tracker 700 strings totales 700 trackers totales 175 trackers por CT
Configuración tracker:	4,25 m de pitch 1,95 m entre filas 3 m ancho de camino

PROYECTO:
PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

ESCALA:
1/5.000

PLANO:
IMPLANTACIÓN GENERAL

Num. plano:	Realizado por:	Fecha:
03	TWS	NOV. 2020



SET Lluçmajor

Línea subterránea de evacuación PFV Zorrillo (4,6 km)

PFV Zorrillo

Línea subterránea de evacuación PFV Ornitornico (0,78 km)

PFV Ornitornico

PROYECTO: PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO				
LOCALIZACIÓN: LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)		PROMOTOR: FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L. FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.		
ESCALA: 1/20.000	PLANO: LÍNEA DE EVACUACIÓN		Num. plano: 04	Realizado por: TWS
			Fecha: NOV. 2020	



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

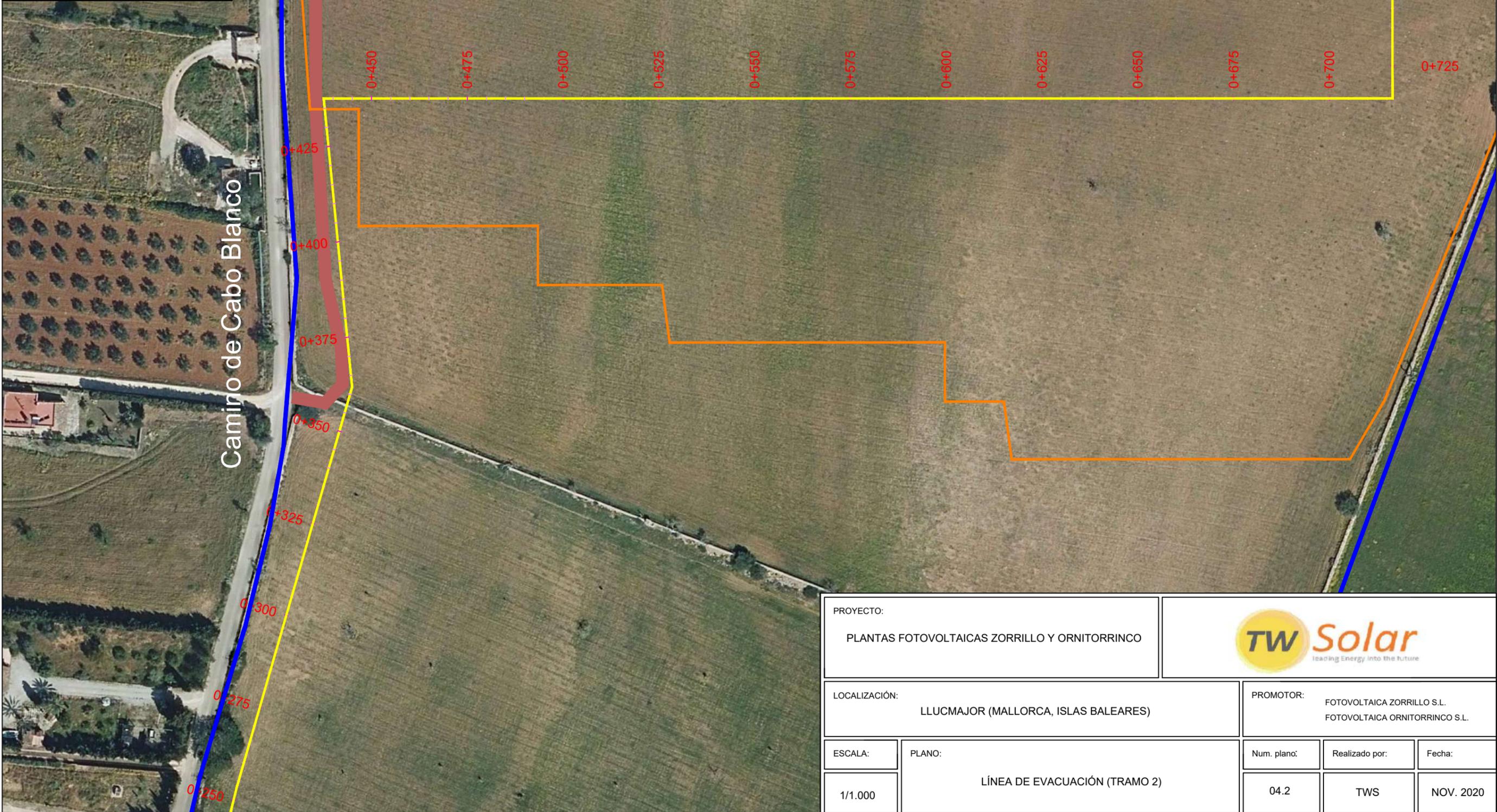
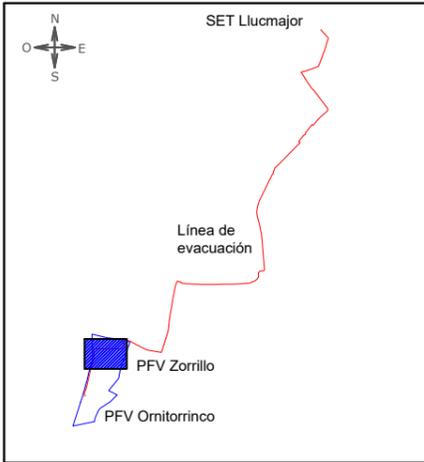
ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 1)

