Anejo Nº30: ENERGIAS ALTERNATIVAS: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

ÍNDICE

Instalación fotovoltaica Sector II……..…….……2

Instalación fotovoltaica Sector III…….....99

Anexo 1: Informe geotéctico Sector II……..……..……....199

Anexo 2: Informe geotéctico Sector III ……....……....200

Anexo 3: Informe de resultados de ensayos pull out test……...……..…..……....201

Instalación Fotovoltaica Sector II

ÍNDICE

1 OBJETO Y ANTECEDENTES 6

2 PETICIONARIO-PROMOTOR 7

3 EMPLAZAMIENTO 7

4 REGLAMENTACIÓN 8

5 PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED 8

6 PUESTA EN MARCHA 9

6.1 Procedimiento 10

6.1.1 Conexión 10

7 CONTROL DE CALIDAD 12

8 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 14

8.1 Características generales de la planta 14

8.2 Datos de radiación global 15

8.3 Temperatura ambiente máxima y mínima utilizados 16

8.4 Equipos principales 17

8.4.1 Módulos fotovoltaicos 17

8.4.2 Inversores fotovoltaicos 17

8.4.3 Estructura fotovoltaica 19

8.4.4 Piranómetro de radiación 21

8.5 Instalaciones eléctricas 22

8.5.1 Corriente continua 22

8.5.2 Corriente alterna 800 v 23

8.5.3 Cuadro protección 800v 23

8.5.4 Centro de transformación 24

8.5.5 Puesta a tierra 25

8.5.6 Sistema anti-vertido 27

8.5.7 Monitorización y control 29

8.6 Instalaciones auxiliares 29

8.6.1 Estación meteorológica 29

8.6.2 Instalación de seguridad e intrusión 29
8.6.3 Medidas de protección contra incendios 30
8.6.4 Vallado 31
8.7 Obra civil 31
9 CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 34
9.1 Potencia de la instalación 34
9.2 Radiación y trayectoria solar de la zona 36
9.3 Distancia mínima entre filas 36
9.4 Producción de energía. Estimación de criterios 37
9.5 Dimensionamiento de la potencia del parque fotovoltaico 40
9.5.1 Datos de la instalación de bombeo 40
9.5.2 Costes de la compra de energía 41
9.5.3 Modalidad de riego 43
9.5.4 Producción fotovoltaica 45
9.5.5 Optimización del dimensionamiento 45
9.5.6 Resumen de la optimización 54
9.6 Dimensionamiento inversor de red 55
9.7 Dimensionamiento de conductores en un sistema fotovoltaico 55
9.8 Dimensionamiento de conductores evacuación 62
9.9 Dimensionamiento del transformador 66
9.10 Cortocircuitos 67
9.11 Dimensionado del pozo apagafuegos 67
9.12 Conductores de protección 67
10 PLIEGO DE CONDICIONES 70
10.1 Objeto del pliego 70
10.2 Aspectos legales y administrativos 70
10.3 Alcance de la obra 72
10.4 Documentos que definen la obra 72
10.5 Especificaciones que deben satisfacer los materiales y equipos 72
10.5.1 Generalidades y definiciones 72

10.5.2 Instalación eléctrica línea aérea y/o subterránea. 76

10.5.3 Generadores fotovoltaicos..... 78

10.5.4 Estructura de soporte o seguidor 80

10.5.5 Inversores..... 82

10.5.6 Centro de transformación..... 86

10.5.7 Componentes de los cuadros eléctricos de baja tensión 86

10.5.8 Sistema de monitorización. 90

10.5.9 Conductores. 91

10.5.10 Bandejas, canales protectoras y amarres. 94

10.5.11 Especificaciones de la ejecución de la obra..... 94

1 OBJETO Y ANTECEDENTES

La Comunidad de Regantes de la margen izquierda del Porma pretende el suministro, al menos en parte, basado en energías alternativas, concretamente mediante la energía solar fotovoltaica. Dicha energía se está implantando en algunos regadíos a pequeña escala, siendo su funcionamiento adecuado y permitiendo ahorros energéticos en la práctica del riego.

En los últimos años, las energías renovables han comenzado a integrarse en las explotaciones. Destaca la utilización de fuentes solares respecto al resto de fuentes renovables y el creciente interés por las energías renovables tiene su raíz en la excesiva dependencia de la economía sobre los combustibles fósiles (alto precio, inseguridad en el suministro e inestabilidad geopolítica de gran parte de los países productores) y en el calentamiento terrestre como consecuencia de la emisión de gases de efecto invernadero.

La zona regable de la Comunidad de Regantes de la Margen Izquierda del Porma abarca una superficie de regadío de 20.053 ha perteneciendo en su conjunto a la provincia de León.

La zona regable se abastece del Canal de la MI del río Porma que toma el agua del embalse del Porma, en el azud situado en el río homónimo ubicado a la altura de la localidad de Secos del Porma. Se divide en dos tramos denominados Fase I y Fase II a los que se les asignan los diferentes sectores que forman la comunidad de regantes. Cuenta con una longitud total de 75,72 km. La Fase I cuenta con 36,97 km y la Fase II con 38,75 km. La Fase I abarca desde el azud en el río Porma hasta un segundo azud localizado en el punto de confluencia con el río Esla, a la altura de la localidad de Villomar, punto en el que se cruzan el trazado del canal con el cauce del río.

La zona regable se divide en once sectores de riego que van desde el sector I al sector XI. Se distribuyen de norte a sur a lo largo del trazado del Canal de la Margen Izquierda del río Porma.

En la actualidad, se encuentran modernizados siete sectores de riego, para un total de 11.854 ha, y previsto en este plan los sectores II y III con 4.756 ha. Restarían por modernizar después de esta actuación unas 3.425 ha. La Modernización del Regadío de la Comunidad de Regantes de la Margen Izquierda del Porma (León), sectores II y III, tiene como objetivo principal la reducción del uso de los recursos hídricos regulados. La actuación pretende la modernización de una zona regable de 4.756 ha, para el cambio de riego tradicional por gravedad desde la red de acequias, aun riego moderno mediante tuberías enterradas presurizadas.

La superficie de riego estará subdividida en dos sectores de riego, para una mayor eficiencia energética, diferenciando cada sector por sus características altimétricas. Cada uno de los sectores se abastece del canal del Porma, derivando a sendas balsas de regulación y estaciones de bombeo.

Las estaciones de bombeo serán alimentadas en parte por energía proveniente de la red eléctrica, y otro porcentaje será abastecido por la construcción de un parque fotovoltaico.

El objeto del presente anejo es el diseño, descripción y valoración de las obras a ejecutar. Así mismo ha de servir como documento que permita la ejecución de las obras y la obtención de permisos, concesiones y trámites administrativos necesarios para su puesta en servicio.

Este anejo contempla la realización de una instalación fotovoltaica en la estación de bombeo del Sector II del margen izquierdo del Porma, de 1.001,52 kWp.

2 PETICIONARIO-PROMOTOR

Se redacta el presente proyecto a petición de la Comunidad De Regantes De La Margen Izquierda Del Porma, promotor de las instalaciones descritas en el presente documento.

El promotor es:

Nombre: COMUNIDAD DE REGANTES DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL PORMA.

C.I.F.: G24066250.

Dirección: C/ La Adobera, 8 Cabreros del Rio. 24224, León.

3 EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de la instalación proyectada será el descrito a continuación:

Sector II (Valdearcos)

Referencia catastral: 24096A103000360000BS

Localización: Polígono 103 Parcela 36

ARROYO VALDEARCOS. MANSILLA DE LAS MULAS (LEÓN)

Coordenadas

GGMMSS 42º 28' 06.8" N, 05º 24' 59.8" O

UTM 30 T 301332 4704632

4 REGLAMENTACIÓN

Las instalaciones documentadas en el presente proyecto, están afectadas y por tanto, cumplirán con la legislación vigente siguiente:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Decreto 842/2002 de 2 de agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y autorización de instalaciones de energía eléctrica (RD. 1955/2000, de 1 de diciembre).
- Real decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y Reglamentos que la desarrollan.
- Normas CEI (Comisión Electrotécnica internacional)
- Criterios generales para la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión (Norma UNE 157701).
- Normas particulares de los diferentes estamentos de Industria que sean de obligado cumplimiento.

5 PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED

Para satisfacer las necesidades de la instalación se ha proyectado la instalación de un total de 1.872 módulos fotovoltaicos con una potencia pico de 535W, obteniendo una potencia pico total de 1.001,52 kWp.

Puesto que la instalación objeto de proyecto es una instalación fotovoltaica de autoconsumo, se ha proyectado la instalación de 6 inversores de red con una potencia de 175kW. En base a esta configuración de módulos e inversores, se ha diseñado una configuración de seguidores solares con dos mesas de una fila de 26 paneles con disposición vertical.

La tensión de funcionamiento en baja tensión de la estación de bombeo es de 690V, ésta no es una tensión de salida estándar en los inversores de red, por tanto, la instalación deberá contar con un transformador para adaptar la tensión de generación a la de utilización con una potencia no inferior a 1250kVA.

Ya que la instalación de este transformador es indispensable se ha proyectado el montaje de inversores de red con una tensión de salida de 800V, este tipo de inversores permite incrementar la distancia existente entre el inversor y la estación de bombeo en decremento de las

distancias existentes entre módulo fotovoltaico e inversor, obteniendo menores perdidas por caída de tensión en la parte de corriente continua.

El punto de evacuación de la planta fotovoltaica será el Cuadro General de Baja Tensión de 690V de la estación de bombeo, situado en el edificio prefabricado junto al transformador general de la instalación 45kV/069kV.

La instalación proyectada debe estar considerada como inyección cero, lo cual implica que no puede generar más energía que la demandada por la propia instalación, para ello se ha proyectado un sistema encargado de leer el consumo total de la instalación y gestionar la generación de cada inversor con objeto de evitar la inyección de energía a la red de distribución. En este tipo de instalaciones una parte muy importante de la energía consumida cuando la instalación está fuera de campaña de riego es la energía demandada por las pérdidas internas en los transformadores de potencia, con objeto de minimizar este consumo es muy importante la elección del punto donde se obtenga la lectura del consumo de la instalación, por esta razón se ha proyectado la lectura del consumo en la parde de alta tensión del centro de transformación 45kV/0.69kV.

6 PUESTA EN MARCHA

La planta contará con protecciones en diferentes niveles y grados de apertura tanto en la parte de continua como en alterna. Para poder realizar maniobras se debe conocer bien el esquema general de planta y los equipos de protección y maniobra de los que se dispone.

En la parte de continua encontramos primero las cajas tipo SCB (String Control Box), cuadros que agrupan los strings del generador fotovoltaico, en la cual tenemos fusibles para las entradas de cada una de las series y un interruptor seccionador general a la salida de esta. En este caso en particular, puesto que el inversor proyectado tiene un alto número de entradas MPPT, estas cajas SCB solamente contendrán los fusibles correspondientes a una sola string. Los fusibles no se pueden manipular en carga, por ello se debe proceder primero a la parada del inversor correspondiente.

Desde estas cajas accedemos a los inversores, los cuales a la entrada tienen tres seccionadores de corriente continua, el cual no se puede manipular en carga, por tanto se deberá asegurar que el inversor está parado mediante la aplicación móvil correspondiente.

Desde cada inversor vamos al cuadro general de 800V de alterna, el cual agrupa el total de inversores. Este cuadro contiene una protección magnetotérmica y diferencial para cada inversor,

aunque esta aparamenta tiene capacidad de corte en carga, se aconseja primeramente parar el inversor mediante la aplicación móvil correspondiente.

6.1 Procedimiento

6.1.1 Conexión

1.- Si es la primera vez que se conecta o se trata del cambio de un inversor nuevo, se debe realizar primero la maniobra de configuración de inversor.

2.- Una vez configurados los inversores, abrimos todos los cuadros SCB interruptores y fusibles. dejando las series aisladas e individuales.

3.- Comprobar y abrir los interruptores del Cuadro General FV 800V.

4.- Comprobar que se han realizado todas las pruebas en vacío de todos los cables, timbrado, continuidad, megado, etc.… y que están correctas.

5.- Cerrar protecciones de la línea de MT. (Solo en caso de tener que energizar la parte de MT)

6.- Medir y observar la tensión de salida (secundario parte de alta tensión) del transformador. Debe ser 690 v o similar. (Solo en caso de tener que energizar la parte de MT)

7.- Cerrar interruptor general del Cuadro General 690V. (Solo en caso de tener que energizar la parte de MT)

8.- Cerrar interruptor de la instalación FV existente en el Cuadro General 690V.

9.- Comprobar presencia de tensión el cuadro general FV 800V.

10.- Cerrar el interruptor general del cuadro FV 800V.

11.- Ir cerrando los interruptores de cada inversor.

Inicio parte de continua. Se realiza inversor por inversor, nunca todos a la vez.

12.- Revisar tensiones series en caja SCB. (caja 1)

13.- Cerrar fusibles de series. (Caja 1)

14.- Cerrar Interruptor DC correspondiente del inversor. (Inversor 1)

15.- En el menú de inversor poner en ON. (Inversor 1). (Se continúa desde el punto 8 pero con el número 2 y así progresivamente.)

6.1.2 Desconexión

Comenzar con la maniobra de la parte de continua. Se realiza inversor a Inversor.

1.- Poner en OFF el inversor en el Menú. (Inversor 1).

2.- Abrir el interruptor DC del Inversor. (Inversor 1).

3.- Abrir fusibles series SCB. (Caja 1). Regresar a realizar desde el punto 1 al inversor siguiente y así progresivamente hasta abrir todos.

5.- Comprobar ausencia de corriente a la salida de los inversores. Abrir interruptor correspondiente del cuadro general FV 800V. En caso de sólo necesitar trabajar en un inversor. Abrir solo los fusibles de ese inversor. ATENCIÓN: el cuadro seguirá teniendo tensión de los otros inversores.

6.- Para apertura general, comprobar la correcta realización de todos los pasos anteriores para cada inversor. Apertura del interruptor general FV del general del Cuadro General 800V.

7.- Apertura del interruptor FV 690V del general del Cuadro General 690V.

ATENCIÓN: el cuadro seguirá teniendo tensión y carga debido al resto de instalación de 690V (Estación de Bombeo).

7.- Apertura protecciones de MT. Sólo en caso de necesitar desenergizar la línea de MT.

IMPORTANTE:

La compañía eléctrica puede llegar a abrir directamente la línea de MT desde el seccionador de corte en carga. Toda la planta se para automáticamente. Al recuperarse y/o cerrar de nuevo el seccionador de corte en carga, la planta arranca automáticamente, una vez hecha la sincronización de los inversores con los parámetros de red.

En caso de alargarse la parada de la línea de MT o tener que revisar la planta tras una parada de la línea general de MT, se tratará la planta con el procedimiento de Desconexión y para su puesta en marcha de nuevo, el procedimiento de Conexión.

7 CONTROL DE CALIDAD

Conforme al artículo 2 de Decreto 83/1991, de 22 de abril, de la Consejería de Fomento sobre Control de Calidad en la construcción (BOCYL nº79 de 26/04/1991), todos los proyectos de obras deben incluir un programa de control de calidad valorado que especifique las mínimas actuaciones de control necesarias para conseguir el nivel de calidad previsto. Este punto se redacta con el fin de especificar y valorar las mínimas actuaciones de control de calidad que se llevarán a cabo, durante la ejecución de las obras para garantizar que se cumplen todos los requisitos de calidad en base a la normativa vigente y la experiencia de la buena práctica constructiva.

La responsabilidad del control de calidad de la obra recae sobre el contratista y debe incluir el control de los materiales, control de calidad de equipos en taller y fábrica, control de ejecución en obra y pruebas de funcionamiento de las instalaciones; siempre que el presupuesto del plan de control de calidad es inferior al 1% del P.E.M. de la obra es obligación del contratista su realización dentro del presupuesto de la obra (Cláusula 38, Decreto 3854/1970).

DESCRIPCION	NORMA	Nº	LOTE	UD.	MEDICIÓN	Nº ENSAYOS	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO: ESTRUCTURA METALICA								
Comprobación en taller del galvanizado: preparación de superficie (granallado y limpieza), espesor del galvanizado	UNE-EN 1461	1	2	Tm.	31,00	**31**	25,00 €	775,00 €
CAPÍTULO: INSTALACIONES PLANTA FOTOVOLTAICA								
Verificación del Funcionamiento de la instalación y del cumplimiento del RAT. Debe ser realizado por una empresa especializada o laboratorio acreditado según UNE-EN-ISO/IEC 17025	UNE-20460, UNE EN61215-2:2016	1	1	UD	1,00	**1**	1.000,00 €	1.000,00 €
Ensayo de potencia máxima MQT 02		1	500	UD	1.872,00	**4**	900,00 €	3.600,00 €
Inspección inicial y durante ejecución		1	1	UD	1,00	1	2.000,00 €	2.000,00 €
Prueba final de funcionamiento de la instalación		1	1	ud	1,00			
CAPÍTULO: INSTALACIONES DE INTERCONEXION CON LA RED								

	Verificación del Funcionamiento de la instalación y del cumplimiento del RAT. Debe ser realizado por una empresa especializada o laboratorio acreditado según UNE-EN-ISO/IEC 17025	RD 214/2019	1	1	UD	1,00	**1**	3.000,00 €	3.000,00 €
	Inspección inicial y durante ejecución		1	1	UD	1,00			
	Prueba final de funcionamiento de la instalación		1	1	ud	1,00			
							IMPORTE TOTAL. IVA NO INCLUIDO		**10.375,00 €**

8 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

8.1 Características generales de la planta

La instalación fotovoltaica proyectada inyectará la energía generada en la estación de bombeo a la tensión de 690V.

Se ha diseñado una instalación fotovoltaica con seguidor, es decir los paneles fotovoltaicos estarán montados sobre una estructura móvil con la orientación determinada, sin embargo, la inclinación será variable en función de la radiación solar.

Para satisfacer las necesidades de la instalación se ha proyectado la instalación de un total de 1.872 módulos fotovoltaicos con una potencia pico de 535W, obteniendo una potencia pico total de 1.001,52 kWp con una superficie ocupada total aproximada de 2 hectáreas.

Puesto que la instalación objeto de proyecto es una instalación fotovoltaica de autoconsumo, se ha proyectado la instalación de 6 inversores de red con una potencia de 175kW. En base a esta configuración de módulos e inversores, se ha diseñado una configuración de seguidores solares con dos mesas de una fila de 26 paneles con disposición vertical.

Como ya se ha comentado, la tensión de funcionamiento de la estación de bombeo es de 690V, ésta no es una tensión de salida estándar en los inversores de red, por tanto, la instalación deberá contar con un transformador para adaptar la tensión de generación a la de utilización con una potencia no inferior a 1250kVA.

Ya que la instalación de este transformador es indispensable se ha proyectado el montaje de inversores de red con una tensión de salida de 800V, este tipo de inversores permite incrementar la distancia existente entre el inversor y la estación de bombeo en decremento de las distancias existentes entre módulo fotovoltaico e inversor, obteniendo menores perdidas por caída de tensión en la parte de corriente continua.

El punto de evacuación de la planta fotovoltaica será el Cuadro General de Baja Tensión de 690V de la estación de bombeo.

La instalación proyectada debe estar considerada como inyección cero, lo cual implica que no puede generar más energía que la demandada por la propia instalación, para ello se ha proyectado un sistema encargado de leer el consumo total de la instalación y gestionar la generación de cada inversor con objeto de evitar la inyección de energía a la red de distribución. En este tipo de instalaciones una parte muy importante de la energía consumida cuando la

instalación está fuera de campaña de riego, es la energía demandada por las pérdidas internas en los transformadores de potencia, con objeto de minimizar este consumo es muy importante la elección del punto donde se obtenga la lectura del consumo de la instalación, por esta razón se ha proyectado la lectura del consumo en la parte de alta tensión del centro de transformación, instalando transformadores de medida con tres secundarios para cablear el equipo de inyección 0.

8.2 Datos de radiación global

El principio de diseño normalmente utilizado para una instalación fotovoltaica es maximizar la recolección de la radiación solar disponible, de tal forma que la curva de producción horaria sea lo más plana posible. Atendiendo a este criterio y después de hacer diversas iteraciones con strings de paneles a distintas orientaciones e inclinaciones y teniendo en cuenta que la instalación tiene su principal demanda de energía entre los meses de abril y septiembre, se llega a la conclusión de que la mejor la opción más ventajosa es una instalación solar móvil con una inclinación variable y un azimut de 0º respecto al sur.

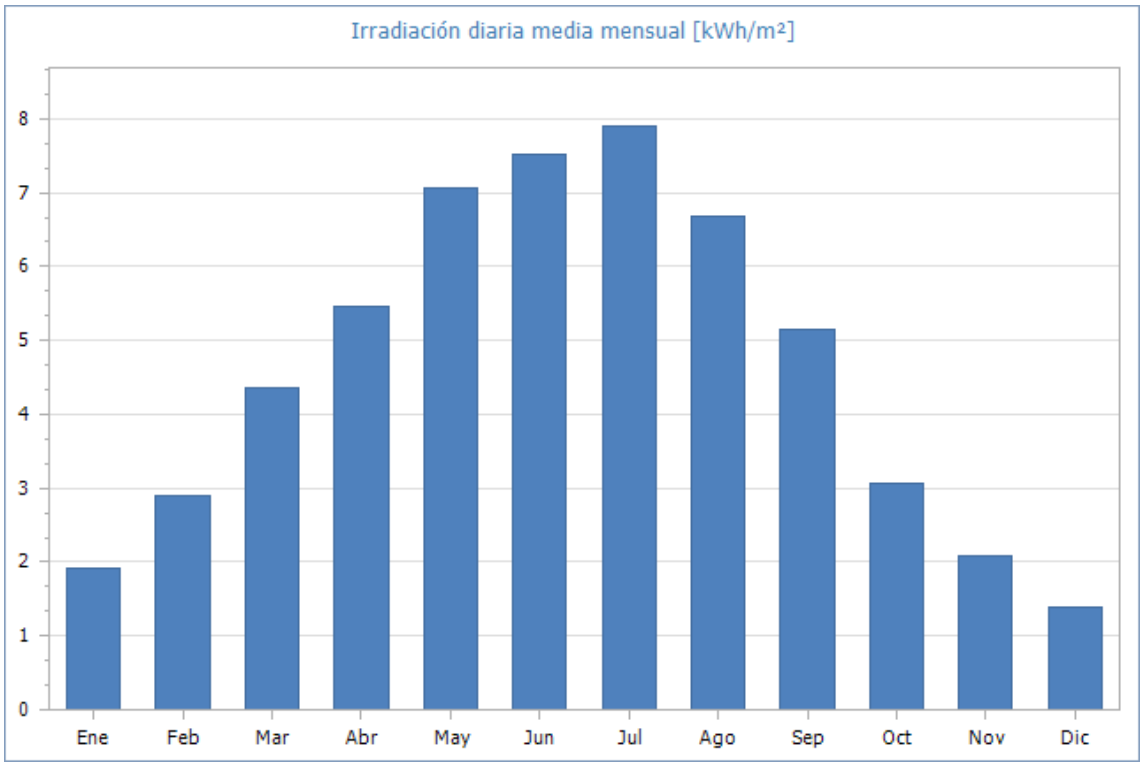
Con esta configuración y considerando la ubicación donde se va a instalar el Instalación, Valdearcos, latitud 42°.4678 N, longitud 5°.4158 W y altitud 792 m sobre el nivel del mar, se verifica la disponibilidad de energía solar utilizando los datos "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)" sobre los valores promedios mensuales diarios de radiación solar en un plano horizontal.

Promedio de radiación solar diaria por mes en el plano horizontal [kWh/m²]

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.91	2.89	4.35	5.45	7.07	7.51	7.90	6.68	5.15	3.07	2.09	1.40

Fuente de datos: Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)

Irradiación anual media mensual sobre el plano horizontal [kWh/m²]



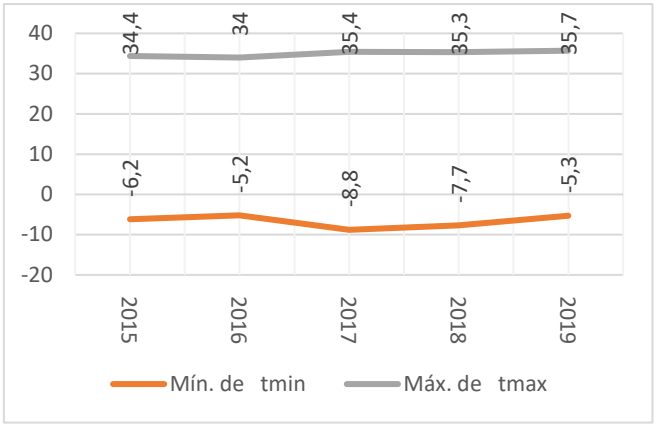
Fuente datos: Photovoltaic Geographical Information

Por lo tanto, los valores de la radiación solar anual en el plano horizontal son 1 690.70 kWh/m².

Los efectos del sombreado debido a elementos naturales (montañas, árboles) o artificiales (edificios), determinan la reducción de las ganancias solares y el tiempo de retorno correspondiente. El coeficiente de sombreado, función de la morfología del sitio, es 1.00.

8.3 Temperatura ambiente máxima y mínima utilizados

Las temperaturas mínimas y máximas utilizadas en la verificación del proyecto han sido -10ºC y 70ºC, como puede observarse estos valores están por encima de los valores máximos y mínimos registrados por la Agencia estatal de meteorología registrados en los últimos años.



Fuente datos: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

8.4 Equipos principales

8.4.1 Módulos fotovoltaicos

La planta se compone de 1.872 módulos fotovoltaicos del modelo LR5-72 HPH de 535 Wp, de LongiSolar o similar, con las principales características en condiciones STC: AM1.5 1000W/m2 a 25ºC, descritas a continuación:

- Potencia nominal: 535W
- Tensión de salida: 1500 V (IEC)
- Rango de temperatura: -40ºC ~ +85ºC
- Tensión en el punto Pmáx-VMPP: 41,5 V
- Corriente en el punto Pmáx-IMPP: 12,90 A
- Tensión en circuito abierto-VOC: 49,35 V
- Corriente de cortocircuito-ISC: 13,78 A
- Peso: 27,2 kg
- Dimensiones: 2.256 x 1.133 x 35 mm
- Tipo de células: Monocristalinas
- Número de células: 144 (6x24)
- Eficiencia: 21,5%
- Tipo: Half-Cut

8.4.2 Inversores fotovoltaicos

La planta se compone de 6 inversores trifásicos de 175kW a 40 ºC, tipo SUN2000-185KTL-H1 de Huawei o similar, a continuación, se detallan sus principales características:

ENTRADA Vcc

- Voltaje de entrada máx: 1.500V
- Corriente máx por MPPT: 26A
- Corriente de cortocircuito máx por MPPT: 40ª
- Voltaje de entrada inicial: 550V
- Rango de voltaje de operación de MPPT: 500-1.500V
- Voltaje nominal de entrada: 1.080V
- Número de entradas: 18
- Número de MPPT: 9

SALIDA Vac

- Potencia nominal activa: 175.000W @40°C, 168.000 W @45°C, 160.000 W @50°C
- Potencia máx activa (cos□=1): 185.000 W
- Voltaje nominal de salida: 800V, 3W+PE
- Frecuencia nominal de red de AC: 50Hz / 60 Hz
- Corriente de salida nominal: 126,3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
- Máx. corriente de salida 134.9 A
- Rango de factor de potencia ajustable: 0.8 LG ... 0.8 LD
- Máx. distorsión armónica total: ＜3%

EFICIENCIA

- Eficiencia máxima 99.03%
- Eficiencia europea 98.69%

PROTECCIONES

- Dispositivo de desconexión del lado de entrada
- Protección anti-isla
- Protección contra sobrecorriente de AC
- Protección contra polaridad inversa de DC
- Monitoreo de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos
- Protección contra sobrecorriente de DC Tipo II
- Protección contra sobrecorriente de AC Tipo II
- Detección de resistencia de aislamiento DC

- Unidad de Monitoreo de la Corriente Residual

CARACTERISTICAS GENERALES

- Dimensiones (L x A x F): 1.035 x 700 x 365 mm
- Peso (con soporte de montaje): 84 kg
- Temperatura de operación: -25°C ~ 60°C
- Método de enfriamiento: Refrigeración inteligente con aire
- Máx. altitud de operación: 4,000 m
- Humedad relativa: 0 ~ 100%
- Conector de DC: Staubli MC4 EVO2
- Conector de AC: Terminal de PG resistente al agua + Conector OT/DT
- Grado de protección IP66
- Topología: Sin transformador

8.4.3 Estructura fotovoltaica

El seguidor solar es el encargado de sustentar los módulos y orientarlos a la posición de máxima radiación.

El tipo de seguidor que se empleará será de un eje, en orientación Norte-Sur, fijado al suelo mediante hincas, con dos tipos de perfiles distintos con un tratamiento superficial galvanizado en caliente, 8 perfiles tipo IPE 120,4 a un lado y 4 al otro, con un perfil central HE-A 140. Sobre cada uno de los perfiles IPE 120 se monta una corona de giro y sobre el perfil HE-A 140 se monta el conjunto motor-reductor. A ambos lados del reductor sale un perfil de sección cuadrada, con un tratamiento superficial galvanizado en caliente, uniendo todas las coronas, permitiendo transmitir el giro a todo el conjunto. Sobre este perfil se monta la subestructura, de aluminio, sobre la que irán fijados los paneles, empleando para este cometido tornillería de acero inoxidable.