Num. plano:
 04.1

Realizado por:
 TWS

Fecha:
 NOV. 2020



PROYECTO:
PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

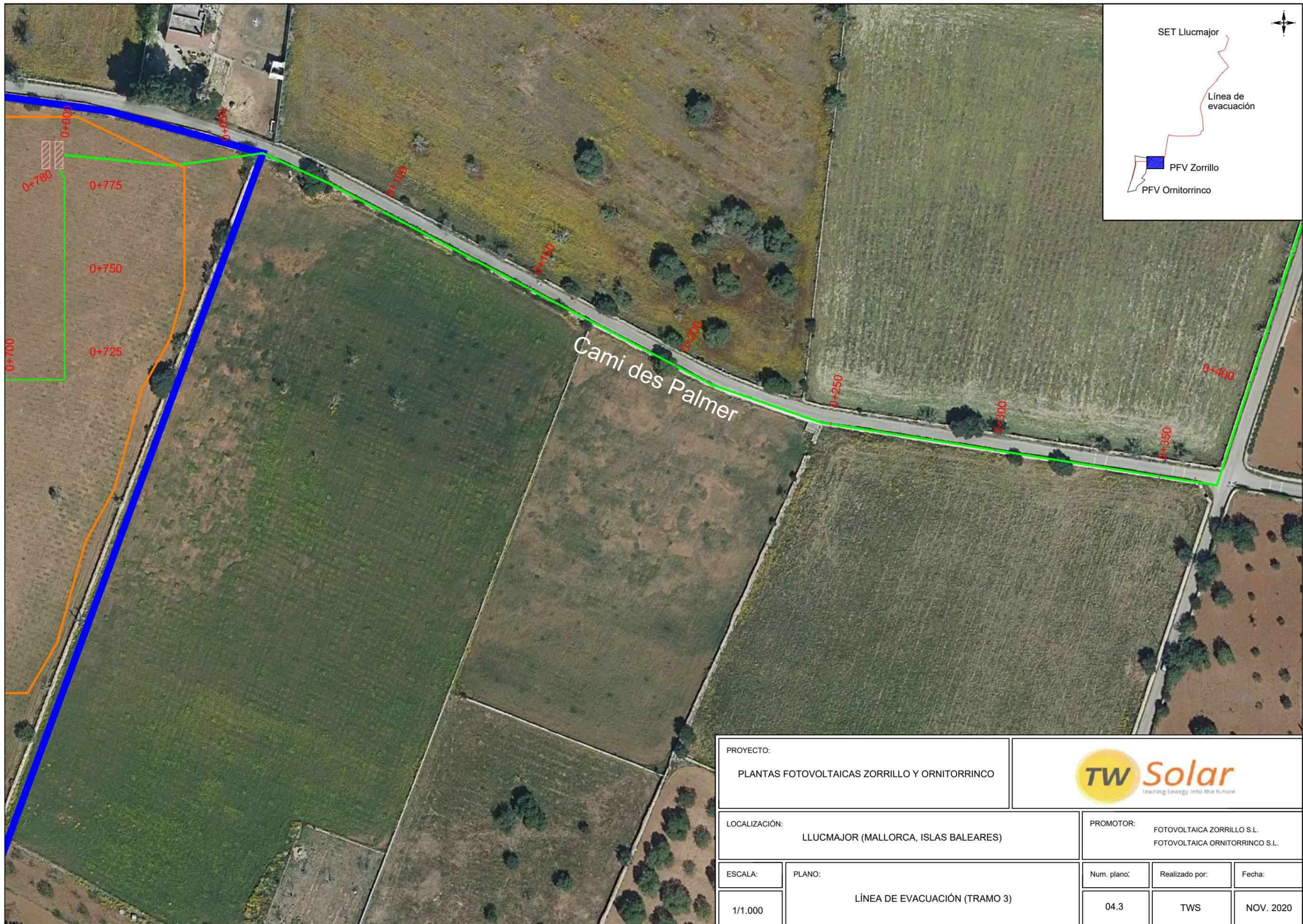
ESCALA:
1/1.000

PLANO:
LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 2)