Los perfiles hincados al terreno dispondrán de una longitud total de 3 m, hincando 2 m en el terreno, de acuerdo con el resultado del informe pull-out test elaborado a tal efecto.

Las características del seguidor son:

DATOS BÁSICOS	
Tipo de Seguimiento	1-eje
Superficie modular hasta	128 m2
Max. superficie modular (Ancho x alto)	2 x 11,57 m x 3,4 m
72-Cel. Módulo estándar (máx.)	64
Certificaciones	CE, UL, CSA
ESTRUCTURA	
Materiales	Acero galvanizado en caliente, aluminio, sintéticos
Galvanización	EN ISO 1461 o comparable
Tipo de enlace	Conexión atornillada, sin soldadura en el sitio
Certificado de estática	Si
MOTOR	
Principio	Accionamiento rotativo sin mantenimiento
Ángulo Este-Oeste (con nieve)	+50°/ -70°
Ángulo Este-Oeste (sin nieve)	max. ±55° (Variabilidad ajustable)
Velocidad de giro	18°/min.
Nivel de sonido (sin carga)	50 dB(A)
Índice de protección	IP 55
ELECTRÓNICA & CONTROL	
Tensión de funcionamiento	100 – 240 V AC / 50 – 60 Hz
Corriente de entrada nominal	0,78 A
Control	Tecnología - MLD
Índice de protección	IP 65
CONSUMO DE ENERGÍA (APROX.)	
Modo de control	1 W
Con actuador de funcionamiento	50 W – 336 W
POTENCIA DE SALIDA	
Tensión de salida	24 V DC
Corriente de salida (máx.)	3,1 A en 25 min / 5 A en 10 min / 14 A en 100 ms
CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	
Instalación sobre el nivel del mar	max. 2000 m
Temperatura ambiente permitida	-20°C – +50°C
Rango de humedad	5% – 95%
Velocidad de viento permitida	110 km/h

CONDICIONES DEL TERRENO	
Max. inclinación del suelo E – W	10°
Max. inclinación del suelo N - S	10°
TOLERANCIA DE HINCADO DE LOS PILARES	
Precisión de hincado con los ejes	Máx. +/- 20 mm
Ángulo de giro del eje	Máx. +/- 5°
Precisión de hincado en altura	Máx. +/- 10 m

Cada seguidor viene equipado con un sistema de control de inclinación por seguimiento activo con optimización de irradiancia, tipo MLD, al estar evaluando de forma constante la irradiación permite asegurar que los paneles estarán orientados hacia el punto de máxima radiación. Otra ventaja también es que, al no depender de un control central para la orientación, en caso de que falle el sensor sólo se "pierde" el funcionamiento de un seguidor, siguiendo funcionando los otros de forma autónoma.

Se ha previsto la instalación de un total de 36 seguidores, en cada seguidor se montarán 52 módulos solares, dichos módulos se conectan en serie en grupos de 26, formando cada grupo una serie, constituyendo un total de 72 series o strings.

Cada seguidor incorpora un armario con la electrónica de control, que gestiona por una parte la radiación solar que capta el sensor y por otra, basándose en esta radiación, da las órdenes al motor-reductor. Con objeto de proteger la instalación, en caso de fuerte viento, y que no se produzcan daños a la estructura, se montará un anemómetro que irá cableado a un armario de control y desde este armario de control se llevará una señal mediante un cable de tipo RZ1-K 0,6/1 kV 2x2x0,5 mm2 a los armarios de control de todos los seguidores, para que llegado el caso actúen en consecuencia.

Para el gobierno de forma manual del conjunto de todos los seguidores, para hacer tareas de mantenimiento, limpieza, etc…, se incorporará otro armario de control equipado con un joystik y cableado mediante la misma manguera descrita en el apartado anterior a todos los armarios de control de los seguidores.

8.4.4 Piranómetro de radiación

Con objeto de conocer la radiación existente y ver el rendimiento del parque solar se ha previsto la instalación de un piranómetro en instalación fija sobre uno de los seguidores. Este equipo será de clase B, según IEC 61724-1:2017, incorporando resistencia anticondensación.

Dispondrá de comunicación en Modbus RTU, aportando los valores de radiación y temperatura. Al proporcionar este dato por bus, permite reducir el cableado.

8.5 Instalaciones eléctricas

La instalación se compone de dos partes bien diferenciadas desde el punto de vista eléctrico. Una de ellas es la parte correspondiente a corriente continua en baja tensión, que contemplará la conexión entre módulos e inversores. Y otra parte a la correspondiente a la corriente alterna, incluyendo a los inversores, los centros de transformación que se encuentran en la misma ubicación y la conexión del punto de evacuación.

8.5.1 Corriente continua

La parte de corriente continua comprende la interconexión de los módulos fotovoltaicos y la línea de conexión con los inversores. Los conductores que unen los módulos fotovoltaicos con las cajas de interconexión, protección y comprobación serán de cobre recocido estañado, unipolares, tensión asignada de 1,8/1,8kV, tipo H1Z2Z2-K, aislamiento y cubierta exterior de elastómero reticulado de baja emisión de humos y gases corrosivos, con secciones comprendidas de 4 mm2 a 10 mm2.

El cálculo de la sección de los conductores de corriente continua se realiza teniendo en cuenta que el valor máximo de caída de tensión no superará el 1,5 % de la tensión en el punto de máxima potencia de la agrupación de conductores del string.

A la salida de cada String se colocará una caja de interconexión, protección y comprobación, esta caja será aislante y contendrá en su interior 2 fusibles de 20 A. El objeto principal de esta caja es la realización de mediciones de tensión con la instalación en carga y el seccionamiento y aislamiento de forma segura e independiente para cada serie.

Todas las conexiones eléctricas realizadas en corriente continua, salvo las realizadas en las cajas de interconexión se realizarán con conectores tipo MC4 con las siguientes características:

- Clase de protección: 2
- Corriente nominal: 22 (2,5 mm2), 30 A (4,6 mm2)
- Grado de protección: IP2X, sin acoplamiento, IP67, acoplado
- Voltaje de funcionamiento: 1500 V DC
- Contacto resistencia: menos de 0,5 mΩ
- Rango de temperatura: -40 C ~ +90 C

- Clase: UL94-VO o UL94-5VA
- Cable conveniente: 2.5mm2, 4mm2, 6mm2
- Resistencia del contacto: $\leq 0{,}2$ mΩ
- Grado impermeable: IP67
- Material de aislamiento: PPO + PA
- Material del contacto: cobre plateado

8.5.2 Corriente alterna 800 v

La parte corriente alterna comienza en los bornes de salida de los inversores, los cuales generan corriente eléctrica a una tensión de 800V, la energía generada por éstos se conducirá hasta el Cuadro General de Baja Tensión 800V de la planta fotovoltaica por canalización subterránea mediante tubo corrugado de 160mm de diámetro según lo expuesto en el documento PLANOS. Los conductores a emplear serán de aluminio, unipolares, con aislamiento de XLPE, tensión asignada 0.6/1kV y secciones comprendidas entre 150 mm2 y 240 mm2, dependiendo de la longitud del tramo, serán tendidos bajo canalización subterránea.

8.5.3 Cuadro protección 800v

En el edificio prefabricado se ubicará este armario, de chapa de acero, de dimensiones 2000x2600x700 (AltoxAnchoxProfundo). Este armario recoge las líneas de fuerza que vienen desde los inversores, poniendolos en paralelo. Según queda definido en el esquema unifilar adjunto en el documento PLANOS en el CGBT 800V se instalará una protección tripolar magnetotérmica y diferencial independiente para cada inversor con las siguientes características técnicas:

- Tensión asignada de empleo, Ue 1150 V AC
- Tension asignada soportada a impulso, Uimp 8kV
- Corriente nominal (In): 160 A
- Poder asignado de corte último en cortocircuito, Icu 20 kA a 1000 V.
- Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito, Ics 12 kA a 1000 V.
- Terminal de conexión posterior.
- Bobina de disparo 230Vac.

El cuadro tendrá un interruptor general con las siguientes características:

- Voltaje de aislamiento nominal (U i):CA 1000 V
- Corriente nominal (I n):1250 A

- Capacidad nominal de corte de cortocircuito de servicio (I cs): (800 V CA) 50 kA
- Corriente nominal soportada de corta duración (I cw): durante 1 s 50 kA
- Terminal de conexión posterior
- Bobina de disparo 230Vac.
- Con mando motor a 230 V.
- Contactos de señalización de estado.
- Con cerradura de enclavamiento tipo Ronis en posición abierto.

La interconexión entre el CGBT 800V y el transformador se realizará mediante cuatro cables unipolares de cobre de 240 mm2 de sección.

En este cuadro también se instalarán todas las protecciones de los servicios auxiliares de la instalación fotovoltaica según lo indicado en el esquema unifilar adjunto en el documento PLANOS. Ya que todos los servicios auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación fotovoltaica deben ser alimentados a una tensión nominal de 230V, por lo tanto y con objeto de realizar una instalación totalmente independiente de la propia estación de bombeo, se ha proyectado la instalación de un transformador monofásico de 800V a 230V, desde el cual se alimentará el alumbrado auxiliar y los sistemas de control y seguridad proyectados para el correcto funcionamiento de la planta fotovoltaica.

8.5.4 Centro de transformación

Puesto que el punto de evacuación de la planta fotovoltaica es a 690V se debe bajar la tensión de generación de los inversores, para ello se utilizará un transformador en baño de aceite de 1250kVA con las siguientes características:

- Potencia 1250 kVA.
- Tensión primaria 690 V.
- Tensión secundaria 800 V.
- Frecuencia 50 Hz.
- Grupo de conexión Dyn11
- Llenado integral.

Este transformador será fabricado según la norma UNE-EN60076. La protección interna de dicho transformador se realizará mediante la instalación de un relé tipo DGTP2 el cual proporciona el control de la temperatura interna del equipo, la detección de gases internos en el equipo y la generación interna de una sobrepresión. El neutro del transformador será conectado a tierra en el lado de 800V, se instalará un transformador diferencial con objeto de detectar el paso de corriente por la puesta a tierra. Todas estas protecciones del transformador deberán ordenar la

apertura de los correspondientes interruptores automáticos tanto en el lado de 690 V como en el de 800V dejando, en caso de avería, el transformador aislado de ambas instalaciones.

Se ha proyectado un sistema de enclavamiento mecánico que impide el acceso a la zona del transformador mientras no estén abiertos y bloqueados tanto el interruptor de corte en carga aguas arriba transformador (lado de 690V) como el interruptor general aguas abajo del transformador (lado 800V). Este sistema estará compuesto por unas llaves enclavadas en la aparamenta de baja tensión, las cuales solamente podrán ser liberadas cuando el equipo en cuestión esté abierto, bloqueando al mismo tiempo el cierre. La puerta de acceso a la zona del transformador estará por tanto dotada de dos cerraduras, de tal forma que para poder abrir la puerta se deben poseer las dos llaves previamente liberadas tanto el interruptor de corte en carga aguas arriba del transformador como el interruptor general aguas abajo del transformador.

El cálculo de la sección de los conductores se realizará teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de tensión no sea superior a un 1.5 % de la tensión de línea del sistema trifásico en su totalidad y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento.

8.5.5 Puesta a tierra

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

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

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

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo

en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

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

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

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

El electrodo de puesta a tierra se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior a 20 Ω.

Se establecerá una red de tierras en la instalación, compuesta por una pica de Cu de 2 m de longitud y Ø 18 mm en cada inversor, unidas todas ellas equipotencialmente con conductor de cobre desnudo de 50 mm2 de sección, directamente enterrado y unido mediante soldaduras aluminotérmicas, también se ha considerado la unión de esta red de tierras a todas las partes metálicas de la estructura que sirve de sujeción a los paneles fotovoltaicos.

En el Centro de transformación se establecerá una red de tierras perimetral compuesta por picas de Cu de 2 m de longitud y Ø 18 mm, unidas equipotencialmente con conductor de cobre desnudo de 50 mm2 de sección enterrado y unido mediante soldaduras aluminotérmicas, todas las partes metálicas del edificio prefabricado, así como las envolventes de cuadros eléctricos y del transformador serán conectadas a esta red de tierras, también se ha previsto la unión

equipotencial entre la red de tierras del centro de transformación y la de la planta fotovoltaica mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm2 de sección enterrado.

8.5.6 Sistema anti-vertido

Como ya se ha definido la instalación proyectada debe estar considerada como inyección cero, tal y como consta en el RD 244/2019, las instalaciones de autoconsumo sin excedentes independientemente de que se conecten a la red de baja tensión o a la de alta tensión, con generación y regulación en baja tensión, deberán disponer de un sistema que evite el vertido de energía a la red de distribución que cumpla los requisitos y ensayos del nuevo anexo I de la ITC-BT-40.

Para el caso particular del Sector II se debe tener en cuenta que la instalación consume energía a tensión nominal de 690V y a 400-230V debido a esto y a que una parte muy importante de la energía consumida cuando la instalación está con un porcentaje de uso muy bajo, es la energía demandada por las pérdidas internas en los transformadores de potencia, es muy importante la elección del punto donde se obtenga la lectura del consumo de la instalación, por esta razón se ha proyectado la lectura del consumo en el punto de suministro a 45kV en el centro de transformación. Instalando para ello equipos de medida con triple secundario en el caso de intensidad y de tensión; uno de ellos será utilizado para la medida de la compañía suministradora, otro para las protecciones de la instalación existente y el tercer secundario para la gestión y control del parque fotovoltaico.

Es muy importante definir que la potencia medida debe ser calculada como la suma de la clase de exactitud del equipo de medida de potencia y la clase de los transformadores o sondas de medida de corriente, lo que nos define las bandas de seguridad utilizadas en cada tipo de redes. Recordemos que es prioritario que el fin del sistema antivertido es que cualquier valor de lectura de la potencia en el punto de conexión a red debe mantenerse con saldo consumidor, y si no se cumple deberá de ser corregido en un tiempo inferior a 2 segundos.

El mecanismo anti vertido será un elemento independiente en el que están integrados los elementos de medida, detección de inyección, regulación de la potencia y está diseñado para aportar garantías que eviten en todos los casos el vertido de energía a red en las situaciones reguladas y por sus características se adapta al funcionamiento con múltiples generadores que sean equivalentes a los ensayados.

El mecanismo permitirá la lectura de potencias en instalaciones con lecturas en Alta Tensión.

La potencia en el punto de medida la realizará el propio dispositivo. Dicha lectura se encontrará adaptada para detectar en concreto condiciones de inyección.

Las lecturas se realizarán con mayor prioridad que cualquier otro proceso del sistema en el microprocesador, a excepción si procede, del disparo de la protección física de no inyección, que tiene la misma prioridad que la lectura.

Detección de inyección:

◦ Realiza la lectura de TODOS los ciclos (a 50Hz, 50 lecturas por segundo) en las tres fases.

◦ Detección de inyección en cualquiera de los ciclos.

◦ La inyección en este punto de control se detecta a partir del signo de la potencia (no de su dimensión) en cualquiera de las fases. Esta condición permite detectar la inyección con cualquier clase de transformador de medida.

Medida de potencia: Permite la regulación de la potencia requerida a los inversores:

◦ Antigüedad máxima de cada dato: 40 milisegundos.

◦ Proporciona datos (por cada fase y totales) de Intensidad (RMS), Voltaje (RMS), Potencia Aparente, Frecuencia, Factor de potencia, Potencia Activa, Potencia Reactiva y Potencia Real (eliminando el factor armónico).

• Transformadores de medida de intensidad: Recomendada clase 0.5. Intensidad del primario ajustada a la protección de la acometida (protección máxima intensidad).

• Precisión de la medida: Mayor al 0.5% (no afecta a criterio de no-inyección, sino únicamente a la precisión de la regulación).

• El equipo de medición y regulación de potencia NO sustituye al contador fiscal.

Por otra parte, el sistema debe proporcionar, de manera redundante al sistema de regulación, una orden de disparo física a un elemento de corte con entrada de disparo externo actuando ante cualquier bloqueo o apagado del sistema de regulación y protección, y con prioridad sobre cualquier otra acción de comunicaciones o regulación. Esta seguridad será independiente del generador del sistema. Se deberá asegurar el cumplimiento de este modo de actuación, en el que se certifiquen las características de la comunicación con generadores para la gestión de la potencia, comunicación indirecta con otros dispositivos y los puntos que no cubren los ensayos definidos por el RD244/2019, como el elemento de seguridad adicional (disparo en caso de inyección de más de 2 segundos, como especifica la norma entre sus opciones) que impide en todo momento el vertido de energía eléctrica a la red.

8.5.7 Monitorización y control

El control y monitorización de la planta fotovoltaica será realizada por el registrador de datos compatible con los inversores el cual será el encargado de comunicar a los inversores las ordenes enviadas por el sistema de inyección cero mediante comunicación modbus RTU. Este equipo también enviará al portal del fabricante la información registrada por el inversor para poder monitorizar la planta solar.

8.6 Instalaciones auxiliares

8.6.1 Estación meteorológica

Con objeto de mejorar la monitorización y seguimiento de la producción fotovoltaica se ha proyectado la instalación de una estación meteorológica compatible con el sistema de gestión de los inversores. De esta forma el sistema de monitorización en base a los datos de generación teóricos introducidos y a los datos reales aportados por la estación meteorológica podrá ofrecer una mejor información sobre el correcto funcionamiento de la planta.

8.6.2 Instalación de seguridad e intrusión

Con el fin de poder observar de forma remota el estado físico de la instalación se ha proyectado la instalación de un sistema de videovigilancia.

Según lo dispuesto en el documento planos, se proyecta la instalación de un total de cuatro cámaras digitales las cuales serán conectadas a una red Ethernet en la cual también estará conectado un videograbador y se podrá visualizar de forma remota la instalación.

También se ha previsto la instalación de un sistema de detección de acceso compuesto por un sistema de barreras de microondas digitales, con las siguientes características:

Características:

- Alcance máximo: 200 metros
- Tensión nominal: 12V
- Tensión mínima: 11,5 V
- Tensión máxima: 15 V
- Consumo en reposo: TX: 31 mA - RX: 100 mA

- Consumo en alarma : TX: 31 mA - RX: 100 mA
- Dimensiones: 136 x 225 x 225
- Bloque de entrada: mediante entrada dedicada "B"
- Entrada adicional: Entrada negativa para el detector
- Salida de alarma: Normalmente cerrado conmutado
- Salida de descalificación: Normalmente cerrado salida para información de reducción de potencia
- Salida de sabotaje: interruptor normalmente cerrado
- Kit antirremoción (AMP) opcional: sí
- Salida serial RS485: si
- Número de direcciones RS485 seleccionables: Max 32
- Memoria de eventos: 3600 eventos memorizados con curva, fecha, hora, energía
- Pausa de memorización cuando la alarma está desarmada: si
- Filtro de falsa alarma: si
- Salida de punto de prueba : Para controlar la señal recibida
- Frecuencia de trabajo Microondas: 10.525 GHz (+/- 20 MHz)
- Modulación: En 5 canales diferentes, a seleccionar mediante dip-switch
- Energía RF radiada RF: 25 dBm pico
- Kit de calefacción (mod Term 2): si
- Nivel IP: IP34
- Equipado con: soporte para fijación en 40 mm para poste

8.6.3 Medidas de protección contra incendios

En el parque fotovoltaico no se ha considerado ninguna medida de protección contra incendios, ya que no se considera necesario.

En el centro de transformación, de acuerdo con el reglamento de instalaciones de alta tensión, aunque la instalación no se vea afectada por este reglamento, el transformador irá sobre una bancada de hormigón hueca, quedando los huecos como fosos para recogida del aceite, en

caso de fuga. Si se produce un incendio en el propio transformador y este pierde aceite, para que el fuego no se propague al aceite del foso se ha previsto la instalación de un tramex con lechos de guijarros a modo de cortafuegos. Además se ha previsto la instalación de un extintor de 5 kg de nieve carbónica.

8.6.4 Vallado

Según queda reflejado en el documento planos, el alcance del proyecto también incluirá el vallado perimetral de la zona afectada de la parcela en la que se ubicará la planta fotovoltaica. Este vallado se realizará con malla plastificada de tipo 50x50x4mm y tendrá 2,25 metros de altura. La malla estará soportada por tubos galvanizados, colocados cada 3 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-25, los tubos serán de 48 mm de diámetro, 1,2 mm de espesor y 2,50 m de altura. En todos los cambios de dirección, o en su defecto cada 48 metros, se dispondrán postes de refuerzo con dos tornapuntas.

En toda la longitud del vallado se colocarán 4 tirantas de alambre de 16 mm2 con sus correspondientes tensores.

El acceso a la parcela será mediante una puerta de 6 metros de anchura y 2,25 metros de altura dividida 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.

8.7 Obra civil

La obra civil necesaria para la ejecución del proyecto comprende todas las canalizaciones subterráneas, la instalación de un edificio prefabricado y la realización de un camino de acceso perimetral a toda la parcela.

Las canalizaciones subterráneas estarán constituidas por tubos plásticos, de doble capa, corrugados en su cara exterior y lisos en el interior, debidamente enterrados en zanja. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estas se produzcan, se dispondrán arquetas preferentemente ciegas, para facilitar la manipulación. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. Las entradas de las arquetas de las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos.

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, permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m. Para asegurar estas cotas, la zanja tendrá una profundidad mínima 0,81m, con una anchura mínima de 0,60m, para la colocación de hasta seis tubos de 160 mm Ø y una anchura mínima de 0,80m para la colocación de hasta diez tubos de 160 mm Ø según queda definido en el documento PLANOS.

Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales para permitir desarrollar el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m sobre el tubo o tubos más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. A 0,10 m del firme se instalará una cinta de señalización a todo lo largo del trazado del cable. Cuando el número de líneas sea mayor se colocarán más cintas de señalización de tal manera que se cubra la proyección en planta de los tubos.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o hasta cuatro planos. Al objeto de impedir la entrada del agua, suciedad, animales o material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos que se coloquen como reserva deberán estar provistos de tapones.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

En las alineaciones, con una interdistancia máxima de 50m según el tipo de cable y siempre en los cambios de dirección, se construirán arquetas de hormigón prefabricado o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 120 cm.

Se ha proyectado la instalación de un edificio prefabricado situado en la propia parcela de la estación de bombeo, en el interior de este edificio prefabricado se situarán los cuadros de

protección de 800V y de 690V, así como los sistemas de gestión y seguridad proyectados para el correcto funcionamiento de la planta fotovoltaica. Este edificio prefabricado tendrá unas dimensiones interiores no inferiores a 7500x2200x2400 mm (Largo x Ancho x Alto) y estará dotado con una puerta peatonal y ventilación natural.

Según lo dispuesto en el documento planos, también se ha dispuesto de un camino perimetral de acceso, este camino será ejecutado en zahorra natural, tendrá una anchura no inferior a 5 metros y 0,3 metros de espesor. Previamente se deberá ejecutar el desbroce y ejecución de una caja previa de una profundad suficiente para eliminar en su totalidad la capa de terreno vegetal existente en la parcela. Posteriormente se procederá al extendido y compactación de zahorra natural tipo ZN25.

9 CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

9.1 Potencia de la instalación

Previo al cálculo del dimensionamiento del parque para la potencia proyectada es preciso dimensionar el número de módulos fotovoltaicos que tienen que formar cada string, para que el rango de tensiones mínimo/máximo este dentro del permitido por los inversores

Datos del panel:

- Potencia nominal: 535W
- Tensión de salida: 1500 V (IEC)
- Rango de temperatura: -40ºC ~ +85ºC
- Tensión en el punto Pmáx-VMPP: 41,5 V
- Corriente en el punto Pmáx-IMPP: 12,90 A
- Tensión en circuito abierto-VOC: 49,35 V
- Corriente de cortocircuito-ISC: 13,78 A
- Peso: 27,2 kg
- Dimensiones: 2.256 x 1.133 x 35 mm
- Tipo de células: Monocristalinas
- Número de células: 144 (6x24)
- Eficiencia: 21,5%

Datos Inversor:

ENTRADA Vcc

- Volatje de entrada máx: 1.500V
- Corriente máx por MPPT: 26A
- Corriente de cortocircuito máx por MPPT: 40A
- Rango de voltaje de operación de MPPT: 500-1.500V
- Voltaje nominal de entrada: 1.080V
- Número de entradas: 18
- Número de MPPT: 9

Considerando valores de temperatura mínimos (-10°C) y máximos (70°C) de los módulos, y considerando una configuración de 26 módulos por string y 12 string por inversor, se han comprobado las siguientes condiciones:

TENSIONES MPPT	
Vm a 70 °C (918.42 V) mayor que Vmppt min. (500.00 V)	**COMPROBADO**
Vm a -10 °C (1 210.83 V) menor que Vmppt máx. (1 500.00 V)	**COMPROBADO**

TENSIONES MÁXIMAS	
Voc a -10 °C (1 414.93 V) menor que MPPT máx. input voltaje (1 500.00 V)	**COMPROBADO**

VOLTAGE MÁXIMO DEL MÓDULO	
Voc a -10 °C (1 414.93 V) menor que voltaje máx. de los módulos (1 500.00 V)	**COMPROBADO**

CORRIENTE MÁXIMA	
Corriente máx. generada (27.70 A) menor que máxima corriente MPPT (40.00 A)	**COMPROBADO**

Como se puede observar, en ningún momento se supera el valor de tensión máxima soportado por los inversores, limitado a 1500 V.

En la siguiente tabla se obtiene un resumen global de la configuración toda la instalación:

	Ud	**Potencia Pico Unitaria [W_P]**	**Potencia Pico Total [kW_P]**
Nº Paneles / String	26	535	13,91
Nº String / Seguidor	2	13.910	27,82
Nº Seguidor / Inversor	6	27.820	166,92
Nº Inversores / Instalación	6	166.920	1.001,52

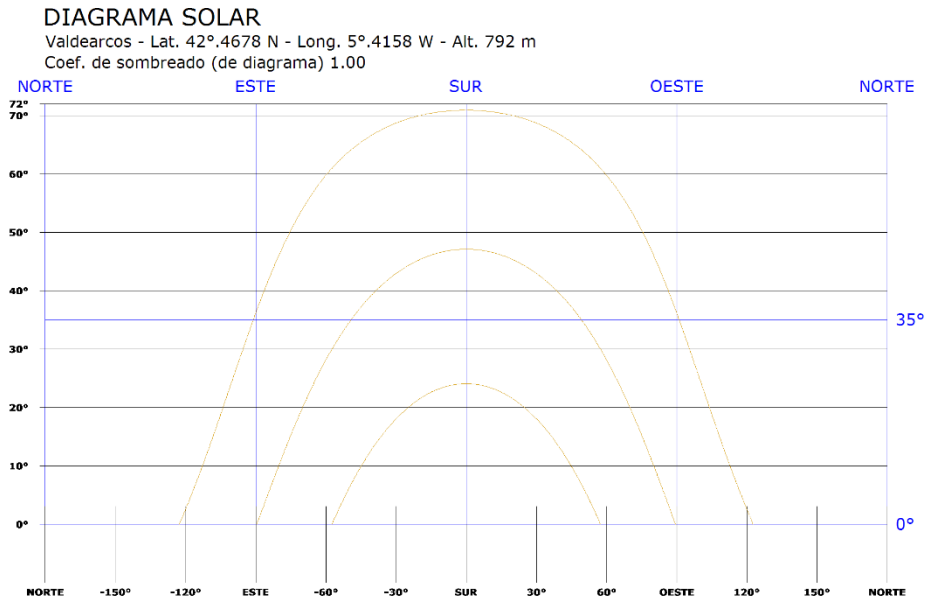
9.2 Radiación y trayectoria solar de la zona

Para la ubicación donde se va a instalar el Instalación, Valdearcos, latitud 42°.4678 N, longitud 5°.4158 W y altitud 792 m sobre el nivel del mar, se calcula que la radiación solar promedio diaria por mes en el plano horizontal es igual a:

Promedio de radiación solar diaria por mes en el plano horizontal [kWh/m²]

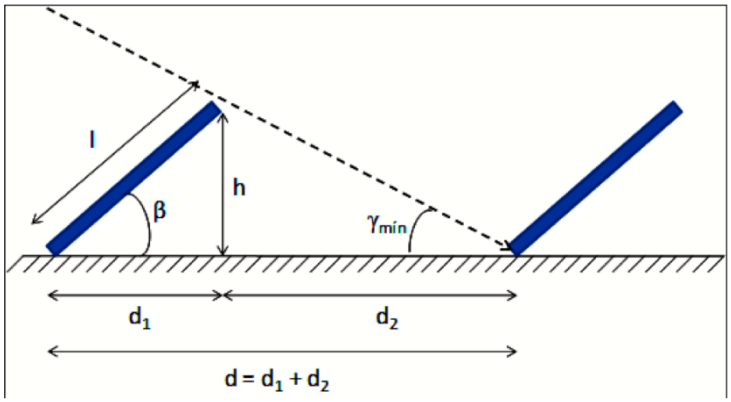
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.91	2.89	4.35	5.45	7.07	7.51	7.90	6.68	5.15	3.07	2.09	1.40

Fuente de datos: Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)



9.3 Distancia mínima entre filas

Para el cálculo de la interdistancia entre filas de seguidores tendremos en cuenta que:



$$d_2 = \frac{h}{\tan(61º - Latitud)}$$

Teniendo en cuenta que la instalación objeto de estudio se encuentra en la latitud 42º y que la altura h en el caso más desfavorable ($\beta = 45°$) es h=1.6m.