Num. plano:
04.2

Realizado por:
TWS

Fecha:
NOV. 2020



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 3)

Num. plano:
 04.3

Realizado por:
 TWS

Fecha:
 NOV. 2020



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



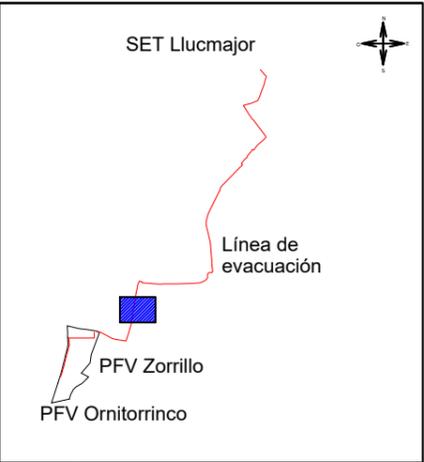
LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 4)

Num. plano:	Realizado por:	Fecha:
04.4	TWS	NOV. 2020



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 5)

Num. plano:
 04.5

Realizado por:
 TWS

Fecha:
 NOV. 2020



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 6)

Num. plano:
 04.6

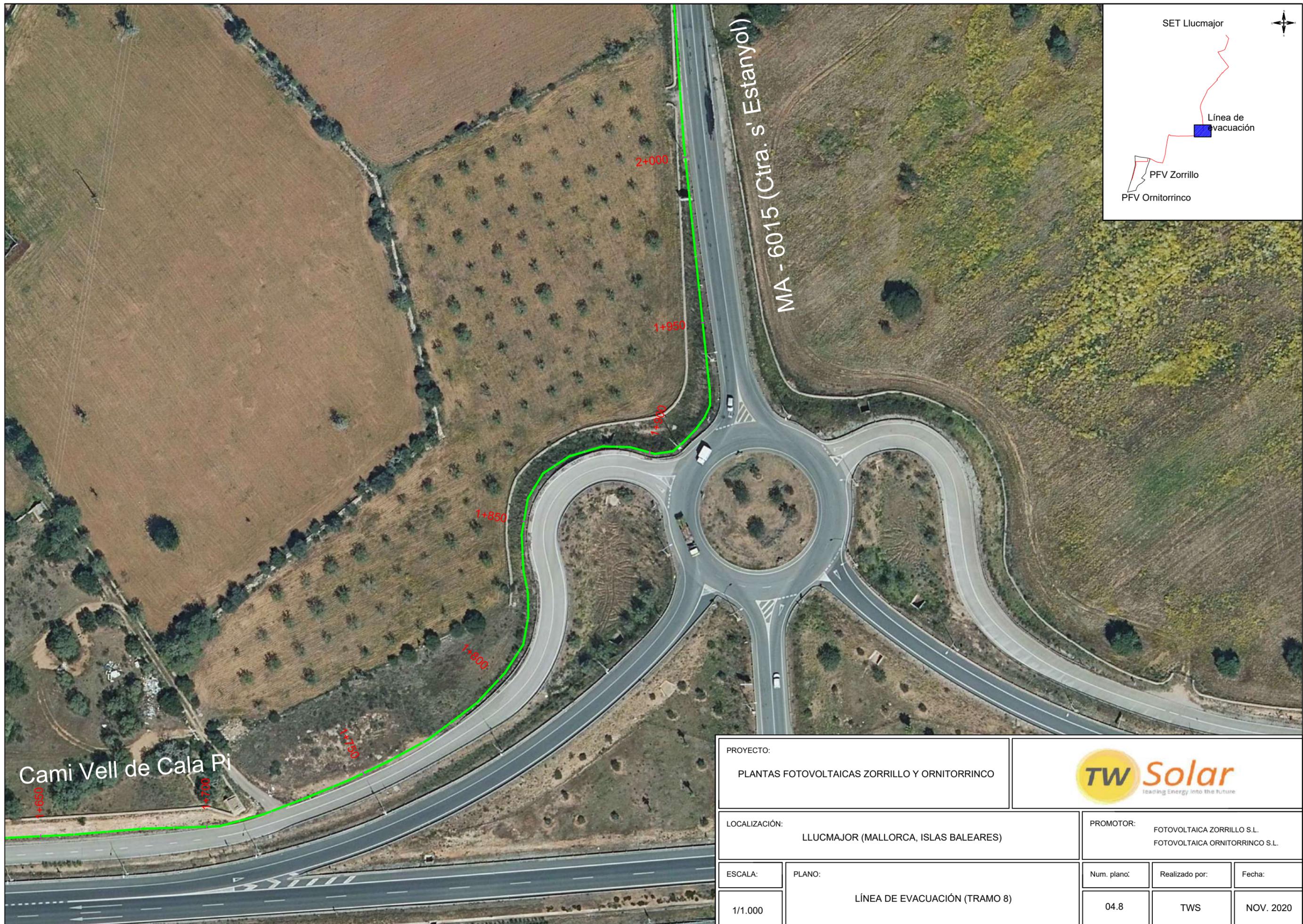
Realizado por:
 TWS

Fecha:
 NOV. 2020



Cami Vell de Cala Pi

PROYECTO: PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO				
LOCALIZACIÓN: LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)		PROMOTOR: FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L. FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.		
ESCALA: 1/1.000	PLANO: LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 7)		Num. plano: 04.7	Realizado por: TWS
			Fecha: NOV. 2020	



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



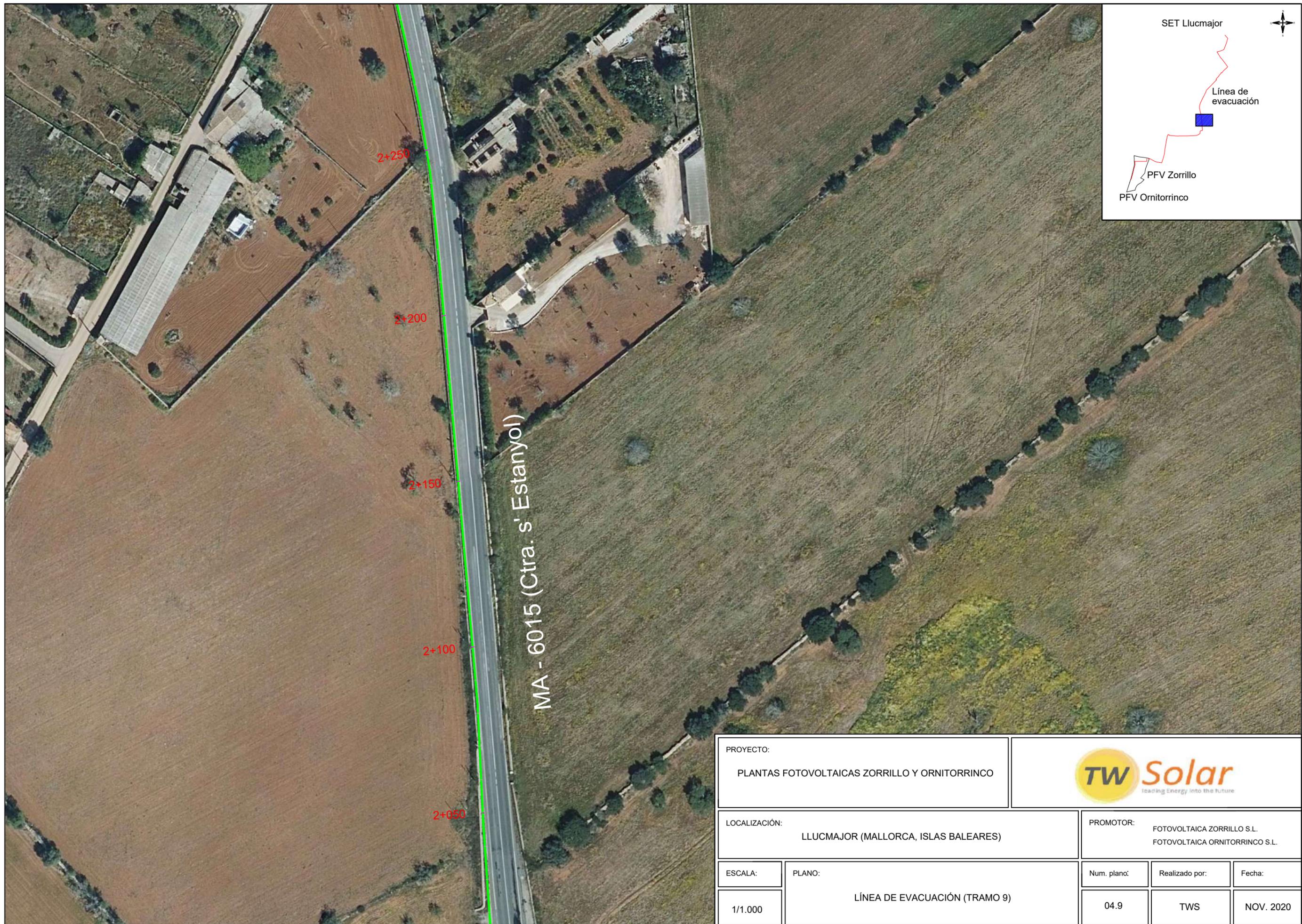
LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 8)