Por tanto, tenemos que la interdistancia mínima aconsejable d2 = 4.6m.

9.4 Producción de energía. Estimación de criterios

La energía producida depende de:

- Lugar de instalación (latitud, radiación solar, temperatura y reflectancia superficial del frente de los módulos).

- Exposición de los módulos: ángulo de inclinación (tilt) y ángulo de orientación (azimut).

- Sombreado debido a elementos naturales o artificiales.

- Características de los módulos: potencia nominal, coeficiente de temperatura, pérdidas de desacoplamiento o desajuste.

- B.O.S. (Balance Of System).

El valor de BOS puede estimarse directamente o como complemento de la unidad de todas las pérdidas, calculado usando la siguiente fórmula:

Pérdidas totales %=[1-(1-a-b)·(1-c-d)·(1-e)·(1-f)]+g

Siendo:

a - Pérdidas de reflexión 3.1%

b - Pérdidas de sombreado 0%

c - Pérdidas no coincidentes 4.5%

d - Pérdidas debidas a los efectos de las variaciones de temperatura 5%

e - Pérdidas dentro de los circuitos de corriente continua 1.2%

f - Pérdidas del inversor 2.6%

g - Pérdidas dentro de los circuitos de CA 1.4%

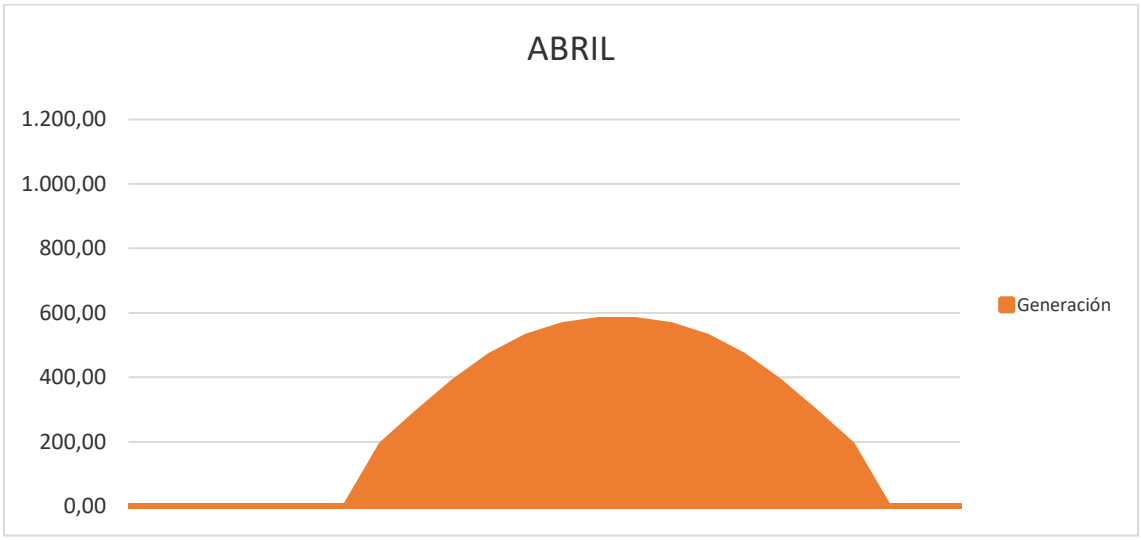
Para la estimación de la producción se ha usado el programa de cálculo Solarius PV, considerando unas pérdidas del 17 %, sobre este valor de generación calculado, le aplicamos otra pérdida del 1% de la potencia pico instalada justificándonos en una estimación de perdida de

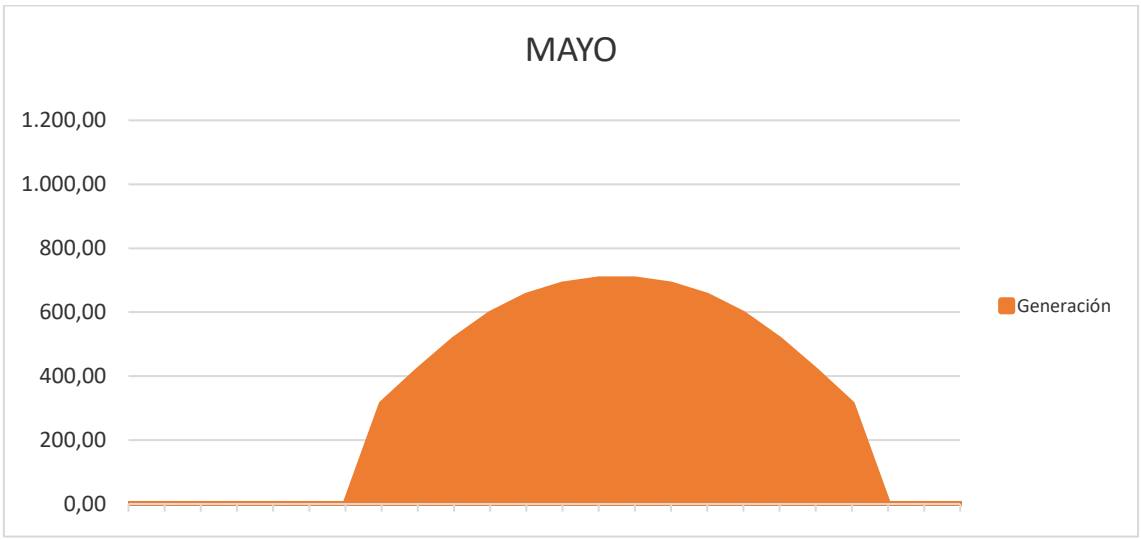
generación que tendrá la instalación debido al que el sistema de inyección 0 contará con un margen de maniobra para que la instalación no inyecte corriente a la red.

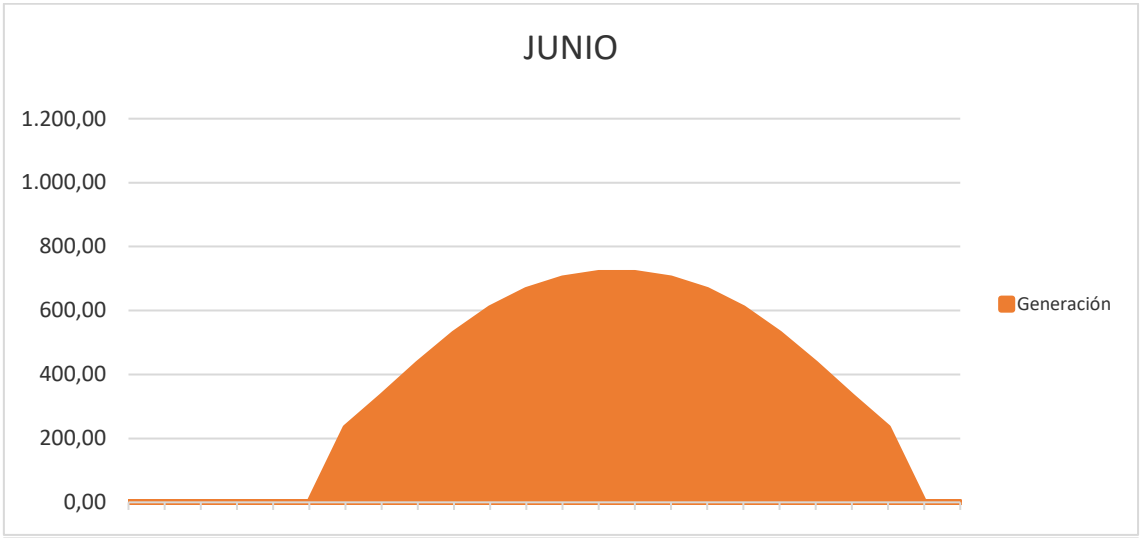
Obteniendo la siguiente potencia disponible en kW en función de la hora del día, para un total de 6 inversores y 72 strings.

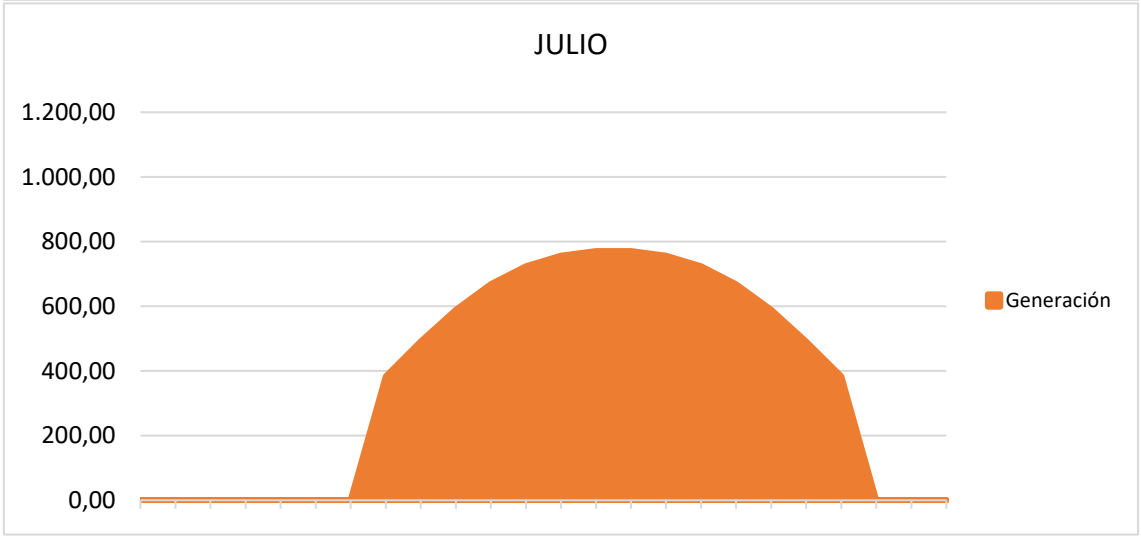
	Kw	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
Enero	75.165,95			161,10	229,42	267,47	278,33	276,04	276,04	278,33	267,47	229,42	161,10				
Febrero	97.659,48			261,35	332,66	373,64	387,89	388,38	388,38	387,89	373,64	332,66	261,35				
Marzo	157.335,91		249,79	350,09	429,87	482,06	508,40	517,47	517,47	508,40	482,06	429,87	350,09	249,79			
Abril	180.299,63		191,33	291,67	387,69	468,11	526,43	561,89	577,87	577,87	561,89	526,43	468,11	387,69	291,67	191,33	
Mayo	240.503,17		312,99	417,22	514,13	594,01	651,58	686,64	702,52	702,52	686,64	651,58	594,01	514,13	417,22	312,99	
Junio	253.033,20	233,51	331,96	433,80	528,42	607,01	664,58	700,58	717,36	717,36	700,58	664,58	607,01	528,42	433,80	331,96	233,51
Julio	271.820,70		383,55	491,52	589,58	668,51	723,84	756,46	770,75	770,75	756,46	723,84	668,51	589,58	491,52	383,55	
Agosto	241.586,92		312,14	420,75	520,60	600,73	655,71	686,84	699,78	699,78	686,84	655,71	600,73	520,60	420,75	312,14	
Septiembre	179.298,97			324,44	425,78	505,51	557,26	583,20	592,12	592,12	583,20	557,26	505,51	425,78	324,44		
Octubre	105.501,62			246,60	317,97	363,14	384,00	389,93	389,93	384,00	363,14	317,97	246,60				
Noviembre	79.278,98			182,01	250,39	288,88	300,69	299,34	299,34	300,69	288,88	250,39	182,01				
Diciembre	47.627,98				152,63	193,02	209,70	212,84	212,84	209,70	193,02	152,63					

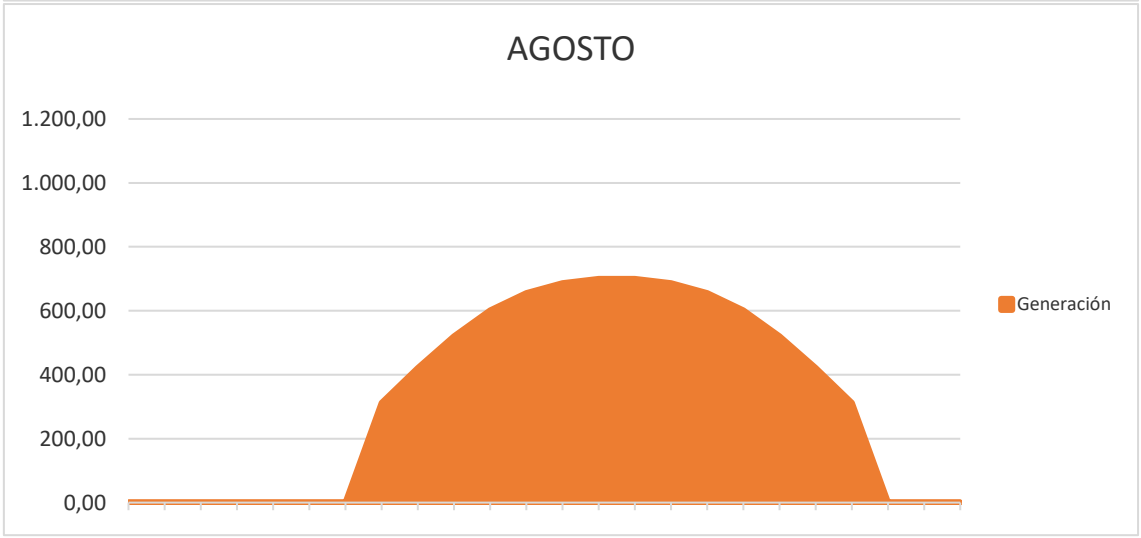
Y la siguiente producción mensual estimada:

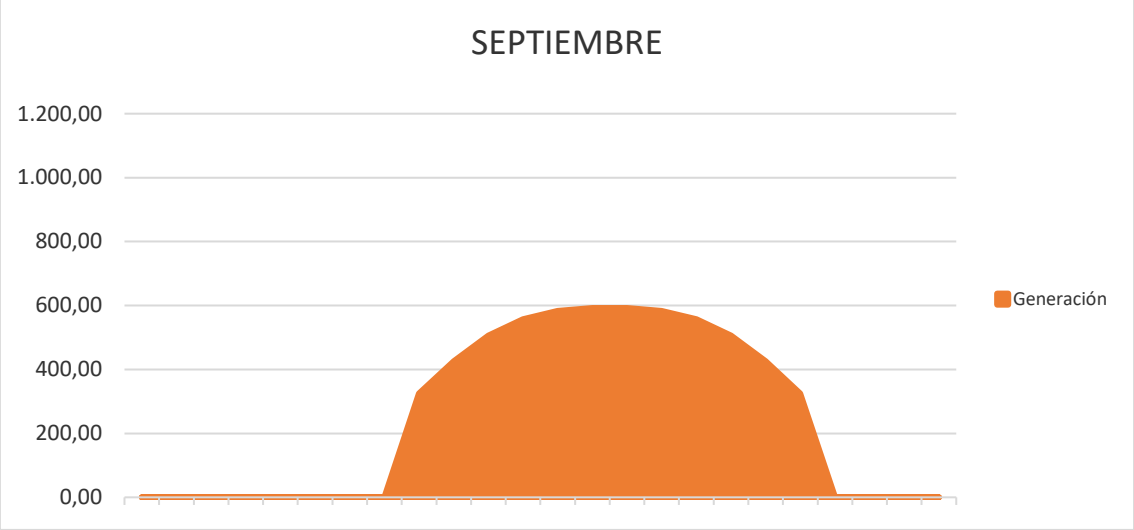





JUNIO
1.200,00
1.000,00
800,00
600,00
400,00
200,00
0,00
Generación


JULIO
1.200,00
1.000,00
800,00
600,00
400,00
200,00
0,00
Generación


AGOSTO
1.200,00
1.000,00
800,00
600,00
400,00
200,00
0,00
Generación



9.5 Dimensionamiento de la potencia del parque fotovoltaico

Se ha realizado un análisis de optimización para cada caso estudiado, teniendo en cuenta que a medida que se aumenta la potencia del parque fotovoltaico aumenta la inversión, pero disminuye el importe de la compra de energía. Con este criterio, se llega a un punto de potencia en el que la suma de inversión y compra de energía es mínimo, por lo que podemos decir, que esa potencia del parque es la óptima.

Dentro de esta optimización hay varias incógnitas, como son el precio de la electricidad a futuros, la modalidad de riego que se utilizará (que influye en la potencia a contratar), el importe de la inversión, etc.

En base a estas incógnitas se han estudiado varios supuestos, optimizando la potencia a instalar en cada uno de los supuestos. A continuación, se describe la metodología seguida.

9.5.1 Datos de la instalación de bombeo

En primer lugar, se describen los datos de las instalacion de bombeo con el fin de conocer los datos de caudales y potencias para cada mes de la campaña de riego. Se han tenido en cuenta los datos de consumo de la alternativa para cada mes de la campaña. Los datos utilizados son estos:

SECTOR II

CAUDAL DE BOMBEO	3.033,00	l/s
ALTURA DE ELEVACIÓN	59	m
RENDIMIENTO DE MOTOR	92%	
RENDIMIENTO BOMBEO:	80%	
SUPERFICIE SECTOR:	2.089	ha
POTENCIA E. BOMBEO:	2.386	Kw

CONSUMO DE LA ALTERNATIVA			
Mes	m3/ha·mes	m3/mes	m3/semana
Marzo	75	155.659	35.149
Abril	80	166.152	38.769
Mayo	360	751.271	169.642
Junio	1.286	2.686.054	626.746
Julio	2.230	4.659.036	1.052.040
Agosto	1.583	3.307.891	746.943
Septiembre	692	1.445.374	337.254
TOTAL ALTERNATIVA:	**6.305**	**13.171.438**	

9.5.2 Costes de la compra de energía

Para estudiar los costes de la compra de energía, se tiene en cuenta que la tarifa eléctrica a utilizar es la tarifa 6.1. de 6 periodos horarios. Debido a la incertidumbre de precios que existe actualmente, se han tenido en cuenta para todos los supuestos estudiados dos alternativas:

1. Precios actuales de energía que tiene la C.R. en los sectores modernizados.

2. Incremento de los precios actuales en un 50 %.

Los precios actuales de energía considerados en el estudio para cada periodo son estos:

Precios actuales Término ENERGIA ACTIVA €/kWh

P1	P2	P3	P4	P5	P6
0,0974	0,0831	0,0790	0,0731	0,0686	0,0613

Los precios de energía considerados para un incremento del 50% son estos:

Precios incremento +50% Término ENERGIA ACTIVA €/kWh

P1	P2	P3	P4	P5	P6
0,1461	0,1246	0,1185	0,1097	0,1029	0,0919

Los precios del término de potencia considerados en el estudio para cada periodo son estos:

Precios Término de POTENCIA €/kW

P1	P2	P3	P4	P5	P6
25,5546	12,7883	9,3589	9,3589	9,3589	4,2702

Los periodos horarios según Circular 3/2020, de 15 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad, son los siguientes:

HORARIO TARIFA 6. LUNES A VIERNES

	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Enero	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
Febrero	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
Marzo	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P3	P3
Abril	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P5	P4	P4	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P5	P4	P4	P4	P4	P5	P5
Mayo	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P5	P4	P4	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P5	P4	P4	P4	P4	P5	P5
Junio	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P4	P4
Julio	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
Agosto	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P4	P4
Septiembre	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P4	P4
Octubre	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P5	P4	P4	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P5	P4	P4	P4	P4	P5	P5
Noviembre	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P3	P3
Diciembre	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2

HORARIO TARIFA 6. SABADOS, DOMINGOS Y FESTIVOS

Todos los meses:	**0 a 24**	P6

Con los precios considerados, y la potencia estimada para la modalidad de riego que utiliza actualmente la C.R. (se describe en el siguiente apartado), los importes anuales de electricidad para cada sector son los siguientes:

SECTOR II

	Con precios actuales energía (€)	Con incremento 50 % precios energía (€)
IMPORTE ANUAL TERM. ENERGIA	191.742,00	287.613,01
IMPORTE ANUAL TERM. POTENCIA	53.943,49	53.943,49
TOTAL IMPORTE ANUAL ELECTRICIDAD	**245.685,50**	**341.556,50**

9.5.3 Modalidad de riego

Otro de los condicionantes para el dimensionado es la modalidad de riego que se utilice, considerando las horas de riego y el caudal a utilizar en cada periodo.

En base a esto se han estudiado dos modalidades de riego, la primera es siguiendo el criterio de riego que utiliza la C.R. en los sectores modernizados que dispone, en la que se reduce el caudal y la potencia contratada durante los periodos distintos a P6. La segunda opción estudiada es regando con el mismo caudal y potencia contratada durante todos los periodos horarios.

Modalidad de riego 1 - 50% Vol. P1-P5 (riego que utiliza actualmente la C.R.):

- Meses de marzo a mayo, riego de 8 a 24 h de lunes a domingo (16 horas)
- Meses de Junio a septiembre:
  - Riego de 8 a 24 h de lunes a viernes (16 horas) a un 50% de caudal del volumen semanal necesario.
  - Riego de 0 a 8 h de lunes a viernes + riego de 0 a 24 h sábado y domingo (periodo P6) con el resto de volumen semanal necesario

Modalidad de riego 2 - 100% Vol. P1-P5:

- Meses de marzo a mayo, riego de 8 a 24 h de lunes a domingo (16 horas)
- Meses de Junio a septiembre, riego de 0 a 24 h de lunes a domingo (24 horas) con el mismo caudal

Con estas dos modalidades, durante los meses de máximas necesidades, en la modalidad 1 se utiliza más caudal por las noches y el fin de semana (cuando los costes eléctricos son más baratos), mientras que en la modalidad 2 se riega con el mismo caudal por el día que por la noche, aprovechando más la energía solar.

Con estos criterios, los datos utilizados para cada sector son los siguientes.

SECTOR II. Modalidad de riego 1 (50% del volumen de riego semanal necesario en horas distintas a P6)

	CAUDALES (m3/h)		CAUDALES (l/s)		POTENCIAS (kW)	
Mes	m3/h (8-24)	m3/h (P6)	l/s (8-24)	l/s (P6)	kW (8-24)	kW (P6)
Marzo	314	0	87	0	69	0
Abril	346	0	96	0	76	0
Mayo	1.515	0	421	0	331	0
Junio	1.865	5.426	518	1.507	408	1.186
Julio	3.131	9.109	870	2.530	684	1.990
Agosto	2.223	6.467	618	1.796	486	1.413
Septiembre	1.004	2.920	279	811	219	638

MODALIDAD DE RIEGO	Horario	Horas	% Volumen semanal necesario en horas NO P6	% Potencia contratada total EB.	
- Meses Marzo a Mayo:	8 a 24 h	16	100%		Lunes a Domingo
- Meses Junio a Sept:	0 a 8 h	8	100%	83%	Lunes a Viernes + 24h FS (Todo P6)
	8 a 24 h	16	**50%**	29%	Lunes a Viernes

SECTOR II. Modalidad de riego 2 (100% volumen de riego semanal repartido en todas las horas)

	CAUDALES (m3/h)		CAUDALES (l/s)		POTENCIAS (kW)	
Mes	m3/h (8-24)	m3/h (P6)	l/s (8-24)	l/s (P6)	kW (8-24)	kW (P6)
Marzo	314	0	87	0	69	0
Abril	346	0	96	0	76	0
Mayo	1.515	0	421	0	331	0
Junio	3.731	3.731	1.036	1.036	815	815
Julio	6.262	6.262	1.739	1.739	1.368	1.368
Agosto	4.446	4.446	1.235	1.235	972	972
Septiembre	2.007	2.007	558	558	439	439

MODALIDAD DE RIEGO	Horario	Horas	% Volumen semanal necesario en horas NO P6	% Potencia contratada total EB.	
- Meses Marzo a Mayo:	8 a 24 h	16	100%		Lunes a Domingo
- Meses Junio a Sept:	0 a 8 h	8	100%	57%	Lunes a Viernes + 24h FS (Todo P6)
	8 a 24 h	16	**100%**	57%	Lunes a Viernes

9.5.4 Producción fotovoltaica

Para la instalación fotovoltaica, se ha previsto el dimensionamiento a nivel de inversor, considerando filas de paneles sobre estructura con seguidor a un eje, orientando las líneas N-S.

La instalación de cada inversor tendría estas características:

- 6 seguidores
- 52 paneles por seguidor
- 312 paneles por inversor
- 535 Wp por panel
- 166,92 kWp por inversor

La generación fotovoltaica, se ha previsto la producción con el programa informático Solarius PV para todo el año, estimando la siguiente producción con un 17% de pérdidas y 1% de pérdidas por inyección cero para cada inversor instalado:

	Kw	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
Enero	12.527,66			26,85	38,24	44,58	46,39	46,01	46,01	46,39	44,58	38,24	26,85				
Febrero	16.276,58			43,56	55,44	62,27	64,65	64,73	64,73	64,65	62,27	55,44	43,56				
Marzo	26.222,65		41,63	58,35	71,64	80,34	84,73	86,24	86,24	84,73	80,34	71,64	58,35	41,63			
Abril	30.049,94		31,89	48,61	64,61	78,02	87,74	93,65	96,31	96,31	93,65	87,74	78,02	64,61	48,61	31,89	
Mayo	40.083,86		52,16	69,54	85,69	99,00	108,60	114,44	117,09	117,09	114,44	108,60	99,00	85,69	69,54	52,16	
Junio	42.172,20	38,92	55,33	72,30	88,07	101,17	110,76	116,76	119,56	119,56	116,76	110,76	101,17	88,07	72,30	55,33	38,92
Julio	45.303,45		63,93	81,92	98,26	111,42	120,64	126,08	128,46	128,46	126,08	120,64	111,42	98,26	81,92	63,93	
Agosto	40.264,49		52,02	70,13	86,77	100,12	109,29	114,47	116,63	116,63	114,47	109,29	100,12	86,77	70,13	52,02	
Septiembre	29.883,16			54,07	70,96	84,25	92,88	97,20	98,69	98,69	97,20	92,88	84,25	70,96	54,07		
Octubre	17.583,60			41,10	52,99	60,52	64,00	64,99	64,99	64,00	60,52	52,99	41,10				
Noviembre	13.213,16			30,34	41,73	48,15	50,11	49,89	49,89	50,11	48,15	41,73	30,34				
Diciembre	7.938,00				25,44	32,17	34,95	35,47	35,47	34,95	32,17	25,44					

Con el fin de poder estimar el importe de la inversión del parque fotovoltaico, se ha estimado un importe unitario de la inversión de 1.000 €/kWp instalado.

9.5.5 Optimización del dimensionamiento

Con los supuestos expuestos, se ha realizado un análisis de optimización para cada caso, teniendo en cuenta que a medida que se aumenta la potencia del parque fotovoltaico aumenta la inversión, pero disminuye el importe de la compra de energía. Con este criterio, se llega a un punto de potencia en el que la suma de inversión y compra de energía es mínimo, por lo que podemos decir, que esa potencia del parque es la óptima para la opción en cuestión.

Para cada caso estudiado, se han aplicado dos supuestos de amortización de intereses: 20 y 25 años de amortización. Se ha supuesto un 4% de interés para el importe de la inversión.

Con el número de inversores estudiado en cada caso, se calculan los kW generados por el parque, se realiza la diferencia de las necesidades de bombeo con la generación del parque, obteniéndose el importe anual de la compra de energía necesaria para ese supuesto. Por otra parte, se calcula la inversión a realizar para la potencia instalada y se calculan los intereses de la inversión.

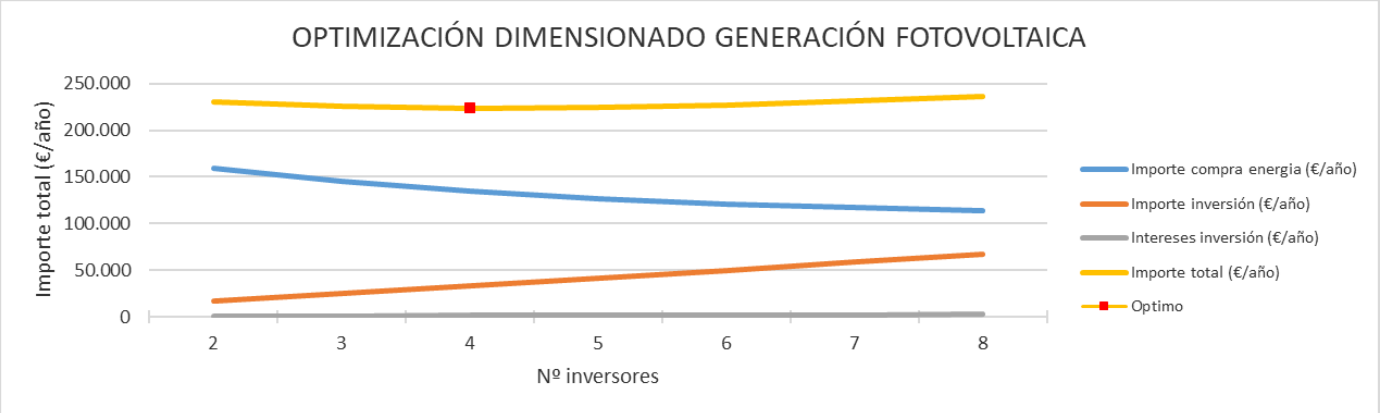
El sumatorio de compra de la electricidad, la inversión y los intereses que arroje el menor importe será el nº de inversores óptimo para la instalación.

A continuación, se exponen los cuadros resumen de la optimización para cada caso estudiado:

SECTOR II. 0% Incremento precio actual de la energía. Modalidad de riego 1 (50%)

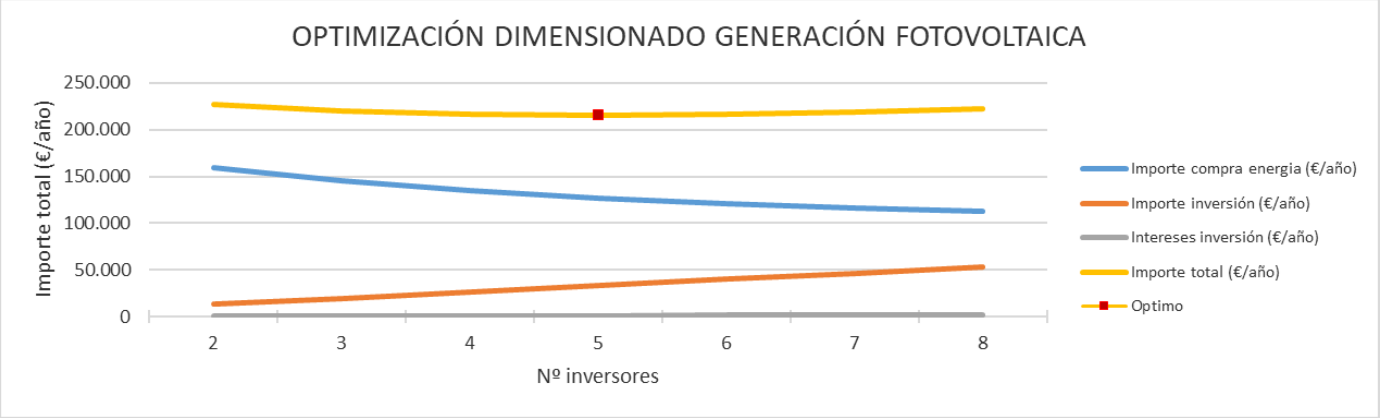
AÑOS AMORTIZ.: 20 INTERÉS (%): 4%

Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
2	334	257	0,67	643.038	2.442.495	435.708	53.943	159.225	-32.517	333.840	16.692	668	230.528
3	501	385	1,01	964.556	2.258.706	619.497	53.943	145.760	-45.982	500.760	25.038	1.002	225.744
4	668	514	1,34	1.286.075	2.114.678	763.525	53.943	135.132	-56.610	667.680	33.384	1.335	223.795
5	835	642	1,68	1.607.594	2.005.875	872.329	53.943	127.129	-64.613	834.600	41.730	1.669	224.472
6	1.002	771	2,01	1.929.113	1.921.995	956.208	53.943	121.130	-70.612	1.001.520	50.076	2.003	227.152
7	1.168	899	2,35	2.250.631	1.857.463	1.020.740	53.943	116.749	-74.993	1.168.440	58.422	2.337	231.452
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	1.805.323	1.072.880	53.943	113.357	-78.385	1.335.360	66.768	2.671	236.739



AÑOS AMORTIZ.: 25 INTERÉS (%): 4%

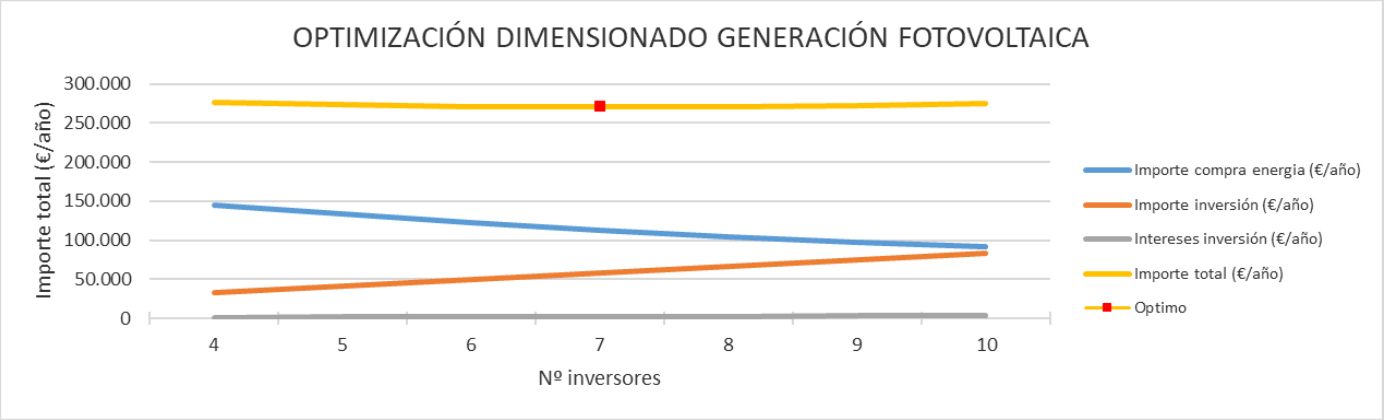
Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
2	334	257	0,67	643.038	2.442.495	435.708	53.943	159.225	-32.517	333.840	13.354	534	227.056
3	501	385	1,01	964.556	2.258.706	619.497	53.943	145.760	-45.982	500.760	20.030	801	220.536
4	668	514	1,34	1.286.075	2.114.678	763.525	53.943	135.132	-56.610	667.680	26.707	1.068	216.851
5	835	642	1,68	1.607.594	2.005.875	872.329	53.943	127.129	-64.613	834.600	33.384	1.335	215.792
6	1.002	771	2,01	1.929.113	1.921.995	956.208	53.943	121.130	-70.612	1.001.520	40.061	1.602	216.737
7	1.168	899	2,35	2.250.631	1.857.463	1.020.740	53.943	116.749	-74.993	1.168.440	46.738	1.870	219.300
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	1.805.323	1.072.880	53.943	113.357	-78.385	1.335.360	53.414	2.137	222.851



SECTOR II. 0% Incremento precio actual de la energía. Modalidad de riego 2 (100%)

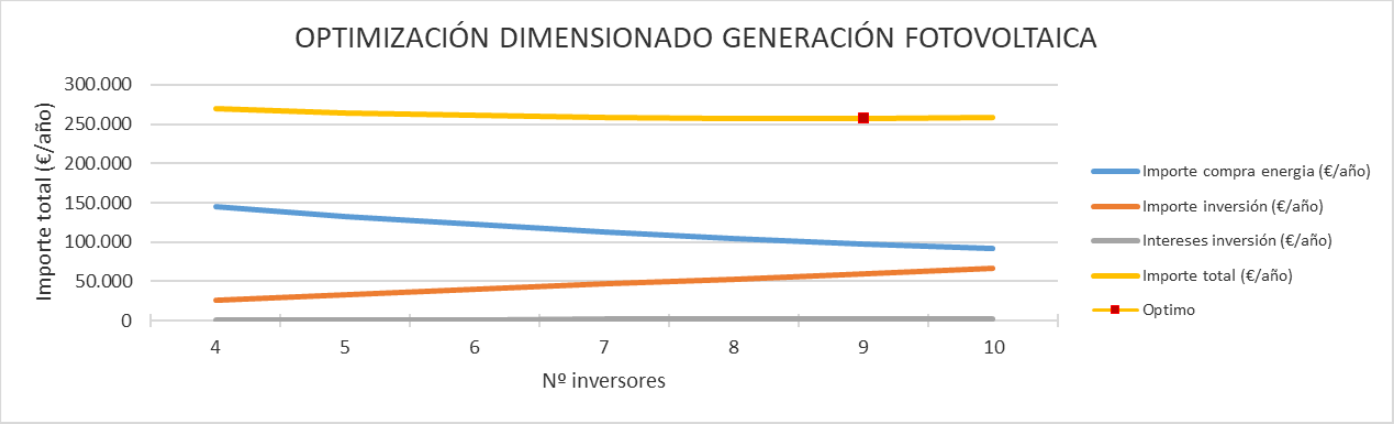
AÑOS AMORTIZ.: 20 INTERÉS (%): 4%

Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
4	668	514	1,34	1.286.075	2.068.508	809.695	96.732	144.752	-59.445	667.680	33.384	1.335	276.203
5	835	642	1,68	1.607.594	1.913.660	964.543	96.732	133.202	-70.995	834.600	41.730	1.669	273.333
6	1.002	771	2,01	1.929.113	1.775.756	1.102.447	96.732	122.861	-81.337	1.001.520	50.076	2.003	271.671
7	1.168	899	2,35	2.250.631	1.644.872	1.233.332	96.732	113.030	-91.168	1.168.440	58.422	2.337	270.520
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	1.532.320	1.345.883	96.732	104.521	-99.676	1.335.360	66.768	2.671	270.692
9	1.502	1.156	3,02	2.893.669	1.439.986	1.438.217	96.732	97.463	-106.734	1.502.280	75.114	3.005	272.314
10	1.669	1.285	3,36	3.215.188	1.366.014	1.512.189	96.732	91.727	-112.471	1.669.200	83.460	3.338	275.257



AÑOS AMORTIZ.: 25 INTERÉS (%): 4%

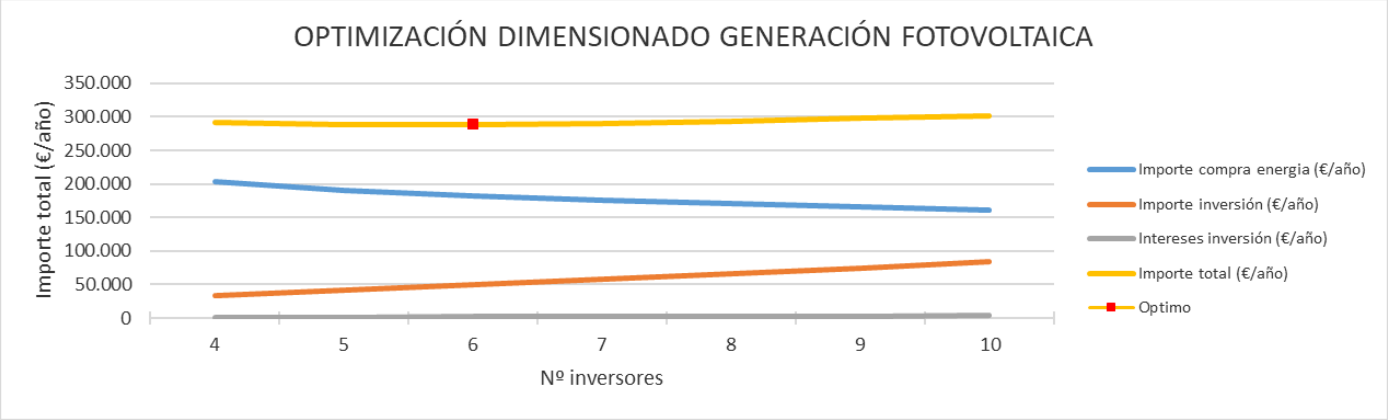
Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
4	668	514	1,34	1.286.075	2.068.508	809.695	96.732	144.752	-59.445	667.680	26.707	1.068	269.259
5	835	642	1,68	1.607.594	1.913.660	964.543	96.732	133.202	-70.995	834.600	33.384	1.335	264.654
6	1.002	771	2,01	1.929.113	1.775.756	1.102.447	96.732	122.861	-81.337	1.001.520	40.061	1.602	261.256
7	1.168	899	2,35	2.250.631	1.644.872	1.233.332	96.732	113.030	-91.168	1.168.440	46.738	1.870	258.369
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	1.532.320	1.345.883	96.732	104.521	-99.676	1.335.360	53.414	2.137	256.804
9	1.502	1.156	3,02	2.893.669	1.439.986	1.438.217	96.732	97.463	-106.734	1.502.280	60.091	2.404	256.690
10	1.669	1.285	3,36	3.215.188	1.366.014	1.512.189	96.732	91.727	-112.471	1.669.200	66.768	2.671	257.897



SECTOR II. 50% Incremento precio actual de la energía. Modalidad de riego 1 (50%)

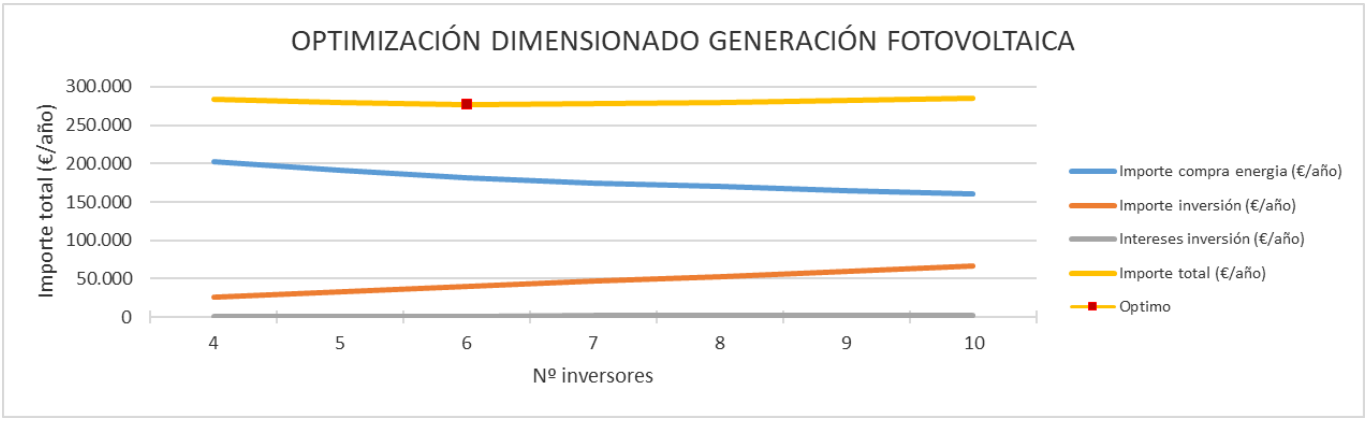
AÑOS AMORTIZ.: 20 INTERÉS (%): 4%

Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
4	668	514	1,34	1.286.075	2.114.678	763.525	53.943	202.699	-84.914	667.680	33.384	1.335	291.362
5	835	642	1,68	1.607.594	2.005.875	872.329	53.943	190.694	-96.919	834.600	41.730	1.669	288.037
6	1.002	771	2,01	1.929.113	1.921.995	956.208	53.943	181.695	-105.918	1.001.520	50.076	2.003	287.717
7	1.168	899	2,35	2.250.631	1.857.463	1.020.740	53.943	175.124	-112.489	1.168.440	58.422	2.337	289.826
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	1.805.323	1.072.880	53.943	170.035	-117.578	1.335.360	66.768	2.671	293.417
9	1.502	1.156	3,02	2.893.669	1.756.750	1.121.454	53.943	165.387	-122.226	1.502.280	75.114	3.005	297.449
10	1.669	1.285	3,36	3.215.188	1.711.451	1.166.752	53.943	161.115	-126.498	1.669.200	83.460	3.338	301.857



AÑOS AMORTIZ.: 25 INTERÉS (%): 4%

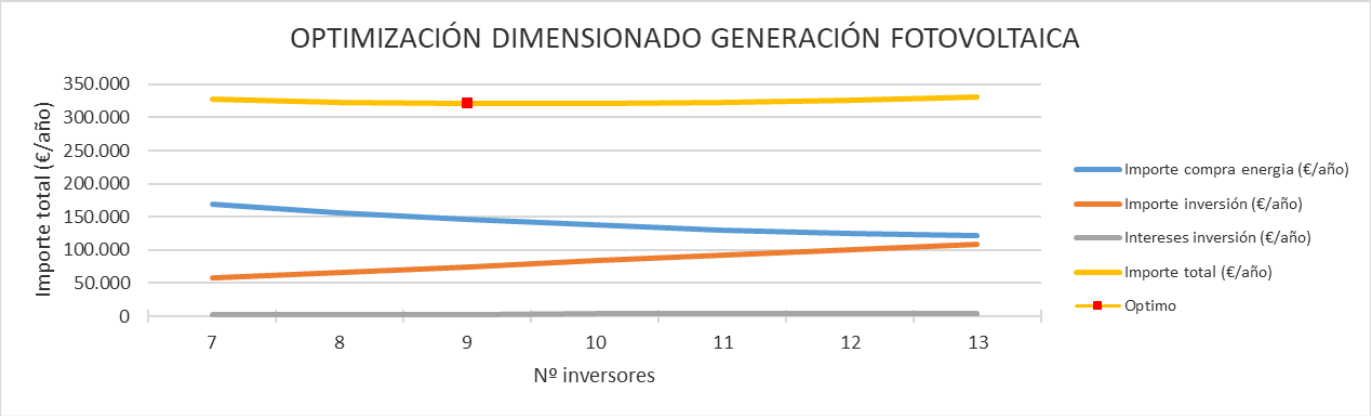
Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
4	668	514	1,34	1.286.075	2.114.678	763.525	53.943	202.699	-84.914	667.680	26.707	1.068	284.418
5	835	642	1,68	1.607.594	2.005.875	872.329	53.943	190.694	-96.919	834.600	33.384	1.335	279.357
6	1.002	771	2,01	1.929.113	1.921.995	956.208	53.943	181.695	-105.918	1.001.520	40.061	1.602	277.302
7	1.168	899	2,35	2.250.631	1.857.463	1.020.740	53.943	175.124	-112.489	1.168.440	46.738	1.870	277.674
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	1.805.323	1.072.880	53.943	170.035	-117.578	1.335.360	53.414	2.137	279.530
9	1.502	1.156	3,02	2.893.669	1.756.750	1.121.454	53.943	165.387	-122.226	1.502.280	60.091	2.404	281.826
10	1.669	1.285	3,36	3.215.188	1.711.451	1.166.752	53.943	161.115	-126.498	1.669.200	66.768	2.671	284.497



SECTOR II. 50% Incremento precio actual de energía. Modalidad de riego 2 (100%)

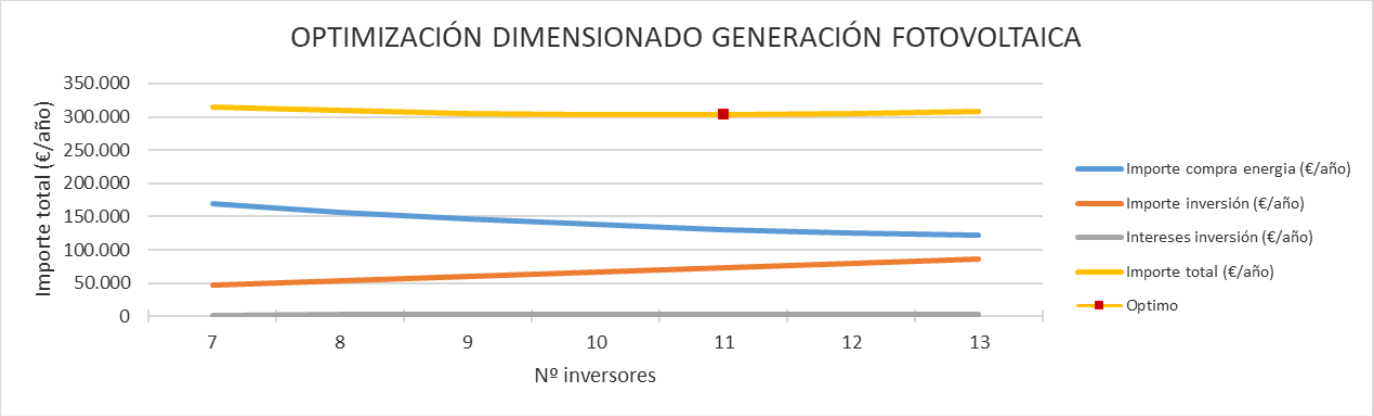
AÑOS AMORTIZ.: 20 INTERÉS (%): 4%

Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
7	1.168	899	2,35	2.250.631	1.644.872	1.233.332	96.732	169.545	-136.751	1.168.440	58.422	2.337	327.035
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	1.532.320	1.345.883	96.732	156.782	-149.514	1.335.360	66.768	2.671	322.952
9	1.502	1.156	3,02	2.893.669	1.439.986	1.438.217	96.732	146.195	-160.101	1.502.280	75.114	3.005	321.045
10	1.669	1.285	3,36	3.215.188	1.366.014	1.512.189	96.732	137.590	-168.706	1.669.200	83.460	3.338	321.120
11	1.836	1.413	3,69	3.536.706	1.301.676	1.576.527	96.732	130.084	-176.212	1.836.120	91.806	3.672	322.294
12	2.003	1.541	4,03	3.858.225	1.261.586	1.616.617	96.732	125.452	-180.844	2.003.040	100.152	4.006	326.342
13	2.170	1.670	4,36	4.179.744	1.231.278	1.646.925	96.732	121.990	-184.306	2.169.960	108.498	4.340	331.560



AÑOS AMORTIZ.: 25 INTERÉS (%): 4%

Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
7	1.168	899	2,35	2.250.631	1.644.872	1.233.332	96.732	169.545	-136.751	1.168.440	46.738	1.870	314.884
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	1.532.320	1.345.883	96.732	156.782	-149.514	1.335.360	53.414	2.137	309.065
9	1.502	1.156	3,02	2.893.669	1.439.986	1.438.217	96.732	146.195	-160.101	1.502.280	60.091	2.404	305.422
10	1.669	1.285	3,36	3.215.188	1.366.014	1.512.189	96.732	137.590	-168.706	1.669.200	66.768	2.671	303.761
11	1.836	1.413	3,69	3.536.706	1.301.676	1.576.527	96.732	130.084	-176.212	1.836.120	73.445	2.938	303.198
12	2.003	1.541	4,03	3.858.225	1.261.586	1.616.617	96.732	125.452	-180.844	2.003.040	80.122	3.205	305.510
13	2.170	1.670	4,36	4.179.744	1.231.278	1.646.925	96.732	121.990	-184.306	2.169.960	86.798	3.472	308.992



9.5.6 Resumen de la optimización

En el siguiente apartado, se realiza un resumen de los casos analizados y de los resultados obtenidos. La combinatoria de casos estudiados es la siguiente:

Incremento del precio de la energía:

- 0%. Precios actuales
- 50% de incremento del precio actual

Modalidad de riego:

- Modalidad 1: 50% del volumen de riego semanal necesario en horas distintas a P6 (más caudal por las noches y el fin de semana)
- Modalidad 2: 100% del volumen de riego semanal necesario en horas distintas a P6 (mismo caudal por la noche que por el día)

Años de amortización:

- 20 años
- 25 años

Además, se incluye, como caso inicial, el supuesto de no instalar parque fotovoltaico, comparando en todos los casos el importe anual y la ratio €/m3 repercutido.

SECTOR II

				Años Amortización: 20			Años Amortización: 25			
% Incremento precio energía	% Volumen semanal necesario en horas NO P6	Pot. P1-P5 (kW)	Pot. P6 (kW)	Optimiz. Nº inversores	Importe total (€/año)	Ratio (€/m3)	Optimiz. Nº inversores	Importe total (€/año)	Ratio (€/m3)	
0%	50%	684	1.990	0	245.685	0,019	0	245.685	0,019	Escenario sin parque fotovoltaico
0%	50%	684	1.990	4	223.795	0,017	5	215.792	0,016	Modalidad de riego 1
0%	100%	1.368	1.368	7	270.520	0,021	9	256.690	0,019	Modalidad de riego 2
50%	50%	684	1.990	0	341.556	0,026	0	341.556	0,026	Escenario sin parque fotovoltaico
50%	50%	684	1.990	6	287.717	0,022	6	277.302	0,021	Modalidad de riego 1
50%	100%	1.368	1.368	9	321.045	0,024	11	303.198	0,023	Modalidad de riego 2

A la vista de los resultados, en todos los casos, el escenario de no instalar el parque fotovoltaico resulta económicamente y medioambientalmente menos ventajoso, por lo que se descarta.

De la misma forma, la modalidad de riego 2, en la que se utiliza el mismo caudal de día que de noche, también es menos ventajoso económicamente. Esto es debido a que, si bien se aprovecha más la energía solar, se incrementa notablemente el termino de potencia contratado, que deberá de mantenerse para poder regar en caso de que el parque no cubra las necesidades. Por otra parte, el riego diurno que se incrementa en esta modalidad de riego, es menos ventajoso agronómicamente hablando, ya que por el día se aumenta la evaporación y el viento, por lo que la eficiencia del riego disminuye.

Finalmente, se puede deducir, que la modalidad de riego 1 (más caudal cuando la energía es más barata, por las noches y el fin de semana) es la más ventajosa en todos los casos.

En base a esto, se realiza una media del número de inversores obtenido en los 4 casos de esta modalidad de riego 1 (con y sin incremento del precio de energía, 20 y 25 años de amortización de la inversión). Los resultados finales para cada sector de riego es la siguiente:

- **Sector II: 6 inversores, 1002 kWp**

9.6 Dimensionamiento inversor de red

Un factor de dimensionamiento típico es entre 70 % y 120 %.

El factor de dimensionamiento del inversor es la relación porcentual entre la potencia nominal del inversor y la potencia del generador fotovoltaico conectado a ella (en el caso de los subsistemas MPPT, se comprueba el tamaño para el subsistema MPPT en su conjunto).

En nuestro caso en particular cada inversor tendrá conectadas 12 strings de 26 módulos cada una, por lo tanto, la potencia pico total por inversor será de 166,92kW, considerando que potencia nominal del inversor a 40ºC es de 175kW, obtenemos un factor de dimensionamiento del 104,84%.

9.7 Dimensionamiento de conductores en un sistema fotovoltaico

La determinación de la sección del cable se realiza en base a dos consideraciones, utilizando siempre la que resulte más desfavorable:

a) Por densidad de corriente.

La corriente máxima viene definida en las características del panel, siendo la más desfavorable la corriente de cortocircuito-ISC = 13,78A.

b) Por caída de tensión máxima admisible.

Para calcular la caída de tensión, en % se han considerado las siguientes fórmulas:

(Para líneas monofásicas) $\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot P \cdot 100}{\theta \cdot S \cdot V}$

Donde:

$\Delta V(\%)$ = Caída de tensión entre fases, en %.

L = Longitud de la línea en m.

ρ = Potencia en W.

θ = Conductividad del conductor.

S = Sección del conductor.

V = Tensión entre fases para circuitos trifásicos y entre fase y neutro para monofásicos.

El valor típico de la conductividad para cables de cobre es de 56, este es un valor calculado para una temperatura del conductor de 29ºC, no obstante, en el caso de las instalaciones de corriente continua, la temperatura del conductor considerada debe ser bastante mayor. En los cálculos realizado en este proyecto se ha considerado una temperatura del conductor de 90ºC.

Por tanto, considerando que el valor de la conductividad de los conductores de cobre es el inverso de la resistividad tenemos que:

$$\rho_{CuT} = \rho_{Cu20} \cdot (1+\alpha_{Cu} \cdot (T-20)) \rightarrow \rho_{Cu90^o} = 1/58 \text{ x } (1 + 0{,}00393 \text{ x } (90-20))$$

Donde, según UNE 20003 (IEC 28):

$\rho Cu20 = 1/58\ \Omega \cdot mm^2/m$

$\alpha Cu = 0{,}00393\ ºC\text{-}1$

Y por tanto:

$\theta\ 90º = 1/\ \rho CuT\ = 45'5$

A continuación, se muestran las tablas con los cálculos del sistema fotovoltaico, contemplando los cableados entre inversor y la caja de interconexión, protección y comprobación.