Num. plano:	Realizado por:	Fecha:
04.8	TWS	NOV. 2020



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 9)

Num. plano:
 04.9

Realizado por:
 TWS

Fecha:
 NOV. 2020



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

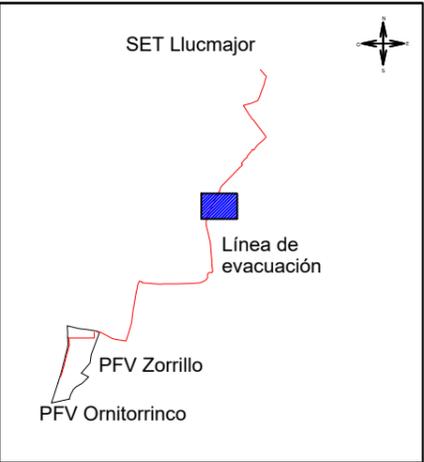
ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 10)

Num. plano:
 04.10

Realizado por:
 TWS

Fecha:
 NOV. 2020



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

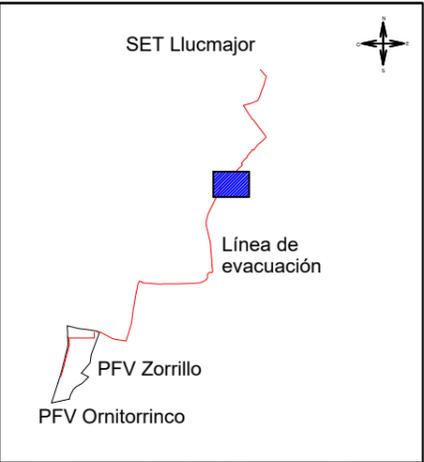
ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 11)

Num. plano:
 04.11

Realizado por:
 TWS

Fecha:
 NOV. 2020



PROYECTO:
PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 12)

Num. plano:
 04.12

Realizado por:
 TWS

Fecha:
 NOV. 2020



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

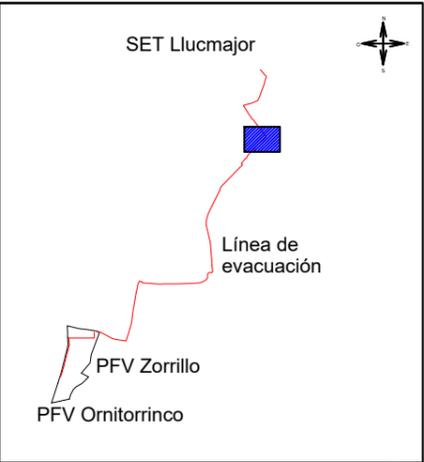
ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 13)

Num. plano:
 04.13

Realizado por:
 TWS

Fecha:
 NOV. 2020



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 14)

Num. plano:
 04.14

Realizado por:
 TWS

Fecha:
 NOV. 2020



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 16)

Num. plano:
 04.16

Realizado por:
 TWS

Fecha:
 NOV. 2020



PROYECTO:
 PLANTAS FOTOVOLTAICAS ZORRILLO Y ORNITORRINCO



LOCALIZACIÓN:
 LLUCMAJOR (MALLORCA, ISLAS BALEARES)

PROMOTOR:
 FOTOVOLTAICA ZORRILLO S.L.
 FOTOVOLTAICA ORNITORRINCO S.L.

ESCALA:
 1/1.000

PLANO:
 LÍNEA DE EVACUACIÓN (TRAMO 17)

Num. plano:
 04.17

Realizado por:
 TWS

Fecha:
 NOV. 2020