Inversor	Serie	Desinganción	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Corriente nominal (A)	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Tipo Inst.	*F. Correc Inst.*	*Tª Ambiente/ Terreno*	F. Correc Tª	*I Max Adm.*	*I Max. Calculada*	*Sobredim*	*Válido ?*
Inv 1	1	CPS/1 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	2	CPS/2 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	3	CPS/3 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	4	CPS/4 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	5	CPS/5 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	6	CPS/6 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	7	CPS/7 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	8	CPS/8 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	9	CPS/9 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	10	CPS/10 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	11	CPS/11 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	12	CPS/12 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	1	CPS/1 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	2	CPS/2 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	3	CPS/3 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	4	CPS/4 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	5	CPS/5 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	6	CPS/6 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	7	CPS/7 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	8	CPS/8 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	9	CPS/9 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	10	CPS/10 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	11	CPS/11 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	12	CPS/12 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	1	CPS/1 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	2	CPS/2 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	3	CPS/3 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	4	CPS/4 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	5	CPS/5 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	6	CPS/6 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	7	CPS/7 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	8	CPS/8 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	9	CPS/9 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	10	CPS/10 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	11	CPS/11 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	12	CPS/12 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	1	CPS/1 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok

Inversor	Serie	Desinganción	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Corriente nominal (A)	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Tipo Inst.	*F. Correc Inst.*	*Tª Ambiente/ Terreno*	F. Correc Tª	*I Max Adm.*	*I Max. Calculada*	*Sobredim*	*Válido ?*
Inv 4	2	CPS/2 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	3	CPS/3 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	4	CPS/4 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	5	CPS/5 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	6	CPS/6 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	7	CPS/7 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	8	CPS/8 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	9	CPS/9 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	10	CPS/10 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	11	CPS/11 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	12	CPS/12 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	1	CPS/1 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	2	CPS/2 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	3	CPS/3 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	4	CPS/4 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	5	CPS/5 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	6	CPS/6 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	7	CPS/7 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	8	CPS/8 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	9	CPS/9 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	10	CPS/10 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	11	CPS/11 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	12	CPS/12 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	1	CPS/1 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	2	CPS/2 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	3	CPS/3 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	4	CPS/4 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	5	CPS/5 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	6	CPS/6 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	7	CPS/7 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	8	CPS/8 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	9	CPS/9 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	10	CPS/10 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	11	CPS/11 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	12	CPS/12 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok

Justificación por caída de Tensión:

Inversor	Serie	Desinganción	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Θ (CU-AL) 45,5 -35	Caida de Tensión Individual %	*Válido ? VCC*
Inv 1	1	CPS/1 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,35472405	OK
Inv 1	2	CPS/2 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,2364827	OK
Inv 1	3	CPS/3 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,2364827	OK
Inv 1	4	CPS/4 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,13137928	OK
Inv 1	5	CPS/5 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,13137928	OK
Inv 1	6	CPS/6 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,19706892	OK
Inv 1	7	CPS/7 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,19706892	OK
Inv 1	8	CPS/8 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,19706892	OK
Inv 1	9	CPS/9 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,28903441	OK
Inv 1	10	CPS/10 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,28903441	OK
Inv 1	11	CPS/11 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,42041369	OK
Inv 1	12	CPS/12 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,42041369	OK
Inv 2	1	CPS/1 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,35472405	OK
Inv 2	2	CPS/2 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,2364827	OK
Inv 2	3	CPS/3 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,2364827	OK
Inv 2	4	CPS/4 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,13137928	OK
Inv 2	5	CPS/5 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,13137928	OK
Inv 2	6	CPS/6 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,19706892	OK
Inv 2	7	CPS/7 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,19706892	OK
Inv 2	8	CPS/8 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,19706892	OK
Inv 2	9	CPS/9 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,28903441	OK
Inv 2	10	CPS/10 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,28903441	OK
Inv 2	11	CPS/11 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,42041369	OK
Inv 2	12	CPS/12 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,42041369	OK
Inv 3	1	CPS/1 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,35472405	OK
Inv 3	2	CPS/2 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,2364827	OK
Inv 3	3	CPS/3 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,2364827	OK
Inv 3	4	CPS/4 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,13137928	OK
Inv 3	5	CPS/5 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,13137928	OK
Inv 3	6	CPS/6 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,19706892	OK
Inv 3	7	CPS/7 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,19706892	OK
Inv 3	8	CPS/8 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,19706892	OK
Inv 3	9	CPS/9 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,28903441	OK
Inv 3	10	CPS/10 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,28903441	OK
Inv 3	11	CPS/11 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,42041369	OK
Inv 3	12	CPS/12 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,42041369	OK

Inversor	Serie	Desinganción	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Θ (CU-AL) 45,5 -35	Caida de Tensión Individual %	*Válido ? VCC*
Inv 4	1	CPS/1 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,35472405	OK
Inv 4	2	CPS/2 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,2364827	OK
Inv 4	3	CPS/3 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,2364827	OK
Inv 4	4	CPS/4 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,13137928	OK
Inv 4	5	CPS/5 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,13137928	OK
Inv 4	6	CPS/6 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,19706892	OK
Inv 4	7	CPS/7 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,19706892	OK
Inv 4	8	CPS/8 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,19706892	OK
Inv 4	9	CPS/9 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,28903441	OK
Inv 4	10	CPS/10 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,28903441	OK
Inv 4	11	CPS/11 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,42041369	OK
Inv 4	12	CPS/12 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,42041369	OK
Inv 5	1	CPS/1 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,35472405	OK
Inv 5	2	CPS/2 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,2364827	OK
Inv 5	3	CPS/3 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,2364827	OK
Inv 5	4	CPS/4 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,13137928	OK
Inv 5	5	CPS/5 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,13137928	OK
Inv 5	6	CPS/6 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,19706892	OK
Inv 5	7	CPS/7 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,19706892	OK
Inv 5	8	CPS/8 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,19706892	OK
Inv 5	9	CPS/9 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,28903441	OK
Inv 5	10	CPS/10 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,28903441	OK
Inv 5	11	CPS/11 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,42041369	OK
Inv 5	12	CPS/12 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,42041369	OK
Inv 6	1	CPS/1 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,35472405	OK
Inv 6	2	CPS/2 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,2364827	OK
Inv 6	3	CPS/3 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,2364827	OK
Inv 6	4	CPS/4 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,13137928	OK
Inv 6	5	CPS/5 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,13137928	OK
Inv 6	6	CPS/6 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,19706892	OK
Inv 6	7	CPS/7 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,19706892	OK
Inv 6	8	CPS/8 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,19706892	OK
Inv 6	9	CPS/9 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,28903441	OK
Inv 6	10	CPS/10 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,28903441	OK
Inv 6	11	CPS/11 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,42041369	OK
Inv 6	12	CPS/12 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,42041369	OK

9.8 Dimensionamiento de conductores evacuación

La determinación de la sección del cable se realiza en base a dos consideraciones, utilizando siempre la que resulte más desfavorable:

a) Por densidad de corriente.

La intensidad de un receptor trifásico viene dada por la expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

La intensidad de un receptor monofásico viene dada por la expresión:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

P = Potencia del receptor, en W.

V = Tensión de alimentación, en V.

I = Intensidad en A.

b) Por caída de tensión máxima admisible.

Para calcular la caída de tensión, en % se han considerado las siguientes fórmulas:

(Para líneas trifásicas) $\Delta V = \frac{L \cdot P \cdot 100}{\theta \cdot S \cdot V}$

(Para líneas monofásicas) $\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot P \cdot 100}{\theta \cdot S \cdot V}$

Donde:

ΔV(%) = Caída de tensión entre fases, en %.

L = Longitud de la línea en m.

P = Potencia en W.

θ = Conductividad del conductor.

S = Sección del conductor.

V = Tensión entre fases para circuitos trifásicos y entre fase y neutro para monofásicos.

A continuación, se muestran una tabla con los cálculos del sistema fotovoltaico, contemplando los cableados entre inversor y la caja de interconexión, protección y comprobación.

Justificación por densidad de corriente:

TRAMO	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Corriente nominal (A)	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Tipo Inst.	*F. Correc Inst.*	*Tª Ambiente/ Terreno*	F. Correc Tª	*I Max Adm.*	*I Max. Calculada*	*Sobredim*	*Válido ?*
Inv 1 - CGBT 800V	800	Vca	140,54	185.000,00	1	150	150	100	D	0,8	30	0,93	197	146,568	1,04	ok
Inv 2 - CGBT 800V	800	Vca	140,54	185.000,00	1	150	150	100	D	0,8	30	0,93	197	146,568	1,04	ok
Inv 3 - CGBT 800V	800	Vca	140,54	185.000,00	1	150	150	145	D	0,8	30	0,93	197	146,568	1,04	ok
Inv 4 - CGBT 800V	800	Vca	140,54	185.000,00	1	150	150	145	D	0,8	30	0,93	197	146,568	1,04	ok
Inv 5 - CGBT 800V	800	Vca	140,54	185.000,00	1	150	150	190	D	0,8	30	0,93	197	146,568	1,04	ok
Inv 6 - CGBT 800V	800	Vca	140,54	185.000,00	1	150	150	190	D	0,8	30	0,93	197	146,568	1,04	ok
CGBT 800V - Trafo	800	Vca	949,59	1.250.000,00	4	240	960		D	0,85	30	0,93	1296	1024,488	1,08	ok
Trafo-CGBT 690V	690	Vca	1100,97	1.250.000,00	5	240	1200		D	0,85	30	0,93	1620	1280,61	1,16	ok

Justificación por caída de tensión:

TRAMO	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Corriente nominal (A)	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Θ (CU-AL) 45,5 -35	Caida de Tensión Individual %	*Válido ? VCA*
Inv 1 - CGBT 800V	800	Vca	140,54	185.000,00	1	150	150	100	35	0,55059524	OK
Inv 2 - CGBT 800V	800	Vca	140,54	185.000,00	1	150	150	100	35	0,55059524	OK
Inv 3 - CGBT 800V	800	Vca	140,54	185.000,00	1	150	150	145	35	0,7983631	OK
Inv 4 - CGBT 800V	800	Vca	140,54	185.000,00	1	150	150	145	35	0,7983631	OK
Inv 5 - CGBT 800V	800	Vca	140,54	185.000,00	1	150	150	190	35	1,04613095	OK
Inv 6 - CGBT 800V	800	Vca	140,54	185.000,00	1	150	150	190	35	1,04613095	OK
CGBT 800V - Trafo	800	Vca	949,59	1.250.000,00	4	240	960	14	56	0,05086263	OK
Trafo-CGBT 690V	690	Vca	1100,97	1.250.000,00	5	240	1200	14	56	0,05469789	OK

9.9 Dimensionamiento del transformador

El transformador es el elemento de la instalación que debe transformar toda la potencia generada por la instalación fotovoltaica. Para determinar la potencia del transformador, previamente se debe conocer la potencia que la planta fotovoltaica sea capaz de entregar, este valor como ya se ha justificado depende de muchos factores como son radiación, temperatura, etc. Considerando los valores presentados en el punto 10.2 del presente documento la potencia máxima estimada de generación de la instalación es de 770.75kW, considerando un factor de potencia con la instalación compensada de cosϕ=0.95 se obtiene una potencia del transformador 811.31 kVA.

Por ser una instalación que tiene fuerte presencia de armónicos, éstos influyen sobre los transformadores de distribución, elevando la densidad de flujo del núcleo. También las corrientes de Foucault, proporcionales a la frecuencia, aumentan considerablemente. En esta situación el transformador no debe funcionar a su potencia nominal y debe o cambiarse por otro de mayor potencia o disminuirse la carga. En este caso tenemos la primera opción. El transformador se desclasifica asociándole una potencia equivalente. La potencia equivalente de un transformador es la correspondiente a la sinusoidal que provoque las mismas pérdidas que las producidas con la corriente no sinusoidal aplicada. Esta potencia equivalente es igual a la potencia basada en el valor eficaz de la corriente no sinusoidal multiplicada por el factor "K".

Este factor "K" se define como aquel valor numérico que representa los posibles efectos de calentamiento de una carga no lineal sobre el transformador. La potencia asignada del transformador que se use debe ser mayor o igual que la potencia equivalente.

El factor K, según la norma UNE, se obtiene de la siguiente fórmula:

$$K = \sqrt{1 + \frac{e}{1+e}\left(\frac{I_1}{I}\right)^2 \sum_{n=2}^{n=N}\left(n^q \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2\right)}$$

Donde:

e = pérdidas por corrientes de Foucault debidas a la corriente sinusoidal a la frecuencia fundamental, divididas por las pérdidas debidas a una corriente continua igual al valor eficaz de la corriente sinusoidal, ambas a la temperatura de referencia. Este valor suele valer 0,3.

N = orden del armónico.

I = valor eficaz de la corriente sinusoidal.

I1 = es la corriente del enésimo armónico.

q = constante exponencial que depende de los arrollamientos y de la potencia, suele oscilar entre 1,5 y 1,7.

Considerando un factor K de 7, limita la capacidad del transformador en un 85 %. Con lo que se tiene que la potencia del transformador a instalar es de 954,48 kVA, no obstante, y en previsión a futuras ampliaciones de elige un transformador de 1250 kVA.

9.10 Cortocircuitos

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

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

donde:

P= potencia de transformador [kVA]

Ecc= tensión de cortocircuito del transformador [%]

Us = tensión en el secundario [V]

Iccs= corriente de cortocircuito [kA]

Por tanto, la intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 800 V en vacío será:

Iccs = 15,04 kA

9.11 Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dimensionará un pozo apagafuegos de 1100 litros para recoger posibles fugas del líquido aislante del transformador.

9.12 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para conectar las tomas de tierra de los diferentes elementos dentro de una instalación con la toma tierra general. Se instalaran conductores de

protección acompañando todos los conductores activos, las secciones de los conductores de protección según la norma UNE 20-460-90 parte 5-54 puesta a tierra y conductores de protección, tendrán una sección mínima:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k}$$

Donde:

S = sección del conductor en mm2

I = es la corriente de cortocircuito eficaz, en nuestro caso 15,04 kA.

t = es el tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte, en nuestro caso 100 ms.

k = es el factor cuyo valor depende de la naturaleza del material del conductor de protección, de los aislamientos y de las temperatura inicial y final; en este caso conductor de cobre desnudo en condiciones normales, con k = 143.

Para la conexión general entre todos los conductores de protección de todos los elementos de la instalación, es decir el conductor común a todos los circuitos y la puesta a tierra, como indica la norma anteriormente citada, la sección de ese conductor debe ser 50 mm2.

Para el cálculo de la resistencia del electrodo de puesta a tierra consideramos solamente la longitud de cable de cobre enterrado, siendo esta longitud total de 1200 metros. Según lo indicado en el RD 842/2002:

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0{,}8\ \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2\ \rho/L$
ρ, resistividad del terreno (Ohm.m) P , perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

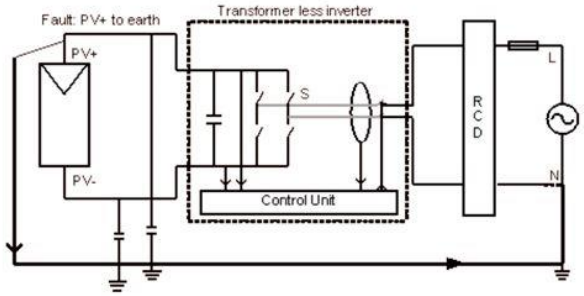
Considerando una resistividad del terreno de 100 Ohm.m según la tabla de valores orientativos de la resistividad en función del tipo de terreno:

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Obtenemos una resistencia teórica de: **0.16 Ohm**

En el lado de corriente alterna, la instalación cuenta con sistemas de protección diferencial, regulados a una intensidad de defecto de 300mA, por tanto, la tensión máxima de contacto será de 0.048V < 24V.

En el lado de corriente continua, los inversores estarán equipados con una unidad de control de corriente residual (RCMU), similar a un RCD excepto que no contiene la función de desconexión y solo puede monitorear la corriente residual y activa una alarma.



10 PLIEGO DE CONDICIONES

10.1 Objeto del pliego

El presente pliego tiene por objeto definir el establecimiento de las prescripciones técnicas en que se ha de desarrollar el "PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL PORMA. SECTORES II Y III (LEÓN)", el alcance y condiciones de ejecución de los trabajos a realizar, condiciones que tienen que cumplir los materiales y equipos, los aspectos legales y administrativos, así como ordenar las condiciones técnicas que han de regir la planificación, ejecución, desarrollo, control, recepción y puesta en marcha de las instalaciones.

En la concepción y el desarrollo del proyecto se seguirá las condiciones incluidas en este Documento y en las condiciones aquí expuestas.

10.2 Aspectos legales y administrativos

Se listan a continuación, sin carácter excluyente para las que sean de aplicación y no se incluyan en la relación, algunas normas, códigos y especificaciones de orden general que se tendrán en consideración para la ejecución del presente contrato de proyecto y obra. El contratista está obligado a cumplir la reglamentación vigente en el campo laboral, técnico, de seguridad e higiene en el trabajo, gestión de residuos y reglamentación ambiental.

- Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002, por el que se aprueba el nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Ministerio de Industria.
- Guía Técnica de aplicación del Reglamento de Baja Tensión.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con auto-consumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos

- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995. (B.O.E. 10 de Noviembre). Modificado por la Ley 50/1998 de 30 de Diciembre, Ley 39/1999 de 5 de Noviembre, Real Decreto Legislativo 5/2000 de 4 de Agosto, Ley 54/2003 de 12 de Diciembre, Ley 30/2005 de 29 de Diciembre, Ley 31/2006 de 18 de octubre, Ley Orgánica 3/2007 de 22 de marzo. Se dicta conformidad con: Real Decreto 286/2006 de 10 de Marzo y Real Decreto 396/2006 de 31 de Marzo.

- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio.

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, R.D. 1267/1997 de 24 de Octubre (B.O.E. 25-10-97). Modificación del anexo IV, por el R.D. 2177/2004, de 12 de Noviembre. Se añade disposición adicional única por R.D. 604/2006, de 19 de mayo. Se modifican arts. 13.4 y 18.2 por R.D. 1109/2007, de 24 de agosto.

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de Equipos de Trabajo, R. D. 1215/1997, de 18 de Julio. Modificación de los anexos I y II por el R.D. 2177/2004 de 12 de Noviembre.

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo. Corrección de erra-tas B.O.E. nº 171 de 18-07-97.Corrección de erratas B.O.E. nº 171, de 18 de julio 1997.

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

- LEY 4/2015, de 24 de marzo, del Patrimonio Natural de Castilla y León.

- NBE-EA-95 Estructuras de acero en la edificación.

- Normas y especificaciones técnicas de la compañía suministradora.

- Circulares emitidas por el Ministerio de Industria con posterioridad a la publicación del reglamento y disposiciones de la Junta de Castilla y León.

- Recomendaciones UNESA.

En caso de discrepancia entre el pliego de condiciones o normas anteriormente mencionadas, se aplicará la norma más rigurosa.

10.3 Alcance de la obra

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

Este pliego contempla la realización de una instalación fotovoltaica en la estación de bombeo del Sector II del margen izquierdo del Porma, de 1.001,52 kWp, los trabajos necesarios para el diseño de detalle, ejecución y puesta en marcha, en concepto de auto-consumo (sin vertido), según se establece en el R.D. 244/2019, de 5 de abril.

Suministro, montaje y puesta en servicio de todos los elementos que intervienen en la instalación, salvo aquellos que sean aportados por terceros.

Instalación del sistema de control necesario para adaptar la producción de energía fotovoltaica al sistema de control-demanda de la estación de bombeo existente.

El diseño y preparación de todos los requisitos para la adquisición y montaje de todos los elementos que intervienen en la instalación, tomando como base los planos de construcción.

La obtención de los permisos correspondientes, en caso necesario, para la realización de las instalaciones, su legalización, y puesta en marcha.

10.4 Documentos que definen la obra

Los documentos que definan las obras son la memoria, el pliego de condiciones, los planos y el presupuesto.

10.5 Especificaciones que deben satisfacer los materiales y equipos

10.5.1 Generalidades y definiciones

Los materiales empleados para la ejecución práctica de este proyecto serán de primera calidad y se ajustarán a las normas de este Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo que se refiera a sus características técnicas de fabricación, como a su instalación.

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

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

10.5.1.1 RADIACIÓN SOLAR.

- Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

• Irradiancia: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m2.

• Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en MJ/m2 o kWh/m2.

• Año Meteorológico Típico de un lugar (AMT): Conjunto de valores de la irradiación horaria correspondientes a un año hipotético que se construye eligiendo, para cada mes, un mes de un año real cuyo valor medio mensual de la irradiación global diaria horizontal coincida con el correspondiente a todos los años obtenidos de la base de datos.

10.5.1.2 GENERADORES FOTOVOLTAICOS.

• Célula solar o fotovoltaica: Dispositivo que transforma la energía solar en energía eléctrica.

• Célula de tecnología equivalente (CTE): Célula solar cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman el generador fotovoltaico.

• Módulo fotovoltaico: Conjunto de células solares interconectadas entre sí y encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

• Rama fotovoltaica: Subconjunto de módulos fotovoltaicos interconectados, en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

• Generador fotovoltaico: Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

• Condiciones Estándar de Medida (CEM): Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula so-lar, utilizadas como referencia para caracterizar células, módulos y generadores fotovoltaicos y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia (GSTC): 1000 W/m2
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Incidencia normal
- Temperatura de célula: 25 °C

- Potencia máxima del generador (potencia pico): Potencia máxima que puede entregar el módulo en las CEM.

- TONC: Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m2 con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento de 1 m/s.

10.5.1.3 INVERSORES.

- Inversor: Convertidor de corriente continua en corriente alterna.

- VRMS: Valor eficaz de la tensión alterna de salida.

- Potencia nominal (VA): Potencia especificada por el fabricante, y que el inversor es capaz de entregar de forma continua.

- Capacidad de sobrecarga: Capacidad del inversor para entregar mayor potencia que la nominal durante ciertos intervalos de tiempo.

- Rendimiento del inversor: Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor. Depende de la potencia y de la temperatura de operación.

- Factor de potencia: Cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (VA) a la salida del inversor.

- Distorsión armónica total THD (%): Parámetro utilizado para indicar el contenido armónico de la onda de tensión de salida. Se define como:

$$TDH\,(\%) = 100\,\frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1}$$

donde V1 es el armónico fundamental y Vn el armónico enésimo.

10.5.1.4 PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES. PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES.

Los materiales procederán, exclusivamente, de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de Obra. Para ello el Contratista presentará como mínimo para cada uno de los elementos a colocar en la obra objeto del presente proyecto, una terna de materiales que cumplan con el presente pliego para su posterior elección y aprobación por la Dirección de Obra.

Los materiales y elementos que formen parte de la obra objeto del presente proyecto deberán transportarse y almacenarse protegidos contra los posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas que pudieran producirse.

Si se produjera la compra y/o instalación en obra de algún elemento sin previa presentación o aceptación por parte de la Dirección de Obra, estas circunstancias no otorgarán derecho alguno al contratista a que dicho elemento permanezca instalado, y correrá a cuenta del mismo su desinstalación.

No se procederá a realizar el acopio ni empleo de ninguna clase de materiales ni elementos, sin que previamente se haya presentado por el Contratista a la Dirección de Obra para su aceptación, lo especificado a continuación:

- las especificaciones y muestras necesarias para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

- las pruebas y ensayos necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego, o que sean solicitados por la Dirección de Obra.

- los manuales de puesta en marcha, mantenimiento y seguridad correspondientes.

Antes de colocar cualquier elemento en obra se comprobará visualmente para garantizar que no presentan ningún tipo de daños, así como que tienen todos los elementos que lo componen y que cumplen con los requisitos del pedido y del presente pliego.

Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo el control de la Dirección de Obra, o persona en quién ésta delegue.

Se utilizarán para los ensayos las normas que en los diversos artículos de este Pliego se fijan.

El número de ensayos a realizar será fijado por la Dirección de Obra.

Se deberá presentar a la Dirección de Obra una terna de laboratorios de calidad homologados. La Dirección de Obra indicará al contratista, si fuere el caso, la o las empresas que realizarán una labor de inspección en la obra, y aquellos materiales y/o equipos que serán objeto de la misma.

10.5.2 Instalación eléctrica línea aérea y/o subterránea.

En la medida de lo posible los trazados se ejecutar por las lindes de las parcelas, procurando la menor afección posible a elementos y infraestructuras. En el caso de líneas aéreas los postes eléctricos se colocarán a ser posible entre lindes de parcelas. Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos.

En el cableado subterráneo al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor.

Genéricamente la instalación contará con:

Conductores

Aisladores

Accesorios de sujeción

Apoyos

Cable enterrado y/ entubado

Protecciones

Crucetas, herrajes-soportes y tornillería

Tirantes y tornapuntas

Elementos de unión, conexión y anclaje: Conexiones,

Empalmes, Grapas etc.

Apertura de zanjas

Canalizaciones

Arquetas.

Señalización

Los cables instalados deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales

(conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

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

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

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

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

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una placa de PVC RU 0206 A a lo largo de la longitud de la canalización, cuando esta no esté entubada.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

Estas cintas estarán de acuerdo con lo especificado en la Norma UEFE 1.4.02

10.5.3 Generadores fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE .Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos foto-voltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos, o UNE-EN IEC 62941 sobre Sistema de calidad para la fabricación de módulos FV. Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.

Los módulos solares fotovoltaicos serán monocristalinos y de al menos 535 Wp de potencia cada uno de ellos.

Los módulos escogidos estarán en el listado TIER 1 de los últimos 12 meses y el fabricante tiene que haber obtenido un resultado positivo en las 4 pruebas del DNVGL TEST.

La garantía total del producto ha de ser por un mínimo de 10 años.

El rendimiento de los módulos fotovoltaicos estará garantizado por el fabricante durante un período mínimo de 25 años. La garantía de rendimiento se establecerá en un 90% de su potencia nominal durante los 10 primeros años y del 80% desde el año 11 al 25.

La eficiencia del módulo será igual o superior al 20.38%

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria justificación de su utilización.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.

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

La tensión de aislamiento del sistema será de 1.500 V.

Módulos cristalinos de vidrio dual.

Los módulos cumplirán como mínimo las siguientes características técnicas en condiciones STC AM1.5 1000W/m2 y 25ºC:

Potencia nominal: 535W

- Tensión de salida: 1500 V (IEC)
- Rango de temperatura: -40ºC ~ +85ºC
- Tensión en el punto Pmáx-VMPP: 41,5 V
- Corriente en el punto Pmáx-IMPP: 12,90 A
- Tensión en circuito abierto-VOC: 49,35 V
- Corriente de cortocircuito-ISC: 13,78 A
- Peso: 27,2 kg
- Dimensiones: 2.256 x 1.133 x 35 mm
- Tipo de células: Monocristalinas
- Número de células: 144 (6x24)
- Eficiencia: 21,5%
- Tipo: Half-Cut

La configuración del generador fotovoltaico vendrá condicionada por el rango de tensiones en MPPT del convertidor vectorial en cuestión y condiciones meteorológicas propias del emplazamiento de la instalación

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

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

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

En aquellos casos en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos.

10.5.4 Estructura de soporte o seguidor

El tipo de seguidor que se empleará será de un eje, en orientación Norte-Sur, fijado al suelo mediante hincas, con dos tipos de perfiles distintos con un tratamiento superficial galvanizado en caliente, 8 perfiles tipo IPE 120, 4 a un lado y 4 al otro, con un perfil central HE-A 140. Sobre cada uno de los perfiles IPE 120 se monta una corona de giro y sobre el perfil HE-A 140 se monta el conjunto motor-reductor. A ambos lados del reductor sale un perfil de sección cuadrada, con un tratamiento superficial galvanizado en caliente, uniendo todas las coronas, permitiendo transmitir el giro a todo el conjunto. Sobre este perfil se monta la subestructura, de aluminio, sobre la que irán fijados los paneles, empleando para este cometido tornillería de acero inoxidable.

Los perfiles hincados al terreno dispondrán de una longitud total de 3 m, hincando 2 m en el terreno, de acuerdo con el resultado del informe pull-out test elaborado a tal efecto.

Las características del seguidor son:

DATOS BÁSICOS	
Tipo de Seguimiento	1-eje
Superficie modular hasta	170 m2
Max. superficie modular (Ancho x alto)	2 x 11,57 m x 3,4 m
Certificaciones	CE, UL, CSA
ESTRUCTURA	
Materiales	Acero galvanizado en caliente, aluminio, sintéticos
Galvanización	EN ISO 1461 o comparable
Tipo de enlace	Conexión atornillada, sin soldadura en el sitio
Certificado de estática	Si
MOTOR	
Principio	Accionamiento rotativo sin mantenimiento
Ángulo Este-Oeste (con nieve)	+50°/ -70°
Ángulo Este-Oeste (sin nieve)	max. ±55° (Variabilidad ajustable)
Velocidad de giro	18°/min.
Nivel de sonido (sin carga)	50 dB(A)
Índice de protección	IP 55
ELECTRÓNICA & CONTROL	
Tensión de funcionamiento	100 – 240 V AC / 50 – 60 Hz
Corriente de entrada nominal	0,78 A
Control	Tecnología - MLD

Índice de protección	IP 65
CONSUMO DE ENERGÍA (APROX.)	
Modo de control	1 W
Con actuador de funcionamiento	50 W – 336 W
POTENCIA DE SALIDA	
Tensión de salida	24 V DC
Corriente de salida (máx.)	3,1 A en 25 min / 5 A en 10 min / 14 A en 100 ms
CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	
Instalación sobre el nivel del mar	max. 2000 m
Temperatura ambiente permitida	-20°C – +50°C
Rango de humedad	5% – 95%
Velocidad de viento permitida	110 km/h
CONDICIONES DEL TERRENO	
Max. inclinación del suelo E – W	10°
Max. inclinación del suelo N - S	10°
TOLERANCIA DE HINCADO DE LOS PILARES	
Precisión de hincado con los ejes	Máx. +/- 20 mm
Ángulo de giro del eje	Máx. +/- 5°
Precisión de hincado en altura	Máx. +/- 10 mm

Cada seguidor viene equipado con un sistema de control de inclinación por seguimiento activo con optimización de irradiancia, tipo MLD, al estar evaluando de forma constante la irradiación permite asegurar que los paneles estarán orientados hacia el punto de máxima radiación. Otra ventaja también es que, al no depender de un control central para la orientación, en caso de que falle el sensor sólo se "pierde" el funcionamiento de un seguidor, siguiendo funcionando los otros de forma autónoma.

Se ha previsto la instalación de un total de 36 seguidores, en cada seguidor se montarán 52 módulos solares, dichos módulos se conectan en serie en grupos de 26, formando cada grupo una serie, constituyendo un total de 72 series o strings.

Cada seguidor incorpora un armario con la electrónica de control, que gestiona por una parte la radiación solar que capta el sensor y por otra, basándose en esta radiación, da las órdenes al motor-reductor. Con objeto de proteger la instalación, en caso de fuerte viento, y que no se produzcan daños a la estructura, se montará un anemómetro que irá cableado a un armario de control y desde este armario de control se llevará una señal mediante un cable de tipo RZ1-K

0,6/1 kV 2x2x0,5 mm2 a los armarios de control de todos los seguidores, para que llegado el caso actúen en consecuencia.

Para el gobierno de forma manual del conjunto de todos los seguidores, para hacer tareas de mantenimiento, limpieza, etc…, se incorporará otro armario de control equipado con un joystik y cableado mediante la misma manguera descrita en el apartado anterior a todos los armarios de control de los seguidores.

10.5.5 Inversores

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fijos).

Los inversores serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día. serán de onda senoidal pura.

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de las cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

– Tensión de entrada fuera del margen de operación.

– Desconexión del acumulador.

– Cortocircuito en la salida de corriente alterna.

– Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

– Sobretensiones de CC Tipo II

– Sobretensiones de CA Tipo II

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares

accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

ENTRADA Vcc

- Voltaje de entrada máx: 1.500V
- Corriente máx por MPPT: 26A
- Corriente de cortocircuito máx por MPPT: 40ª
- Voltaje de entrada inicial: 550V
- Rango de voltaje de operación de MPPT: 500-1.500V
- Voltaje nominal de entrada: 1.080V
- Número de entradas: 18
- Número de MPPT: 9

SALIDA Vac

- Potencia nominal activa: 175.000W @40°C, 168.000 W @45°C, 160.000 W @50°C
- Potencia máx activa (cos□=1): 185.000 W
- Voltaje nominal de salida: 800V, 3W+PE
- Frecuencia nominal de red de AC: 50Hz / 60 Hz
- Corriente de salida nominal: 126,3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
- Máx. corriente de salida 134.9 A
- Rango de factor de potencia ajustable: 0.8 LG ... 0.8 LD
- Máx. distorsión armónica total: ＜3%

EFICIENCIA

- Eficiencia máxima 99.03%
- Eficiencia europea 98.69%

PROTECCIONES

- Dispositivo de desconexión del lado de entrada
- Protección anti-isla
- Protección contra sobrecorriente de AC
- Protección contra polaridad inversa de DC
- Monitoreo de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos
- Protección contra sobrecorriente de DC Tipo II
- Protección contra sobrecorriente de AC Tipo II
- Detección de resistencia de aislamiento DC
- Unidad de Monitoreo de la Corriente Residual

CARACTERISTICAS GENERALES

- Dimensiones (L x A x F): 1.035 x 700 x 365 mm
- Peso (con soporte de montaje): 84 kg
- Temperatura de operación: -25°C ~ 60°C
- Método de enfriamiento: Refrigeración inteligente con aire
- Máx. altitud de operación: 4,000 m
- Humedad relativa: 0 ~ 100%
- Conector de DC: Staubli MC4 EVO2
- Conector de AC: Terminal de PG resistente al agua + Conector OT/DT
- Grado de protección IP66
- Topología: Sin transformador

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

– UNE-EN 62109 :2011 Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos

– UNE-EN 50530:2011/A1:2013 Rendimiento global de los inversores fotovoltaicos conectados a la red

– UNE-EN 62116:2014 V2 Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.

– UNE-EN IEC 60068-2-5:2018 Ensayos ambientales. Ensayo Sa: Radiación solar simulada a nivel del suelo y guía para ensayos de radiación solar.

– UNE-EN 61683:2001 Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante).

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

– Potencia nominal (VA)

– Tensión nominal de entrada (V)

– Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida

– Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie

– Polaridad y terminales

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

10.5.6 Centro de transformación

Puesto que el punto de evacuación de la planta fotovoltaica es diferente a la tensión de utilización en la estación de bombeo se debe modificar la tensión de generación de los inversores, para ello se utilizará un transformador en baño de aceite de potencia y tensión secundaria adecuada según lo especificado en los documentos PLANOS Y PRESUPUESTO. Este transformador será fabricado según la norma UNE-EN60076.

La protección interna de dicho transformador se realizará mediante la instalación de un relé tipo DGTP2 el cual proporciona el control de la temperatura interna del equipo, la detección de gases internos en el equipo y la generación interna de una sobrepresión. El neutro del transformador será conectado a tierra en el lado de 800V, se instalará un transformador diferencial con objeto de detectar el paso de corriente por la puesta a tierra. Todas estas protecciones del transformador deberán ordenar la apertura de los correspondientes interruptores automáticos tanto en el lado de 690 V como en el de 800V dejando, en caso de avería, el transformador aislado de ambas instalaciones.

10.5.7 Componentes de los cuadros eléctricos de baja tensión

ENVOLVENTE METÁLICA.

La envolvente es la parte del cuadro eléctrico que constituye el cierre del mismo y tiene como fin impedir a las personas entrar en contacto accidental con las partes en tensión y proteger el equipo interior contra la acción de agentes exteriores.

Las envolventes serán de chapa de acero de 1,5 mm de espesor mínimo, puerta 2 mm. El grado de protección de las envolventes de cuadros para interior corresponderá al IP 55 según la norma EN 60529 y NEMA 12. Dispondrán de marcado CE.

Todas las partes metálicas de la envolvente se protegerán contra la corrosión mediante un tratamiento de pintura en 3 fases aplicado tanto interior como exteriormente. Esta protección proporcionará la resistencia a:

- Aceites minerales.
- Lubricantes.
- Emulsiones.
- Disolventes (durante corto tiempo, por ej. Para la limpieza).
- Ácidos débiles y bases.

Según el esquema eléctrico que se deba realizar, y por tanto los aparatos que deban contener, los cuadros de baja tensión podrán estar formados por la combinación de varios elementos modulares.

En la zona de entrada de conductores, tanto si son cables aislados como si son pletinas desnudas, el material de la envolvente será de chapa galvanizada.

En todos los cuadros la entrada será necesariamente a través de prensaestopas de poliamida o si se tratase de cables de diámetro mayor al soportado por los de poliamida metálicos de latón niquelado, por la parte inferior del cuadro.

La envolvente (formada por puertas, techos, panel lateral y frontal) llevará una toma de tierra con una grapa terminal para cables de 6 a 12 mm de diámetro.

Los cuadros serán completamente montados en fábrica-taller, lo cual incluirá el montaje y cableado completo, de tal manera que en obra solamente sea necesario la instalación de los cuadros y las conexiones de los cables de entrada y salida.

La disposición de los aparatos eléctricos se hará sobre un panel bastidor en aquellos en que no se especifique en las mediciones, éste se fijará sobre el fondo en el interior del cuadro.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas con tapa desmontable desde el interior del cuadro.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las paredes adyacentes de otros elementos una distancia mínima del 30% de la dimensión del aparato en la dirección considerada, esta distancia cumplirá, además, con las recomendaciones de los fabricantes de aparatos, y será adecuado para que el cuadro cumpla las condiciones exigidas por esta especificación.

La temperatura máxima permisible en cualquier punto del cuadro o de sus componentes será de 45ºC. No obstante se adoptarán las medidas necesarias de ventilación o refrigeración que limite la temperatura a los valores especificados por los fabricantes de los citados equipos instalando los equipos especificados en las mediciones.

ACCESIBILIDAD.

Todos los equipos del cuadro deberán ser accesibles para ensayos y mantenimiento desde la parte frontal y/o la parte posterior sin interferir con cualquier equipo adyacente.

Los interruptores automáticos deberán ser accesibles desde el frente del cuadro abriendo la puerta de la celda correspondiente.

Las salidas de todos los cables se harán por la parte inferior del cuadro.

Todos los equipos auxiliares deberán ser montados en posición fácilmente accesible. El ajuste de los relés deberá ser posible sin desconectar la alimentación a otros equipos. Todos los elementos auxiliares se podrán desmontar sin necesidad de quitar tensión a partes que afecten a otros cubículos o celdas. Incluso las bases si se trata de material enchufable.

La disposición de los aparatos eléctricos se hará sobre un panel o bastidor de chapa perforada o ranurada que a su vez se fijará sobre el fondo en el interior del cuadro.

POSIBILIDADES DE AMPLIACIÓN.

Los cuadros podrán ser ampliables por ambos extremos, para tal fin se utilizarán armarios ensamblables. La ampliación podrá hacerse sin modificar la columna adyacente.

INTERCAMBIABILIDAD.

Todos los interruptores automáticos, transformadores, relés, etc. que tengan las mismas características, deberán ser intercambiables entre sí.

TRANSPORTE.

Los cuadros serán montados en fábrica-taller, formando, si por sus dimensiones es posible, un solo conjunto.

Si por limitación de las dimensiones de transporte fuese necesario dividir un cuadro en secciones, el número de éstas será tal que se consiga un montaje mínimo de obra. Todos los elementos para la interconexión de secciones y para su montaje en obra serán suministrados por el fabricante.

Cada sección de cuadro a transportar incluirá sus propios cáncamos de elevación.

RÓTULOS.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente y parte posterior de cada celda, así como en el interruptor correspondiente. Se utilizará el mismo modelo en todos los cuadros eléctricos de la instalación.

Las etiquetas de identificación, serán de ABS laminado del tipo GRAFLUX, de color blanco con las letras de 6 mm de altura grabadas en negro. Su fijación se realizará mediante pegado resistente.

INTERRUPTORES DE BASTIDOR ABIERTO.

Se utilizarán interruptores de bastidor abierto en aquellas posiciones que vengan especificadas en las mediciones, serán de construcción de gran robustez y de fácil montaje. Las

bornas, como todos los órganos auxiliares de señal y protección, serán fácilmente accesibles para proceder a sus conexiones y revisiones. Los apagachispas deberán tener un aislamiento especial, para evitar la propagación del arco entre fases. Los contactos serán de cobre platinado que garanticen un contacto lineal de resistencia, no debiéndose alterar por oxidación o suciedad. Además, cumplirán con las siguientes características:

Performance levels		/E9	/E9	H/E10
Rated uninterrupted current Iu @ 40°C		A] 250	250	2500
		A] 000	000	
		A] 500	500	
Neutral pole current-carrying capacity for 4-pole CBs		%Iu] 00	00	
Rated service voltage Ue		V] 00	00	1000
Rated ultimate short-circuit breaking capacity Icu	80 0V	kA] 0	5	
	90 0V	kA] 0	5	
	1000V [kA]			50
Rated service short-circuit breaking capacity Ics [%Icu]		00	00	100
Rated short-time withstand current Icw	(1s) 800V [kA]	0	5	
	(3s) 800V [kA]	0	5	
	(1s) 900V [kA]	0	5	
	(3s) 900V [kA]	0	5	
	(1s) 1000V [kA]			50
	(3s) 1000V [kA]			50
Rated short-circuit making capacity (peak value) Icm	800V [kA]	05	43	
	900V [kA]	05	43	
	1000V [kA]			105
Utilization category (according to IEC 60947-2)				B

INTERRUPTORES DE CAJA MOLDEADA.

Se utilizarán interruptores de caja moldeada en aquellas posiciones que vengan especificadas en las mediciones, serán de construcción de gran robustez y de fácil montaje. Las bornas, como todos los órganos auxiliares de señal y protección, serán fácilmente accesibles para proceder a sus conexiones y revisiones. Los apagachispas deberán tener un aislamiento especial, para evitar la propagación del arco entre fases. Los contactos serán de cobre platinado que garanticen un contacto lineal de resistencia, no debiéndose alterar por oxidación o suciedad. Además cumplirán con las siguientes características:

rated uninterrupted current (without 4000 mt derating)	80, 100, 125, 160, 200, 250
rated service voltage	800V AC
rated impulse withstand voltage, Uimp	8kV
Distribution System	IT, Tn
rated breaking capacity, Icu	25 kA
rated service breaking capacity, Ics	12 kA
Category of use (IEC 60947-2)	A
Behavior on isolation	yes
reference Standards	GB14048.2/IEC60947.2
Product Certification	IeC - CCC
Trip unit type	Thermomagnetic TmA
Pole	3P/4P
Class of pollution	III
reference altitude	4000 mt
Working Temperature	-25 + 70
electrical life	2000
mechanical life	20000
Electronic operations @ - 40° C	5
Fixed / W	Fixed
Terminals (cables, busbars)	Front, FcCuAl (1x185),FcCu (1x185)

10.5.8 Sistema de monitorización.

El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

– Tensión y corriente CC del generador.

– Estado del Inversor

– Valores instantáneos e históricos de energía generada por la planta fotovoltaica

– Valores instantáneos e históricos de energía total consumida por la instalación

– Valores instantáneos e históricos de energía neta consumida de la red de distribución

– Estado del Inversor

– Radiación solar y temperatura ambiente en la instalación tomada por la estación meteorológica.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario mediante el acceso al servidor web integrado en el sistema de monitorización. Se integrará un acceso directo a dicho sistema de monitorización en los sistemas de control existente en la Comunidad de Regantes, así como los datos de generación y consumo en tiempo real.

La instalación proyectada debe estar considerada como inyección cero, tal y como consta en el RD 244/2019, las instalaciones de autoconsumo sin excedentes independientemente de que se conecten a la red de baja tensión o a la de alta tensión, con generación y regulación en baja

tensión, deberán disponer de un sistema que evite el vertido de energía a la red de distribución que cumpla los requisitos y ensayos del nuevo anexo I de la ITC-BT-40.

10.5.9 Conductores.

La parte de corriente continua comprende la interconexión de los módulos fotovoltaicos y la línea de conexión con los inversores. Los conductores que unen los módulos fotovoltaicos con las cajas de interconexión, protección y comprobación serán de cobre recocido estañado, unipolares, tensión asignada de 1,8/1,8kV, tipo H1Z2Z2-K, aislamiento y cubierta exterior de elastómero reticulado de baja emisión de humos y gases corrosivos, con secciones comprendidas de 4 mm2 a 10 mm2.

El cálculo de la sección de los conductores de corriente continua se realiza teniendo en cuenta que el valor máximo de caída de tensión no superará el 1,5 % de la tensión en el punto de máxima potencia de la agrupación de conductores del string.

A la salida de cada String se colocará una caja de interconexión, protección y comprobación, esta caja será aislante y contendrá en su interior 2 fusibles de 20 A. El objeto principal de esta caja es la realización de mediciones de tensión con la instalación en carga y el seccionamiento y aislamiento de forma segura e independiente para cada serie.

Todas las conexiones eléctricas realizadas en corriente continua, salvo las realizadas en las cajas de interconexión se realizarán con conectores tipo MC4 con las siguientes características:

Clase de protección: 2

Corriente nominal: 22 (2,5 mm2), 30 A (4,6 mm2)

Grado de protección: IP2X, sin acoplamiento, IP67, acoplado

Voltaje de funcionamiento: 1500 V DC

Contacto resistencia: menos de 0,5 mΩ

Rango de temperatura: -40 C ~ +90 C

Clase: UL94-VO o UL94-5VA

Cable conveniente: 2.5mm2, 4mm2, 6mm2

Resistencia del contacto: ≤ 0,2 mΩ

Grado impermeable: IP67

Material de aislamiento: PPO + PA

Material del contacto: cobre plateado

La parte corriente alterna comienza en los bornes de salida de los inversores, los cuales generan corriente eléctrica a una tensión de 800V, la energía generada por éstos se conducirá hasta el Cuadro General de Baja Tensión 800V de la planta fotovoltaica. Los conductores a emplear serán de aluminio, unipolares, con aislamiento de XLPE, tensión asignada 0.6/1kV y secciones comprendidas entre 150 mm2 y 240 mm2, dependiendo de la longitud del tramo, serán tendidos bajo canalización subterránea.

Todos los conductores serán de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, de acuerdo con los estándares establecidos para este tipo de instalaciones, según las normas UNE-HD 603-5X,UNE-EN 60332-1-2, IEC 60332-1-2, UNE-EN 60754-1, IEC 60754-1, UNE-EN 60754-2, IEC 60754-2,UNE-EN 61034, IEC 61034, UNE 21 022, UNE 21 167-1, UNE HD 603-5N, UNE 21123, UNE-HD 603, UNE 21030 y deberán tener clasificación CPR según EN 50575.

El recorrido de los cables se elegirá de manera que las estructuras existentes presten protección física a los cables. En el caso de que haya cables de diferente tensión en el mismo canal, se agruparán por clases de tensión.

Se preverá en los canales espacio suficiente de reserva para la adición de un 50% de cables.

Cuando los cables contengan un conductor de tierra, será continuo desde el punto de alimentación hasta el equipo. Cuando el equipo, cajas de derivación, etc., esté equipado con terminales de tierra, el conductor de tierra se conectará a los mismos. De no estar previsto este terminal, el Contratista tendrá que realizar una conexión adecuada. Los tornillos de sujeción de la tapa no se consideran como adecuados para este fin. Los cables se conectarán a los equipos por medio de accesorios terminales adecuados.

En las acometidas con los cables de baja tensión se realizará una coca, si su diámetro se lo permite. Esta coca se fijará con brida de plástico apta para montaje intemperie.

Cada cable se identificará mediante banda plástico con el número del cable estampado. Estas se pondrán en los cables siempre que éstos entren o salgan de bandejas o escalerillas y en las acometidas a receptores, cuadros eléctricos o a las cajas de derivación cuando éstas existan.

En tendidos largos se preverá que los cables puedan expansionarse sin que les afecte las dilataciones de los soportes del cable producidas por cambios de temperatura.

10.5.9.1 EMPALMES Y TERMINALES DE CABLES.

Como norma general, no se permitirá ningún tipo de empalme en los cables. Todos los empalmes y terminaciones de cables se harán cuidadosamente, siguiendo las instrucciones del fabricante para cada tipo de cable.

Cuando los cables aislados estén dotados de pantallas de cinta metálica la terminación de las mismas se hará de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cable. Estas pantallas se terminarán en forma de "Cono equipotencial" y con la cinta metálica conectada a tierra.

Las terminaciones de cables y conductores en los equipos se harán con terminales de pala en conectores con arandelas planas, arandelas, tuercas y tornillos de material resistente a la corrosión. Estos terminales estarán fabricados a partir de tubo de cobre electrolítico, poseerán además un agujero de inspección para asegurar la correcta introducción del conductor. También estarán estañados para evitar su oxidación. Estos terminales serán válidos para conductores rígidos y flexibles.

Los conductores de hilos múltiples se conectarán por medio de terminales del tipo de anillo o punteras de conexión.

Los terminales se aislarán mediante tubos termorretráctiles de pared gruesa, no admitiéndose las cintas aislantes de PVC convencionales.

10.5.9.2 MATERIALES.

El material conductor para todos los conductores empleados será el cobre o el aluminio y los conductores serán de las características definidas en las mediciones.

El aislamiento estará constituido por una capa de mezcla aislante de etileno-propileno. La máxima temperatura admisible será de 90ºC y la máxima temperatura en cortocircuito será de 250 ºC. A no ser que se especifiquen otros.

La cubierta estará constituida por una capa de poliolefina termoplástica libre de halógenos. No propagador de la llama, no propagador del incendio, libre de halógenos y reducida emisión de humos, cumplirán con las normas UNE 21123-4, UNE-EN 50265-1, UNE-EN 50266-1, UNE-EN 50267-1-2, UNE-EN 50268-1-2. De buena resistencia a la humedad y a la intemperie. A no ser que se especifiquen otros.

10.5.10 Bandejas, canales protectoras y amarres.

Las bandejas y canales protectoras para la protección y distribución del cableado en instalación exterior serán de material aislante y no precisarán puesta a tierra. De materia prima hasta 90ºC o equivalente y color gris claro RAL 7035 y RAL 7038 respectivamente.

Tendrán un buen comportamiento frente a los UV en instalaciones exteriores demostrable con referencias de obras en la zona de, al menos 30 años de antigüedad, adicionalmente dispondrán de certificación UL LISTED s/UL 568 como "suitable for outdoor". Resistencia a la corrosión húmeda y salina según EN 61537 y requerimientos de REBT 2002/ITC-BT-30. Resistencia a la corrosión ISO/TR 10358, DIN 8061. En presencia de dilataciones/contracciones se recomienda emplear perno para fijar las uniones y cubrejuntas para evitar la pérdida de grado IP en las juntas.

Los sistemas de bandejas cumplirán la norma Europea de Bandejas EN 61537:2007 con clasificación acreditada por el fabricante, mediante marcas de calidad emitidas por organismos de certificación internacionalmente acreditados como por ejemplo Marca N de AENOR: Carga admisible: 100% de su capacidad s/ensayo tipo I, para distancias entre apoyos de 1,5 m a 40 ºC y 1 m a 60ºC, rango de temperaturas de servicio de -20 ºC a +60ºC y, tal como indica la norma, ensayo de resistencia al impacto realizado a -20ºC con un valor mínimo de 20J. Para verificar estas características en obra, se exigirá que los perfiles de bandeja incorporen el marcado de estas características sobre la pieza.

Las bridas para el atado de cableados en intemperie en instalaciones fotovoltaicas aislante, libre de halógenos, estabilizada a la intemperie s/EN 62275:2015. Adecuada para uso exterior de acuerdo con ASTM D 6779-07. Conforme a la directiva RoHS II 2011/65/UE. Diseño de cabeza que asegure un buen anclaje y sujeción. Dentado interior que no daña al cableado.

Las bridas se clasificarán según la Norma de producto EN62275: Material: no metálico, Resistente a UV, Resistencia Mecánica: Clasificadas como tipo2, Rango de Tª de aplicación:-40ºC a 105ºC y con resistencia a la tracción en bucle (N) 220N para bridas de ancho 4,8 y de 530N para bridas de ancho 7,6mm. Clasificación según EN 62275.

10.5.11 Especificaciones de la ejecución de la obra

CAMINOS INTERIORES DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Los caminos interiores de la instalación solar fotovoltaica serán de zahorra natural tipo ZN25, de 5 metros de anchura y 0,3 metros de espesor con desbroce y ejecución de caja previa. La caja previa será de una profundad suficiente para eliminar en su totalidad la capa de terreno

vegetal existente en la parcela. Incluso transporte, extendido, compactación y excavación previa. Completamente ejecutado.

APERTURA DE ZANJAS.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se procurará dejar un paso de 50 cm. (cincuenta centímetros) entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial. El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones se realizarán con los útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos de agua, deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar si es preciso, después lo más rápidamente posible, para evitar riesgos de desprendimientos en las paredes de la zanja, aumentando así, las dimensiones de la misma.

CIERRE DE ZANJAS.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 20 cm. de espesor, las cuales se compactarán al 95 % (noventa y cinco por ciento) de próctor modificado con terreno seleccionado procedente de la excavación. Para ello serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

CANALIZACIONES

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión. La separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 25 cm. (veinticinco centímetros). La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda

será como mínimo de 20 cm. (veinte centímetros). La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

El cable en todo su recorrido irá en el interior de tubos de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1,6 veces el diámetro del cable o del haz de cables. Para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de hormigón H-100 de 10 cm. (diez centímetros) de espesor. Se debe evitar la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente, y si es preciso, pozos de escape en relación al perfil altimétrico. En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m (quince o veinte metros) según el tipo de cable y la interdistancia de arquetas, para facilitar su tendido se dejarán catas abiertas de una longitud mínima de 200 cm. (doscientos centímetros) en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería. Una vez tendido el cable estas catas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

ARQUETAS

En las alineaciones, con la interdistancia que se indique en la Memoria y en los planos según el tipo de cable- y siempre en los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 120 cm. (ciento veinte centímetros).

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm. (veinticinco centímetros) por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura. Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

VALLADO PERIMETRAL

Se instalará un vallado perimetral compuesto por tubos galvanizados, colocados cada 3 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-25, de 48 mm de diámetro, 12 mm de espesor y 2,50 m de altura. 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

2,25 m de altura. Se colocarán 4 tirantas de alambre de 16 mm2 con sus tensores y tornillos correspondientes. Se realizarán al menos 2 accesos a la planta fotovoltaica mediante cancelas de 6 m de anchura y 2,25 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.

SISTEMA DE SEGURIDAD

El sistema de seguridad estará basado en un Sistema de Alarmas de Intrusión (SAI) y un Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) con analítica de vídeo. La Comunidad de Regantes tendrá libre acceso a la visualización en tiempo real de las alarmas registradas en el sistema de seguridad instalado, todo ello aun cuando este sistema quede integrado en la Central Receptora de Alarmas (CRA) homologada de la empresa de seguridad privada seleccionada.

OTRAS CONSIDERACIONES

La obra deberá adaptase a las condiciones de cultivo de la zona, no debiendo entorpecer o afectar en modo alguno el buen desarrollo de dichos cultivos, ni el acceso a las parcelas de la maquinaria, personal o vehículos que puedan intervenir en el desarrollo de las labores o la recolección de los citados cultivos.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar afección a los cultivos y/o las instalaciones colindantes a la actuación, por cualquier elemento (barro, polvo en suspensión, etc.) debido al tráfico rodado de camiones, vehículos y maquinaria implicada en la obra; así como sobre los viales de acceso a la parcela donde se ubica la actuación, ya sean estos públicos o privados.

Asimismo, habrán de tenerse en cuenta las prescripciones específicas para esta obra, tales como:

- Cumplimiento de las medidas medioambientales correctoras y preventivas durante la ejecución de las obras.

- Coordinación para la ejecución de las reposiciones de los servicios afectados en su caso (incluyen-do catas y sondeos si fuesen necesarios), accesos o viales, protección de tuberías, cables, cerramientos, vallados, afecciones en general, etc.

- Desvíos, ocupaciones, accesos provisionales, señalización (vertical, horizontal o gálibo) que pudieran afectar al tráfico rodado, incluyendo la identificación previa de los riesgos existentes.

- Adaptabilidad de las obras a la campaña de riego de la Comunidad de Regantes.

- Localización de materiales, clasificación y señalización de los mismos por su naturaleza (peligrosos, contaminantes, defectuosos, inservibles, etc.), incluyendo las medidas preventivas en materia de prevención de riesgos y de seguridad y salud que cada uno de ellos requiera.

- Establecimiento de un punto limpio temporal, durante la ejecución de la obra, hasta la retirada definitiva a vertedero de los materiales que lo requieran.

El coste del cumplimiento de estas prescripciones, así como de todas las medidas necesarias para su implementación eficaz, será por cuenta del Contratista adjudicatario, considerándose que está incluido en el precio del contrato, y no siendo por tanto objeto de abono adicional o independiente. Por lo que los licitadores deben tenerlo en cuenta al efecto de determinar su propuesta económica.

MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

Instalación Fotovoltaica Sector III

ÍNDICE

1 OBJETO Y ANTECEDENTES 103

2 PETICIONARIO-PROMOTOR 104

3 EMPLAZAMIENTO 104

4 REGLAMENTACIÓN 105

5 PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED 105

6 PUESTA EN MARCHA 106

6.1 Procedimiento 107

6.1.1 Conexión 107

6.1.2 Desconexión 107

7 CONTROL DE CALIDAD 108

8 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 110

8.1 Características generales de la planta 110

8.2 Datos de radiación global 111

8.3 Temperatura ambiente máxima y mínima utilizados 112

8.4 Equipos principales 113

8.4.1 Módulos fotovoltaicos 113

8.4.2 Inversores fotovoltaicos 114

8.4.3 Estructura fotovoltaica 116

8.4.4 Piranómetro de radiación 118

8.5 Instalaciones electricas 118

8.5.1 Corriente continua 118

8.5.2 Corriente alterna 800 v 120

8.5.3 Cuadro proteccion 800v 120

8.5.4 Centro de transformación 121

8.5.5 Puesta a tierra 122

8.5.6 SISTEMA ANTI-VERTIDO 124

8.5.7 Monitorización y control 126

8.6 Instalaciones auxiliares 126

8.6.1 Estación meteorológica ... 126
8.6.2 Instalación de seguridad e intrusión ... 126
8.6.3 Medidas de protección contra incendios ... 127
2.1.1 VALLADO ... 128
8.6.4 Obra civil ... 128
9 CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA ... 130
9.1 Potencia de la instalación ... 130
9.2 Radiación y trayectoria solar de la zona ... 132
9.3 Distancia mínima entre filas ... 133
9.4 Producción de energía. Estimación de criterios ... 134
9.5 Dimensionamiento de la potencia del parque fotovoltaico ... 137
9.5.1 Datos de la instalación de bombeo ... 137
9.5.2 Costes de la compra de energía ... 137
9.5.3 Modalidad de riego ... 140
9.5.4 Producción fotovoltaica ... 142
9.5.5 Optimización del dimensionamiento ... 143
9.5.6 Resumen de la optimización ... 152
9.6 Dimensionamiento inversor de red ... 153
9.7 Dimensionamiento de conductores en un sistema fotovoltaico ... 153
9.8 Dimensionamiento de conductores evacuación ... 162
9.9 Dimensionamiento del transformador ... 166
9.10 Cortocircuitos ... 167
9.11 Dimensionado del pozo apagafuegos ... 167
9.12 Conductores de protección ... 168
10 PLIEGO DE CONDICIONES ... 170
10.1 Objeto del pliego ... 170
10.2 Aspectos legales y administrativos ... 170
10.3 Alcance de la obra ... 172
10.4 Documentos que definen la obra ... 172
10.5 Especificaciones que deben satisfacer los materiales y equipos ... 172
10.5.1 Generalidades y definiciones ... 172

10.5.2 Instalación eléctrica línea aérea y/o subterranea. 176

10.5.3 Generadores fotovoltaicos..... 178

10.5.4 Estructura de soporte o seguidor 180

10.5.5 Inversores..... 182

10.5.6 Centro de transformación..... 186

10.5.7 Componentes de los cuadros eléctricos de baja tensión 186

10.5.8 Sistema de monitorización. 190

10.5.9 Conductores. 191

10.5.10 Bandejas, canales protectoras y amarres. 194

10.5.11 Especificaciones de la ejecución de la obra..... 195

1 OBJETO Y ANTECEDENTES

La Comunidad de Regantes de la margen izquierda del Porma pretende el suministro, al menos en parte, basado en energías alternativas, concretamente mediante la energía solar fotovoltaica. Dicha energía se está implantando en algunos regadíos a pequeña escala, siendo su funcionamiento adecuado y permitiendo ahorros energéticos en la práctica del riego.

En los últimos años, las energías renovables han comenzado a integrarse en las explotaciones. Destaca la utilización de fuentes solares respecto al resto de fuentes renovables y el creciente interés por las energías renovables tiene su raíz en la excesiva dependencia de la economía sobre los combustibles fósiles (alto precio, inseguridad en el suministro e inestabilidad geopolítica de gran parte de los países productores) y en el calentamiento terrestre como consecuencia de la emisión de gases de efecto invernadero.

La zona regable de la Comunidad de Regantes de la Margen Izquierda del Porma abarca una superficie de regadío de 20.053 ha perteneciendo en su conjunto a la provincia de León.

La zona regable se abastece del Canal de la MI del río Porma que toma el agua del embalse del Porma, en el azud situado en el río homónimo ubicado a la altura de la localidad de Secos del Porma. Se divide en dos tramos denominados Fase I y Fase II a los que se les asignan los diferentes sectores que forman la comunidad de regantes. Cuenta con una longitud total de 75,72 km. La Fase I cuenta con 36,97 km y la Fase II con 38,75 km. La Fase I abarca desde el azud en el río Porma hasta un segundo azud localizado en el punto de confluencia con el río Esla, a la altura de la localidad de Villomar, punto en el que se cruzan el trazado del canal con el cauce del río.

La zona regable se divide en once sectores de riego que van desde el sector I al sector XI. Se distribuyen de norte a sur a lo largo del trazado del Canal de la Margen Izquierda del río Porma.

En la actualidad, se encuentran modernizados siete sectores de riego, para un total de 11.854 ha, y previsto en este plan los sectores II y III con 4.756 ha. Restarían por modernizar después de esta actuación unas 3.425 ha. La Modernización del Regadío de la Comunidad de Regantes de la Margen Izquierda del Porma (León), sectores II y III, tiene como objetivo principal la reducción del uso de los recursos hídricos regulados. La actuación pretende la modernización de una zona regable de 4.756 ha, para el cambio de riego tradicional por gravedad desde la red de acequias, aun riego moderno mediante tuberías enterradas presurizadas.

La superficie de riego estará subdividida en dos sectores de riego, para una mayor eficiencia energética, diferenciando cada sector por sus características altimétricas. Cada uno de los sectores se abastece del canal del Porma, derivando a sendas balsas de regulación y estaciones de bombeo.

Las estaciones de bombeo serán alimentadas en parte por energía proveniente de la red eléctrica, y otro porcentaje será abastecido por la construcción de un parque fotovoltaico.

El objeto del presente anejo es el diseño, descripción y valoración de las obras a ejecutar. Así mismo ha de servir como documento que permita la ejecución de las obras y la obtención de permisos, concesiones y trámites administrativos necesarios para su puesta en servicio.

Este anejo contempla la realización de una instalación fotovoltaica en la estación de bombeo del Sector III del margen izquierdo del Porma, de 1.335,36 kWp.

2 PETICIONARIO-PROMOTOR

Se redacta el presente proyecto a petición de la Comunidad De Regantes De La Margen Izquierda Del Porma, promotor de las instalaciones descritas en el presente documento.

El promotor es:

Nombre: COMUNIDAD DE REGANTES DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL PORMA.

C.I.F.: G24066250.

Dirección: C/ La Adobera, 8 Cabreros del Rio. 24224, León.

3 EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de la instalación proyectada será el descrito a continuación:

Sector III (Malillos de los Oteros)

Referencia catastral: 24060A209001180000DZ

Localización: Polígono 209 Parcela 118

ONTANA. CORBILLOS DE LOS OTEROS (LEÓN)

Coordenadas

GGMMSS 42º 25' 59.7" N, 05º 26' 23.6" O

UTM 30 T 299305 4700765

4 REGLAMENTACIÓN

Las instalaciones documentadas en el presente proyecto, están afectadas y por tanto, cumplirán con la legislación vigente siguiente:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Decreto 842/2002 de 2 de agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y autorización de instalaciones de energía eléctrica (RD. 1955/2000, de 1 de diciembre).
- Real decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y Reglamentos que la desarrollan.
- Normas CEI (Comisión Electrotécnica internacional)
- Criterios generales para la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión (Norma UNE 157701).
- Normas particulares de los diferentes estamentos de Industria que sean de obligado cumplimiento.

5 PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED

Para satisfacer las necesidades de la instalación se ha proyectado la instalación de un total de 2.496 módulos fotovoltaicos con una potencia pico de 535W, obteniendo una potencia pico total de 1.335,36 kWp.

Puesto que la instalación objeto de proyecto es una instalación fotovoltaica de autoconsumo, se ha proyectado la instalación de 8 inversores de red con una potencia de 175kW. En base a esta configuración de módulos e inversores, se ha diseñado una configuración de seguidores solares con dos mesas de una fila de 26 paneles con disposición vertical.

La tensión de funcionamiento en baja tensión de la estación de bombeo es de 690V, ésta no es una tensión de salida estándar en los inversores de red, por tanto, la instalación deberá contar con un transformador para adaptar la tensión de generación a la de utilización con una potencia no inferior a 1600kVA.

Ya que la instalación de este transformador es indispensable se ha proyectado el montaje de inversores de red con una tensión de salida de 800V, este tipo de inversores permite incrementar la distancia existente entre el inversor y la estación de bombeo en decremento de las distancias existentes entre módulo fotovoltaico e inversor, obteniendo menores perdidas por caída de tensión en la parte de corriente continua.

El punto de evacuación de la planta fotovoltaica será el Cuadro General de Baja Tensión de 690V de la estación de bombeo, situado en el edificio prefabricado junto al transformador general de la instalación 45kV/069kV.

La instalación proyectada debe estar considerada como inyección cero, lo cual implica que no puede generar más energía que la demandada por la propia instalación, para ello se ha proyectado un sistema encargado de leer el consumo total de la instalación y gestionar la generación de cada inversor con objeto de evitar la inyección de energía a la red de distribución. En este tipo de instalaciones una parte muy importante de la energía consumida cuando la instalación está fuera de campaña de riego es la energía demandada por las pérdidas internas en los transformadores de potencia, con objeto de minimizar este consumo es muy importante la elección del punto donde se obtenga la lectura del consumo de la instalación, por esta razón se ha proyectado la lectura del consumo en la parde de alta tensión del centro de transformación 45kV/0.69kV.

6 PUESTA EN MARCHA

La planta contará con protecciones en diferentes niveles y grados de apertura tanto en la parte de continua como en alterna. Para poder realizar maniobras se debe conocer bien el esquema general de planta y los equipos de protección y maniobra de los que se dispone.

En la parte de continua encontramos primero las cajas tipo SCB (String Control Box), cuadros que agrupan los strings del generador fotovoltaico, en la cual tenemos fusibles para las entradas de cada una de las series y un interruptor seccionador general a la salida de esta. En este caso en particular, puesto que el inversor proyectado tiene un alto número de entradas MPPT, estas cajas SCB solamente contendrán los fusibles correspondientes a una sola string. Los fusibles no se pueden manipular en carga, por ello se debe proceder primero a la parada del inversor correspondiente.

Desde estas cajas accedemos a los inversores, los cuales a la entrada tienen tres seccionadores de corriente continua, el cual no se puede manipular en carga, por tanto, se deberá asegurar que el inversor esta parado mediante la aplicación móvil correspondiente.

Desde cada inversor vamos al cuadro general de 800V de alterna, el cual agrupa el total de inversores. Este cuadro contiene una protección magnetotérmica y diferencial para cada inversor, aunque esta aparamenta tiene capacidad de corte en carga, se aconseja primeramente parar el inversor mediante la aplicación móvil correspondiente.

6.1 Procedimiento

6.1.1 Conexión

1.- Si es la primera vez que se conecta o se trata del cambio de un inversor nuevo, se debe realizar primero la maniobra de configuración de inversor.

2.- Una vez configurados los inversores, abrimos todos los cuadros SCB interruptores y fusibles. dejando las series aisladas e individuales.

3.- Comprobar y abrir los interruptores del Cuadro General FV 800V.

4.- Comprobar que se han realizado todas las pruebas en vacío de todos los cables, timbrado, continuidad, megado, etc.… y que están correctas.

5.- Cerrar protecciones de la línea de MT. (Solo en caso de tener que energizar la parte de MT)

6.- Medir y observar la tensión de salida (secundario parte de alta tensión) del transformador. Debe ser 690 v o similar. (Solo en caso de tener que energizar la parte de MT)

7.- Cerrar interruptor general del Cuadro General 690V. (Solo en caso de tener que energizar la parte de MT)

8.- Cerrar interruptor de la instalación FV existente en el Cuadro General 690V.

9.- Comprobar presencia de tensión el cuadro general FV 800V.

10.- Cerrar el interruptor general del cuadro FV 800V.

11.- Ir cerrando los interruptores de cada inversor.

Inicio parte de continua. Se realiza inversor por inversor, nunca todos a la vez.

12.- Revisar tensiones series en caja SCB. (caja 1)

13.- Cerrar fusibles de series. (Caja 1)

14.- Cerrar Interruptor DC correspondiente del inversor. (Inversor 1)

15.- En el menú de inversor poner en ON. (Inversor 1). (Se continúa desde el punto 8 pero con el número 2 y así progresivamente.)

6.1.2 Desconexión

Comenzar con la maniobra de la parte de continua. Se realiza inversor a Inversor.

1.- Poner en OFF el inversor en el Menú. (Inversor 1).

2.- Abrir el interruptor DC del Inversor. (Inversor 1).

3.- Abrir fusibles series SCB. (Caja 1). Regresar a realizar desde el punto 1 al inversor siguiente y así progresivamente hasta abrir todos.

5.- Comprobar ausencia de corriente a la salida de los inversores. Abrir interruptor correspondiente del cuadro general FV 800V. En caso de sólo necesitar trabajar en un inversor. Abrir solo los fusibles de ese inversor. ATENCIÓN: el cuadro seguirá teniendo tensión de los otros inversores.

6.- Para apertura general, comprobar la correcta realización de todos los pasos anteriores para cada inversor. Apertura del interruptor general FV del general del Cuadro General 800V.

7.- Apertura del interruptor FV 690V del general del Cuadro General 690V.

ATENCIÓN: el cuadro seguirá teniendo tensión y carga debido al resto de instalación de 690V (Estación de Bombeo).

7.- Apertura protecciones de MT. Sólo en caso de necesitar desenergizar la línea de MT.

IMPORTANTE:

La compañía eléctrica puede llegar a abrir directamente la línea de MT desde el seccionador de corte en carga. Toda la planta se para automáticamente. Al recuperarse y/o cerrar de nuevo el seccionador de corte en carga, la planta arranca automáticamente, una vez hecha la sincronización de los inversores con los parámetros de red.

En caso de alargarse la parada de la línea de MT o tener que revisar la planta tras una parada de la línea general de MT, se tratará la planta con el procedimiento de Desconexión y para su puesta en marcha de nuevo, el procedimiento de Conexión.

7 CONTROL DE CALIDAD

Conforme al artículo 2 de Decreto 83/1991, de 22 de abril, de la Consejería de Fomento sobre Control de Calidad en la construcción (BOCYL nº79 de 26/04/1991), todos los proyectos de obras deben incluir un programa de control de calidad valorado que especifique las mínimas actuaciones de control necesarias para conseguir el nivel de calidad previsto. Este punto se redacta con el fin de especificar y valorar las mínimas actuaciones de control de calidad que se llevarán a cabo, durante la ejecución de las obras para garantizar que se cumplen todos los requisitos de calidad en base a la normativa vigente y la experiencia de la buena práctica constructiva.

La responsabilidad del control de calidad de la obra recae sobre el contratista y debe incluir el control de los materiales, control de calidad de equipos en taller y fábrica, control de ejecución en obra y pruebas de funcionamiento de las instalaciones; siempre que el presupuesto del plan de

control de calidad es inferior al 1% del P.E.M. de la obra es obligación del contratista su realización dentro del presupuesto de la obra (Cláusula 38, Decreto 3854/1970).

DESCRIPCION	NORMA	Nº	LOTE	UD.	MEDICIÓN	Nº ENSAYOS	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO: ESTRUCTURA METALICA								
Comprobación en taller del galvanizado: preparación de superficie (granallado y limpieza), espesor del galvanizado	UNE-EN 1461	1	2	Tm.	41,00	**41**	25,00 €	1025,00 €
CAPÍTULO: INSTALACIONES PLANTA FOTOVOLTAICA								
Verificación del Funcionamiento de la instalación y del cumplimiento del RAT. Debe ser realizado por una empresa especializada o laboratorio acreditado según UNE-EN-ISO/IEC 17025	UNE-20460, UNE EN61215-2:2016	1	1	UD	1,00	**1**	1.000,00 €	1.000,00 €
Ensayo de potencia máxima MQT 02		1	500	UD	1.872,00	**5**	900,00 €	4.500,00 €
Inspección inicial y durante ejecución		1	1	UD	1,00	1	2.000,00 €	2.000,00 €
Prueba final de funcionamiento de la instalación		1	1	ud	1,00			
CAPÍTULO: INSTALACIONES DE INTERCONEXION CON LA RED								
Verificación del Funcionamiento de la instalación y del cumplimiento del RAT. Debe ser realizado por una empresa especializada o laboratorio acreditado según UNE-EN-ISO/IEC 17025	RD 214/2019	1	1	UD	1,00	**1**	3.000,00 €	3.000,00 €
Inspección inicial y durante ejecución		1	1	UD	1,00			
Prueba final de funcionamiento de la instalación		1	1	ud	1,00			
						IMPORTE TOTAL. IVA NO INCLUIDO		**11.525,00 €**

8 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

8.1 Características generales de la planta

La instalación fotovoltaica proyectada inyectará la energía generada en la estación de bombeo a la tensión de 690V.

Se ha diseñado una instalación fotovoltaica con seguidor, es decir los paneles fotovoltaicos estarán montados sobre una estructura móvil con la orientación determinada, sin embargo, la inclinación será variable en función de la radiación solar.

Para satisfacer las necesidades de la instalación se ha proyectado la instalación de un total de 2.496 módulos fotovoltaicos con una potencia pico de 535W, obteniendo una potencia pico total de 1.335,36 kWp con una superficie ocupada total aproximada de 2,7 hectáreas.

Puesto que la instalación objeto de proyecto es una instalación fotovoltaica de autoconsumo, se ha proyectado la instalación de 8 inversores de red con una potencia de 175kW. En base a esta configuración de módulos e inversores, se ha diseñado una configuración de seguidores solares con dos mesas de una fila de 26 paneles con disposición vertical.

Como ya se ha comentado, la tensión de funcionamiento de la estación de bombeo es de 690V, ésta no es una tensión de salida estándar en los inversores de red, por tanto, la instalación deberá contar con un transformador para adaptar la tensión de generación a la de utilización con una potencia no inferior a 1600kVA.

Ya que la instalación de este transformador es indispensable se ha proyectado el montaje de inversores de red con una tensión de salida de 800V, este tipo de inversores permite incrementar la distancia existente entre el inversor y la estación de bombeo en decremento de las distancias existentes entre módulo fotovoltaico e inversor, obteniendo menores perdidas por caída de tensión en la parte de corriente continua.

El punto de evacuación de la planta fotovoltaica será el Cuadro General de Baja Tensión de 690V de la estación de bombeo.

La instalación proyectada debe estar considerada como inyección cero, lo cual implica que no puede generar más energía que la demandada por la propia instalación, para ello se ha proyectado un sistema encargado de leer el consumo total de la instalación y gestionar la generación de cada inversor con objeto de evitar la inyección de energía a la red de distribución. En este tipo de instalaciones una parte muy importante de la energía consumida cuando la

instalación está fuera de campaña de riego, es la energía demandada por las pérdidas internas en los transformadores de potencia, con objeto de minimizar este consumo es muy importante la elección del punto donde se obtenga la lectura del consumo de la instalación, por esta razón se ha proyectado la lectura del consumo en la parte de alta tensión del centro de transformación, instalando transformadores de medida con tres secundarios para cablear el equipo de inyección 0.

8.2 Datos de radiación global

El principio de diseño normalmente utilizado para una instalación fotovoltaica es maximizar la recolección de la radiación solar disponible, de tal forma que la curva de producción horaria sea lo más plana posible. Atendiendo a este criterio y después de hacer diversas iteraciones con strings de paneles a distintas orientaciones e inclinaciones y teniendo en cuenta que la instalación tiene su principal demanda de energía entre los meses de abril y septiembre, se llega a la conclusión de que la mejor la opción más ventajosa es una instalación solar móvil con una inclinación variable y un azimut de 0º respecto al sur.

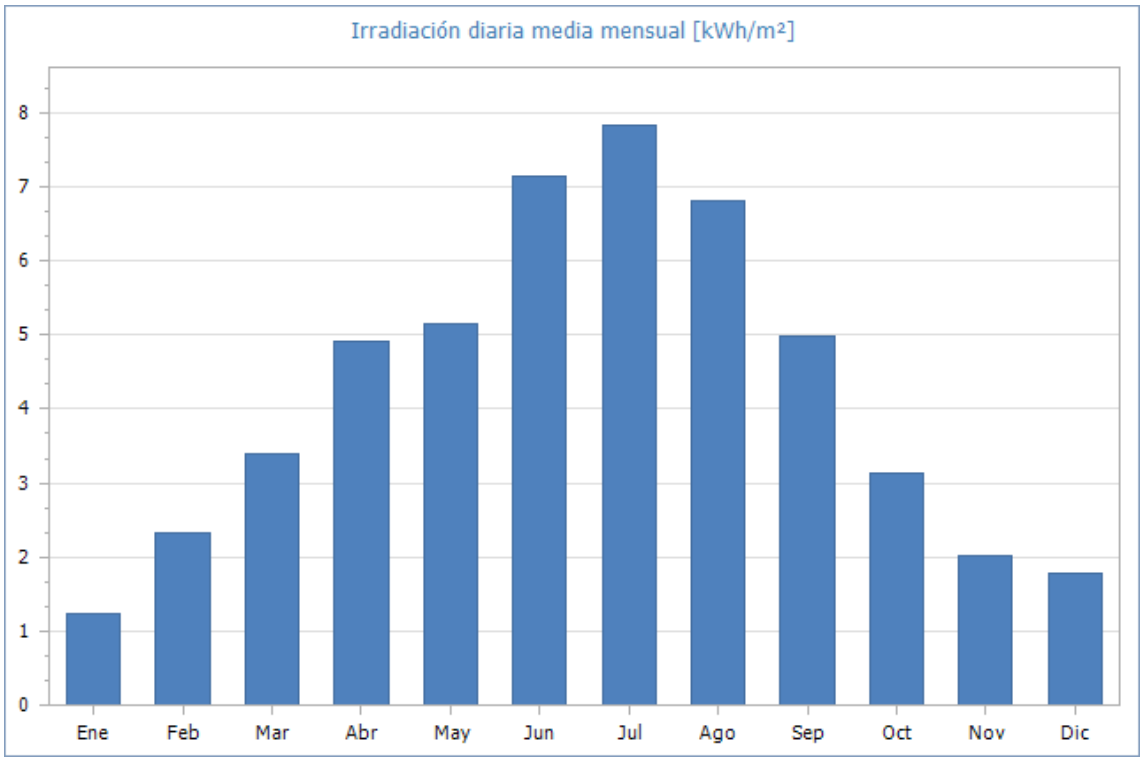
Con esta configuración y considerando la ubicación donde se va a instalar el Instalación, Malillos de los Oteros, latitud 42°.4331 N, longitud 5°.4397 W y altitud 792 m sobre el nivel del mar, se verifica la disponibilidad de energía solar utilizando los datos "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)" sobre los valores promedios mensuales diarios de radiación solar en un plano horizontal.

Promedio de irradiación solar diaria por mes en el plano horizontal [kWh/m²]

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.23	2.33	3.40	4.90	5.15	7.15	7.83	6.81	4.99	3.14	2.01	1.77

Fuente de datos: Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)

Irradiación anual media mensual sobre el plano horizontal [kWh/m²]



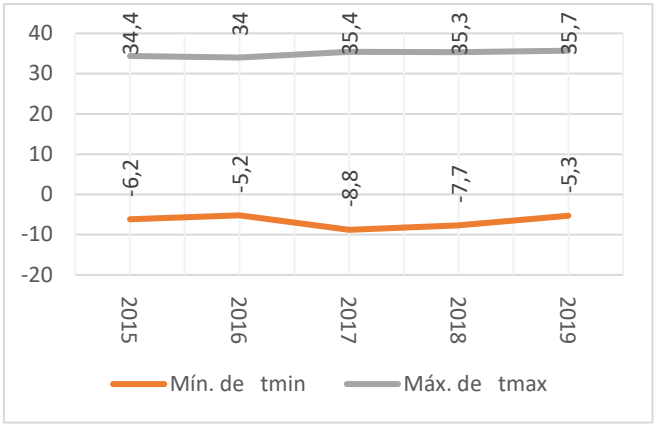
Fuente datos: Photovoltaic Geographical Information

Por lo tanto, los valores de la radiación solar anual en el plano horizontal son 1 545.55 kWh/m².

Los efectos del sombreado debido a elementos naturales (montañas, árboles) o artificiales (edificios), determinan la reducción de las ganancias solares y el tiempo de retorno correspondiente. El coeficiente de sombreado, función de la morfología del sitio, es 1.00.

8.3 Temperatura ambiente máxima y mínima utilizados

Las temperaturas mínimas y máximas utilizadas en la verificación del proyecto han sido -10ºC y 70ºC, como puede observarse estos valores están por encima de los valores máximos y mínimos registrados por la Agencia estatal de meteorología registrados en los últimos años.



Fuente datos: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

8.4 Equipos principales

8.4.1 Módulos fotovoltaicos

La planta se compone de 1.872 módulos fotovoltaicos del modelo LR5-72 HPH de 535 Wp, de LongiSolar o similar, con las principales características en condiciones STC: AM1.5 1000W/m2 a 25ºC, descritas a continuación:

- Potencia nominal: 535W
- Tensión de salida: 1500 V (IEC)
- Rango de temperatura: -40ºC ~ +85ºC
- Tensión en el punto Pmáx-VMPP: 41,5 V
- Corriente en el punto Pmáx-IMPP: 12,90 A
- Tensión en circuito abierto-VOC: 49,35 V
- Corriente de cortocircuito-ISC: 13,78 A
- Peso: 27,2 kg
- Dimensiones: 2.256 x 1.133 x 35 mm
- Tipo de células: Monocristalinas
- Número de células: 144 (6x24)
- Eficiencia: 21,5%
- Tipo: Half-Cut

8.4.2 Inversores fotovoltaicos

La planta se compone de 6 inversores trifásicos de 175kW a 40 ºC, tipo SUN2000-185KTL-H1 de Huawei o similar, a continuación, se detallan sus principales características:

ENTRADA Vcc

- Voltaje de entrada máx: 1.500V
- Corriente máx por MPPT: 26A
- Corriente de cortocircuito máx por MPPT: 40ª
- Voltaje de entrada inicial: 550V
- Rango de voltaje de operación de MPPT: 500-1.500V
- Voltaje nominal de entrada: 1.080V
- Número de entradas: 18
- Número de MPPT: 9

SALIDA Vac

- Potencia nominal activa: 175.000W @40°C, 168.000 W @45°C, 160.000 W @50°C
- Potencia máx activa (cos□=1): 185.000 W
- Voltaje nominal de salida: 800V, 3W+PE
- Frecuencia nominal de red de AC: 50Hz / 60 Hz
- Corriente de salida nominal: 126,3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
- Máx. corriente de salida 134.9 A
- Rango de factor de potencia ajustable: 0.8 LG ... 0.8 LD
- Máx. distorsión armónica total: ＜3%

EFICIENCIA

- Eficiencia máxima 99.03%
- Eficiencia europea 98.69%

PROTECCIONES

- Dispositivo de desconexión del lado de entrada
- Protección anti-isla
- Protección contra sobrecorriente de AC
- Protección contra polaridad inversa de DC
- Monitoreo de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos
- Protección contra sobrecorriente de DC Tipo II
- Protección contra sobrecorriente de AC Tipo II
- Detección de resistencia de aislamiento DC
- Unidad de Monitoreo de la Corriente Residual

CARACTERISTICAS GENERALES

- Dimensiones (L x A x F): 1.035 x 700 x 365 mm
- Peso (con soporte de montaje): 84 kg
- Temperatura de operación: -25°C ~ 60°C
- Método de enfriamiento: Refrigeración inteligente con aire
- Máx. altitud de operación: 4,000 m
- Humedad relativa: 0 ~ 100%
- Conector de DC: Staubli MC4 EVO2
- Conector de AC: Terminal de PG resistente al agua + Conector OT/DT
- Grado de protección IP66
- Topología: Sin transformador

8.4.3 Estructura fotovoltaica

El seguidor solar es el encargado de sustentar los módulos y orientarlos a la posición de máxima radiación.

El tipo de seguidor que se empleará será de un eje, en orientación Norte-Sur, fijado al suelo mediante hincas, con dos tipos de perfiles distintos con un tratamiento superficial galvanizado en caliente, 8 perfiles tipo IPE 120,4 a un lado y 4 al otro, con un perfil central HE-A 140. Sobre cada uno de los perfiles IPE 120 se monta una corona de giro y sobre el perfil HE-A 140 se monta el conjunto motor-reductor. A ambos lados del reductor sale un perfil de sección cuadrada, con un tratamiento superficial galvanizado en caliente, uniendo todas las coronas, permitiendo transmitir el giro a todo el conjunto. Sobre este perfil se monta la subestructura, de aluminio, sobre la que irán fijados los paneles, empleando para este cometido tornillería de acero inoxidable.

Los perfiles hincados al terreno dispondrán de una longitud total de 3 m, hincando 2 m en el terreno, de acuerdo con el resultado del informe pull-out test elaborado a tal efecto.

Las características del seguidor son:

DATOS BÁSICOS	
Tipo de Seguimiento	1-eje
Superficie modular hasta	128 m2
Max. superficie modular (Ancho x alto)	2 x 11,57 m x 3,4 m
72-Cel. Módulo estándar (máx.)	64
Certificaciones	CE, UL, CSA
ESTRUCTURA	
Materiales	Acero galvanizado en caliente, aluminio, sintéticos
Galvanización	EN ISO 1461 o comparable
Tipo de enlace	Conexión atornillada, sin soldadura en el sitio
Certificado de estática	Si
MOTOR	
Principio	Accionamiento rotativo sin mantenimiento
Ángulo Este-Oeste (con nieve)	+50°/ -70°
Ángulo Este-Oeste (sin nieve)	max. ±55° (Variabilidad ajustable)
Velocidad de giro	18°/min.
Nivel de sonido (sin carga)	50 dB(A)

Índice de protección	IP 55
ELECTRÓNICA & CONTROL	
Tensión de funcionamiento	100 – 240 V AC / 50 – 60 Hz
Corriente de entrada nominal	0,78 A
Control	Tecnología - MLD
Índice de protección	IP 65
CONSUMO DE ENERGÍA (APROX.)	
Modo de control	1 W
Con actuador de funcionamiento	50 W – 336 W
POTENCIA DE SALIDA	
Tensión de salida	24 V DC
Corriente de salida (máx.)	3,1 A en 25 min / 5 A en 10 min / 14 A en 100 ms
CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	
Instalación sobre el nivel del mar	max. 2000 m
Temperatura ambiente permitida	-20°C – +50°C
Rango de humedad	5% – 95%
Velocidad de viento permitida	110 km/h
CONDICIONES DEL TERRENO	
Max. inclinación del suelo E – W	10°
Max. inclinación del suelo N - S	10°
TOLERANCIA DE HINCADO DE LOS PILARES	
Precisión de hincado con los ejes	Máx. +/- 20 mm
Ángulo de giro del eje	Máx. +/- 5°
Precisión de hincado en altura	Máx. +/- 10 m

Cada seguidor viene equipado con un sistema de control de inclinación por seguimiento activo con optimización de irradiancia, tipo MLD, al estar evaluando de forma constante la irradiación permite asegurar que los paneles estarán orientados hacia el punto de máxima radiación. Otra ventaja también es que, al no depender de un control central para la orientación, en caso de que falle el sensor sólo se "pierde" el funcionamiento de un seguidor, siguiendo funcionando los otros de forma autónoma.

Se ha previsto la instalación de un total de 48 seguidores, en cada seguidor se montarán 52 módulos solares, dichos módulos se conectan en serie en grupos de 26, formando cada grupo una serie, constituyendo un total de 96 series o strings.

Cada seguidor incorpora un armario con la electrónica de control, que gestiona por una parte la radiación solar que capta el sensor y por otra, basándose en esta radiación, da las órdenes al motor-reductor. Con objeto de proteger la instalación, en caso de fuerte viento, y que no se produzcan daños a la estructura, se montará un anemómetro que irá cableado a un armario de control y desde este armario de control se llevará una señal mediante un cable de tipo RZ1-K 0,6/1 kV 2x2x0,5 mm2 a los armarios de control de todos los seguidores, para que llegado el caso actúen en consecuencia.

Para el gobierno de forma manual del conjunto de todos los seguidores, para hacer tareas de mantenimiento, limpieza, etc…, se incorporará otro armario de control equipado con un joystik y cableado mediante la misma manguera descrita en el apartado anterior a todos los armarios de control de los seguidores.

8.4.4 Piranómetro de radiación

Con objeto de conocer la radiación existente y ver el rendimiento del parque solar se ha previsto la instalación de un piranómetro en instalación fija sobre uno de los seguidores. Este equipo será de clase B, según IEC 61724-1:2017, incorporando resistencia anticondensación. Dispondrá de comunicación en Modbus RTU, aportando los valores de radiación y temperatura. Al proporcionar este dato por bus, permite reducir el cableado.

8.5 Instalaciones electricas

La instalación se compone de dos partes bien diferenciadas desde el punto de vista eléctrico. Una de ellas es la parte correspondiente a corriente continua en baja tensión, que contemplará la conexión entre módulos e inversores. Y otra parte a la correspondiente a la corriente alterna, incluyendo a los inversores, los centros de transformación que se encuentran en la misma ubicación y la conexión del punto de evacuación.

8.5.1 Corriente continua

La parte de corriente continua comprende la interconexión de los módulos fotovoltaicos y la línea de conexión con los inversores. Los conductores que unen los módulos fotovoltaicos con las cajas de interconexión, protección y comprobación serán de cobre recocido estañado, unipolares, tensión asignada de 1,8/1,8kV, tipo H1Z2Z2-K, aislamiento y cubierta exterior de elastómero reticulado de baja emisión de humos y gases corrosivos, con secciones comprendidas de 4 mm2 a 10 mm2.

El cálculo de la sección de los conductores de corriente continua se realiza teniendo en cuenta que el valor máximo de caída de tensión no superará el 1,5 % de la tensión en el punto de máxima potencia de la agrupación de conductores del string.

A la salida de cada String se colocará una caja de interconexión, protección y comprobación, esta caja será aislante y contendrá en su interior 2 fusibles de 20 A. El objeto principal de esta caja es la realización de mediciones de tensión con la instalación en carga y el seccionamiento y aislamiento de forma segura e independiente para cada serie.

Todas las conexiones eléctricas realizadas en corriente continua, salvo las realizadas en las cajas de interconexión se realizarán con conectores tipo MC4 con las siguientes características:

- Clase de protección: 2
- Corriente nominal: 22 (2,5 mm2), 30 A (4,6 mm2)
- Grado de protección: IP2X, sin acoplamiento, IP67, acoplado
- Voltaje de funcionamiento: 1500 V DC
- Contacto resistencia: menos de 0,5 mΩ
- Rango de temperatura: -40 C ~ +90 C
- Clase: UL94-VO o UL94-5VA
- Cable conveniente: 2.5mm2, 4mm2, 6mm2
- Resistencia del contacto: ≤ 0,2 mΩ
- Grado impermeable: IP67
- Material de aislamiento: PPO + PA
- Material del contacto: cobre plateado

8.5.2 Corriente alterna 800 v

La parte corriente alterna comienza en los bornes de salida de los inversores, los cuales generan corriente eléctrica a una tensión de 800V, la energía generada por éstos se conducirá hasta el Cuadro General de Baja Tensión 800V de la planta fotovoltaica por canalización subterránea mediante tubo corrugado de 160mm de diámetro según lo expuesto en el documento PLANOS. Los conductores a emplear serán de aluminio, unipolares, con aislamiento de XLPE, tensión asignada 0.6/1kV y secciones comprendidas entre 150 mm2 y 240 mm2, dependiendo de la longitud del tramo, serán tendidos bajo canalización subterránea.

8.5.3 Cuadro proteccion 800v

En el edificio prefabricado se ubicará este armario, de chapa de acero, de dimensiones 2000x2600x700 (AltoxAnchoxProfundo). Este armario recoge las líneas de fuerza que vienen desde los inversores, poniendolos en paralelo. Según queda definido en el esquema unifilar adjunto en el documento PLANOS en el CGBT 800V se instalará una protección tripolar magnetotérmica y diferencial independiente para cada inversor con las siguientes características técnicas:

- Tensión asignada de empleo, Ue 1150 V AC
- Tension asignada soportada a impulso, Uimp 8kV
- Corriente nominal (In): 160 A
- Poder asignado de corte último en cortocircuito, Icu 20 kA a 1000 V.
- Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito, Ics 12 kA a 1000 V.
- Terminal de conexión posterior.
- Bobina de disparo 230Vac.

El cuadro tendrá un interruptor general con las siguientes características:

- Voltaje de aislamiento nominal (U i):CA 1000 V
- Corriente nominal (I n):1600 A
- Capacidad nominal de corte de cortocircuito de servicio (I cs): (800 V CA) 50 kA
- Corriente nominal soportada de corta duración (I cw): durante 1 s 50 kA
- Terminal de conexión posterior

- Bobina de disparo 230Vac.
- Con mando motor a 230 V.
- Contactos de señalización de estado.
- Con cerradura de enclavamiento tipo Ronis en posición abierto.

La interconexión entre el CGBT 800V y el transformador se realizará mediante cinco cables unipolares de cobre de 240 mm2 de sección.

En este cuadro también se instalarán todas las protecciones de los servicios auxiliares de la instalación fotovoltaica según lo indicado en el esquema unifilar adjunto en el documento PLANOS. Ya que todos los servicios auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación fotovoltaica deben ser alimentados a una tensión nominal de 230V, por lo tanto y con objeto de realizar una instalación totalmente independiente de la propia estación de bombeo, se ha proyectado la instalación de un transformador monofásico de 800V a 230V, desde el cual se alimentará el alumbrado auxiliar y los sistemas de control y seguridad proyectados para el correcto funcionamiento de la planta fotovoltaica.

8.5.4 Centro de transformación

Puesto que el punto de evacuación de la planta fotovoltaica es a 690V se debe bajar la tensión de generación de los inversores, para ello se utilizará un transformador en baño de aceite de 1600kVA con las siguientes características:

- Potencia 1600 kVA.
- Tensión primaria 690 V.
- Tensión secundaria 800 V.
- Frecuencia 50 Hz.
- Grupo de conexión Dyn11
- Llenado integral.

Este transformador será fabricado según la norma UNE-EN60076. La protección interna de dicho transformador se realizará mediante la instalación de un relé tipo DGTP2 el cual proporciona el control de la temperatura interna del equipo, la detección de gases internos en el equipo y la generación interna de una sobrepresión. El neutro del transformador será conectado a tierra en el lado de 800V, se instalará un transformador diferencial con objeto de detectar el paso de corriente por la puesta a tierra. Todas estas protecciones del transformador deberán ordenar la

apertura de los correspondientes interruptores automáticos tanto en el lado de 690 V como en el de 800V dejando, en caso de avería, el transformador aislado de ambas instalaciones.

Se ha proyectado un sistema de enclavamiento mecánico que impide el acceso a la zona del transformador mientras no estén abiertos y bloqueados tanto el interruptor de corte en carga aguas arriba transformador (lado de 690V) como el interruptor general aguas abajo del transformador (lado 800V). Este sistema estará compuesto por unas llaves enclavadas en la aparamenta de baja tensión, las cuales solamente podrán ser liberadas cuando el equipo en cuestión esté abierto, bloqueando al mismo tiempo el cierre. La puerta de acceso a la zona del transformador estará por tanto dotada de dos cerraduras, de tal forma que para poder abrir la puerta se deben poseer las dos llaves previamente liberadas tanto el interruptor de corte en carga aguas arriba del transformador como el interruptor general aguas abajo del transformador.

El cálculo de la sección de los conductores se realizará teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de tensión no sea superior a un 1.5 % de la tensión de línea del sistema trifásico en su totalidad y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento.

8.5.5 Puesta a tierra

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

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

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

• El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo

en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

• Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

• La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

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

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

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

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

El electrodo de puesta a tierra se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior a 20 Ω.

Se establecerá una red de tierras en la instalación, compuesta por una pica de Cu de 2 m de longitud y Ø 18 mm en cada inversor, unidas todas ellas equipotencialmente con conductor de cobre desnudo de 50 mm2 de sección, directamente enterrado y unido mediante soldaduras aluminotérmicas, también se ha considerado la unión de esta red de tierras a todas las partes metálicas de la estructura que sirve de sujeción a los paneles fotovoltaicos.

En el Centro de transformación se establecerá una red de tierras perimetral compuesta por picas de Cu de 2 m de longitud y Ø 18 mm, unidas equipotencialmente con conductor de cobre desnudo de 50 mm2 de sección enterrado y unido mediante soldaduras aluminotérmicas, todas las partes metálicas del edificio prefabricado, así como las envolventes de cuadros eléctricos y del transformador serán conectadas a esta red de tierras, también se ha previsto la unión

equipotencial entre la red de tierras del centro de transformación y la de la planta fotovoltaica mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm2 de sección enterrado.

8.5.6 SISTEMA ANTI-VERTIDO

Como ya se ha definido la instalación proyectada debe estar considerada como inyección cero, tal y como consta en el RD 244/2019, las instalaciones de autoconsumo sin excedentes independientemente de que se conecten a la red de baja tensión o a la de alta tensión, con generación y regulación en baja tensión, deberán disponer de un sistema que evite el vertido de energía a la red de distribución que cumpla los requisitos y ensayos del nuevo anexo I de la ITC-BT-40.

Para el caso particular del Sector II se debe tener en cuenta que la instalación consume energía a tensión nominal de 690V y a 400-230V debido a esto y a que una parte muy importante de la energía consumida cuando la instalación está con un porcentaje de uso muy bajo, es la energía demandada por las pérdidas internas en los transformadores de potencia, es muy importante la elección del punto donde se obtenga la lectura del consumo de la instalación, por esta razón se ha proyectado la lectura del consumo en el punto de suministro a 45kV en el centro de transformación. Instalando para ello equipos de medida con triple secundario en el caso de intensidad y de tensión; uno de ellos será utilizado para la medida de la compañía suministradora, otro para las protecciones de la instalación existente y el tercer secundario para la gestión y control del parque fotovoltaico.

Es muy importante definir que la potencia medida debe ser calculada como la suma de la clase de exactitud del equipo de medida de potencia y la clase de los transformadores o sondas de medida de corriente, lo que nos define las bandas de seguridad utilizadas en cada tipo de redes. Recordemos que es prioritario que el fin del sistema antivertido es que cualquier valor de lectura de la potencia en el punto de conexión a red debe mantenerse con saldo consumidor, y si no se cumple deberá de ser corregido en un tiempo inferior a 2 segundos.

El mecanismo anti vertido será un elemento independiente en el que están integrados los elementos de medida, detección de inyección, regulación de la potencia y está diseñado para aportar garantías que eviten en todos los casos el vertido de energía a red en las situaciones reguladas y por sus características se adapta al funcionamiento con múltiples generadores que sean equivalentes a los ensayados.

El mecanismo permitirá la lectura de potencias en instalaciones con lecturas en Alta Tensión.

La potencia en el punto de medida la realizará el propio dispositivo. Dicha lectura se encontrará adaptada para detectar en concreto condiciones de inyección.

Las lecturas se realizarán con mayor prioridad que cualquier otro proceso del sistema en el microprocesador, a excepción si procede, del disparo de la protección física de no inyección, que tiene la misma prioridad que la lectura.

Detección de inyección:

◦ Realiza la lectura de TODOS los ciclos (a 50Hz, 50 lecturas por segundo) en las tres fases.

◦ Detección de inyección en cualquiera de los ciclos.

◦ La inyección en este punto de control se detecta a partir del signo de la potencia (no de su dimensión) en cualquiera de las fases. Esta condición permite detectar la inyección con cualquier clase de transformador de medida.

Medida de potencia: Permite la regulación de la potencia requerida a los inversores:

◦ Antigüedad máxima de cada dato: 40 milisegundos.

◦ Proporciona datos (por cada fase y totales) de Intensidad (RMS), Voltaje (RMS), Potencia Aparente, Frecuencia, Factor de potencia, Potencia Activa, Potencia Reactiva y Potencia Real (eliminando el factor armónico).

• Transformadores de medida de intensidad: Recomendada clase 0.5. Intensidad del primario ajustada a la protección de la acometida (protección máxima intensidad).

• Precisión de la medida: Mayor al 0.5% (no afecta a criterio de no-inyección, sino únicamente a la precisión de la regulación).

• El equipo de medición y regulación de potencia NO sustituye al contador fiscal.

Por otra parte, el sistema debe proporcionar, de manera redundante al sistema de regulación, una orden de disparo física a un elemento de corte con entrada de disparo externo actuando ante cualquier bloqueo o apagado del sistema de regulación y protección, y con prioridad sobre cualquier otra acción de comunicaciones o regulación. Esta seguridad será independiente del generador del sistema. Se deberá asegurar el cumplimiento de este modo de actuación, en el que se certifiquen las características de la comunicación con generadores para la gestión de la potencia, comunicación indirecta con otros dispositivos y los puntos que no cubren los ensayos definidos por el RD244/2019, como el elemento de seguridad adicional (disparo en caso de inyección de más de 2 segundos, como especifica la norma entre sus opciones) que impide en todo momento el vertido de energía eléctrica a la red.

8.5.7 Monitorización y control

El control y monitorización de la planta fotovoltaica será realizada por el registrador de datos compatible con los inversores el cual será el encargado de comunicar a los inversores las ordenes enviadas por el sistema de inyección cero mediante comunicación modbus RTU. Este equipo también enviará al portal del fabricante la información registrada por el inversor para poder monitorizar la planta solar.

8.6 Instalaciones auxiliares

8.6.1 Estación meteorológica

Con objeto de mejorar la monitorización y seguimiento de la producción fotovoltaica se ha proyectado la instalación de una estación meteorológica compatible con el sistema de gestión de los inversores. De esta forma el sistema de monitorización en base a los datos de generación teóricos introducidos y a los datos reales aportados por la estación meteorológica podrá ofrecer una mejor información sobre el correcto funcionamiento de la planta.

8.6.2 Instalación de seguridad e intrusión

Con el fin de poder observar de forma remota el estado físico de la instalación se ha proyectado la instalación de un sistema de videovigilancia.

Según lo dispuesto en el documento planos, se proyecta la instalación de un total de cuatro cámaras digitales las cuales serán conectadas a una red Ethernet en la cual también estará conectado un videograbador y se podrá visualizar de forma remota la instalación.

También se ha previsto la instalación de un sistema de detección de acceso compuesto por un sistema de barreras de microondas digitales, con las siguientes características:

Características:

- Alcance máximo: 200 metros
- Tensión nominal: 12V
- Tensión mínima: 11,5 V
- Tensión máxima: 15 V
- Consumo en reposo: TX: 31 mA - RX: 100 mA

- Consumo en alarma: TX: 31 mA - RX: 100 mA
- Dimensiones: 136 x 225 x 225
- Bloque de entrada: mediante entrada dedicada "B"
- Entrada adicional: Entrada negativa para el detector
- Salida de alarma: Normalmente cerrado conmutado
- Salida de descalificación: Normalmente cerrado salida para información de reducción de potencia
- Salida de sabotaje: interruptor normalmente cerrado
- Kit antirremoción (AMP) opcional: sí
- Salida serial RS485: si
- Número de direcciones RS485 seleccionables: Max 32
- Memoria de eventos: 3600 eventos memorizados con curva, fecha, hora, energía
- Pausa de memorización cuando la alarma está desarmada: si
- Filtro de falsa alarma: si
- Salida de punto de prueba: Para controlar la señal recibida
- Frecuencia de trabajo Microondas: 10.525 GHz (+/- 20 MHz)
- Modulación: En 5 canales diferentes, a seleccionar mediante dip-switch
- Energía RF radiada RF: 25 dBm pico
- Kit de calefacción (mod Term 2): si
- Nivel IP: IP34
- Equipado con: soporte para fijación en 40 mm para poste

8.6.3 Medidas de protección contra incendios

En el parque fotovoltaico no se ha considerado ninguna medida de protección contra incendios, ya que no se considera necesario.

En el centro de transformación, de acuerdo con el reglamento de instalaciones de alta tensión, aunque la instalación no se vea afectada por este reglamento, el transformador irá sobre una bancada de hormigón hueca, quedando los huecos como fosos para recogida del aceite, en

caso de fuga. Si se produce un incendio en el propio transformador y este pierde aceite, para que el fuego no se propague al aceite del foso se ha previsto la instalación de un tramex con lechos de guijarros a modo de cortafuegos. Además, se ha previsto la instalación de un extintor de 5 kg de nieve carbónica.

2.1.1 VALLADO

Según queda reflejado en el documento planos, el alcance del proyecto también incluirá el vallado perimetral de la zona afectada de la parcela en la que se ubicará la planta fotovoltaica. Este vallado se realizará con malla plastificada de tipo 50x50x4mm y tendrá 2,25 metros de altura. La malla estará soportada por tubos galvanizados, colocados cada 3 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-25, los tubos serán de 48 mm de diámetro, 1,2 mm de espesor y 2,50 m de altura, estos tubos serán acodados en sus extremos para colocar dos hileras de alambre. En todos los cambios de dirección, o en su defecto cada 48 metros, se dispondrán postes de refuerzo con dos tornapuntas.

En toda la longitud del vallado se colocarán 4 tirantas de alambre de 16 mm2 con sus correspondientes tensores.

El acceso a la parcela será mediante una puerta de 6 metros de anchura y 2,25 metros de altura dividida 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.

8.6.4 Obra civil

La obra civil necesaria para la ejecución del proyecto comprende todas las canalizaciones subterráneas, la instalación de un edificio prefabricado y la realización de un camino de acceso perimetral a toda la parcela.

Las canalizaciones subterráneas estarán constituidas por tubos plásticos, de doble capa, corrugados en su cara exterior y lisos en el interior, debidamente enterrados en zanja. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estas se produzcan, se dispondrán arquetas preferentemente ciegas, para facilitar la manipulación. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. Las entradas de las arquetas de las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos.

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, permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m. Para asegurar estas cotas, la zanja tendrá una profundidad mínima 0,81m, con una anchura mínima de 0,60m, para la colocación de hasta seis tubos de 160 mm Ø y una anchura mínima de 0,80m para la colocación de hasta diez tubos de 160 mm Ø según queda definido en el documento PLANOS.

Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales para permitir desarrollar el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m sobre el tubo o tubos más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. A 0,10 m del firme se instalará una cinta de señalización a todo lo largo del trazado del cable. Cuando el número de líneas sea mayor se colocarán más cintas de señalización de tal manera que se cubra la proyección en planta de los tubos.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o hasta cuatro planos. Al objeto de impedir la entrada del agua, suciedad, animales o material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos que se coloquen como reserva deberán estar provistos de tapones.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

En las alineaciones, con una interdistancia máxima de 50m según el tipo de cable y siempre en los cambios de dirección, se construirán arquetas de hormigón prefabricado o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 120 cm.

Se ha proyectado la instalación de un edificio prefabricado situado en la propia parcela de la estación de bombeo, en el interior de este edificio prefabricado se situarán los cuadros de

protección de 800V y de 690V, así como los sistemas de gestión y seguridad proyectados para el correcto funcionamiento de la planta fotovoltaica. Este edificio prefabricado tendrá unas dimensiones interiores no inferiores a 7500x2200x2400 mm (Largo x Ancho x Alto) y estará dotado con una puerta peatonal y ventilación natural.

Según lo dispuesto en el documento planos, también se ha dispuesto de un camino perimetral de acceso, este camino será ejecutado en zahorra natural, tendrá una anchura no inferior a 5 metros y 0,3 metros de espesor. Previamente se deberá ejecutar el desbroce y ejecución de una caja previa de una profundad suficiente para eliminar en su totalidad la capa de terreno vegetal existente en la parcela. Posteriormente se procederá al extendido y compactación de zahorra natural tipo ZN25.

9 CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

9.1 Potencia de la instalación

Previo al cálculo del dimensionamiento del parque para la potencia proyectada es preciso dimensionar el número de módulos fotovoltaicos que tienen que formar cada string, para que el rango de tensiones mínimo/máximo este dentro del permitido por los inversores

Datos del panel:

- Potencia nominal: 535W
- Tensión de salida: 1500 V (IEC)
- Rango de temperatura: -40ºC ~ +85ºC
- Tensión en el punto Pmáx-VMPP: 41,5 V
- Corriente en el punto Pmáx-IMPP: 12,90 A
- Tensión en circuito abierto-VOC: 49,35 V
- Corriente de cortocircuito-ISC: 13,78 A
- Peso: 27,2 kg
- Dimensiones: 2.256 x 1.133 x 35 mm
- Tipo de células: Monocristalinas
- Número de células: 144 (6x24)
- Eficiencia: 21,5%

Datos Inversor:

ENTRADA Vcc

- Voltaje de entrada máx: 1.500V
- Corriente máx por MPPT: 26A
- Corriente de cortocircuito máx por MPPT: 40A
- Rango de voltaje de operación de MPPT: 500-1.500V
- Voltaje nominal de entrada: 1.080V
- Número de entradas: 18
- Número de MPPT: 9

Considerando valores de temperatura mínimos (-10°C) y máximos (70°C) de los módulos, y considerando una configuración de 26 módulos por string y 12 string por inversor, se han comprobado las siguientes condiciones:

TENSIONES MPPT	
Vm a 70 °C (918.42 V) mayor que Vmppt min. (500.00 V)	**COMPROBADO**
Vm a -10 °C (1 210.83 V) menor que Vmppt máx. (1 500.00 V)	**COMPROBADO**

TENSIONES MÁXIMAS	
Voc a -10 °C (1 414.93 V) menor que MPPT máx. input voltaje (1 500.00 V)	**COMPROBADO**

VOLTAGE MÁXIMO DEL MÓDULO	
Voc a -10 °C (1 414.93 V) menor que voltaje máx. de los módulos (1 500.00 V)	**COMPROBADO**

CORRIENTE MÁXIMA	
Corriente máx. generada (27.70 A) menor que máxima corriente MPPT (40.00 A)	**COMPROBADO**

Como se puede observar, en ningún momento se supera el valor de tensión máxima soportado por los inversores, limitado a 1500 V.

En la siguiente tabla se obtiene un resumen global de la configuración toda la instalación:

	Ud	Potencia Pico Unitaria [W_p]	Potencia Pico Total [kW_p]
Nº Paneles / String	26	535	13,91
Nº String / Seguidor	2	13.910	27,82
Nº Seguidor / Inversor	6	27.820	166,92
Nº Inversores / Instalación	8	166.920	1.335,36

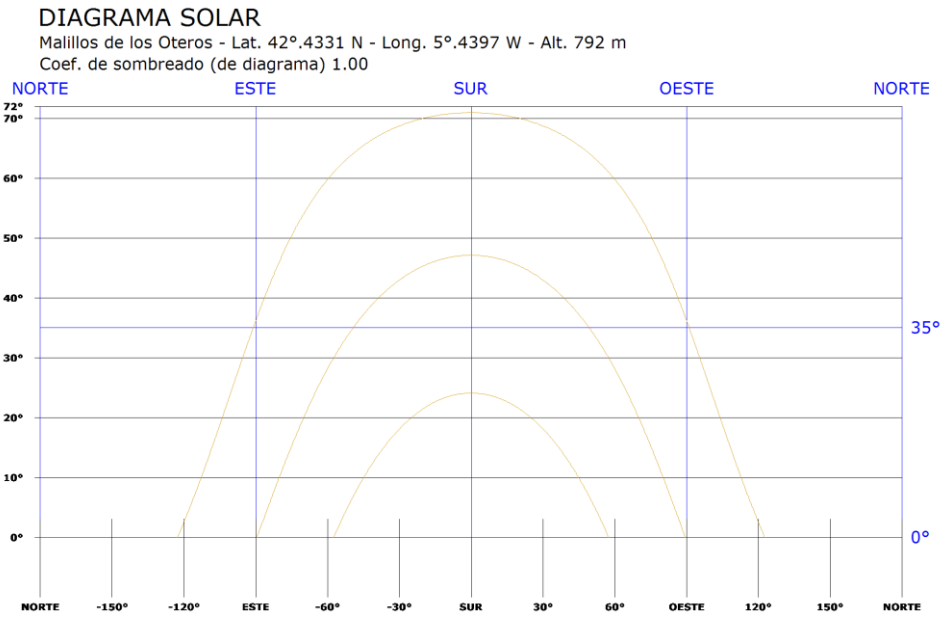
9.2 Radiación y trayectoria solar de la zona

Para la ubicación donde se va a instalar el Instalación, Malillos de los Oteros, latitud 42°.4331 N, longitud 5°.4397 W y altitud 792 m sobre el nivel del mar, se calcula que la radiación solar promedio diaria por mes en el plano horizontal es igual a:

Promedio de radiación solar diaria por mes en el plano horizontal [kWh/m²]

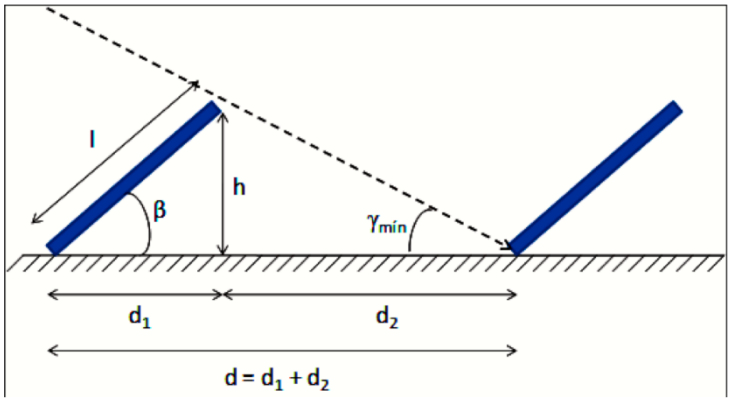
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.23	2.33	3.40	4.90	5.15	7.15	7.83	6.81	4.99	3.14	2.01	1.77

Fuente de datos: Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)



9.3 Distancia mínima entre filas

Para el cálculo de la interdistancia entre filas de seguidores tendremos en cuenta que:



$$d_2 = \frac{h}{\tan(61º - Latitud)}$$

Teniendo en cuenta que la instalación objeto de estudio se encuentra en la latitud 42º y que la altura h en el caso más desfavorable ($\beta = 45°$) es h=1.6m.

Por tanto, tenemos que la interdistancia mínima aconsejable d2 = 4.6m.

9.4 Producción de energía. Estimación de criterios

La energía producida depende de:

- Lugar de instalación (latitud, radiación solar, temperatura y reflectancia superficial del frente de los módulos).

- Exposición de los módulos: ángulo de inclinación (tilt) y ángulo de orientación (azimut).

- Sombreado debido a elementos naturales o artificiales.

- Características de los módulos: potencia nominal, coeficiente de temperatura, pérdidas de desacoplamiento o desajuste.

- B.O.S. (Balance Of System).

El valor de BOS puede estimarse directamente o como complemento de la unidad de todas las pérdidas, calculado usando la siguiente fórmula:

Pérdidas totales %=[1-(1-a-b)·(1-c-d)·(1-e)·(1-f)]+g

Siendo:

a - Pérdidas de reflexión 3.1%

b - Pérdidas de sombreado 0%

c - Pérdidas no coincidentes 4.5%

d - Pérdidas debidas a los efectos de las variaciones de temperatura 5%

e - Pérdidas dentro de los circuitos de corriente continua 1.2%

f - Pérdidas del inversor 2.6%

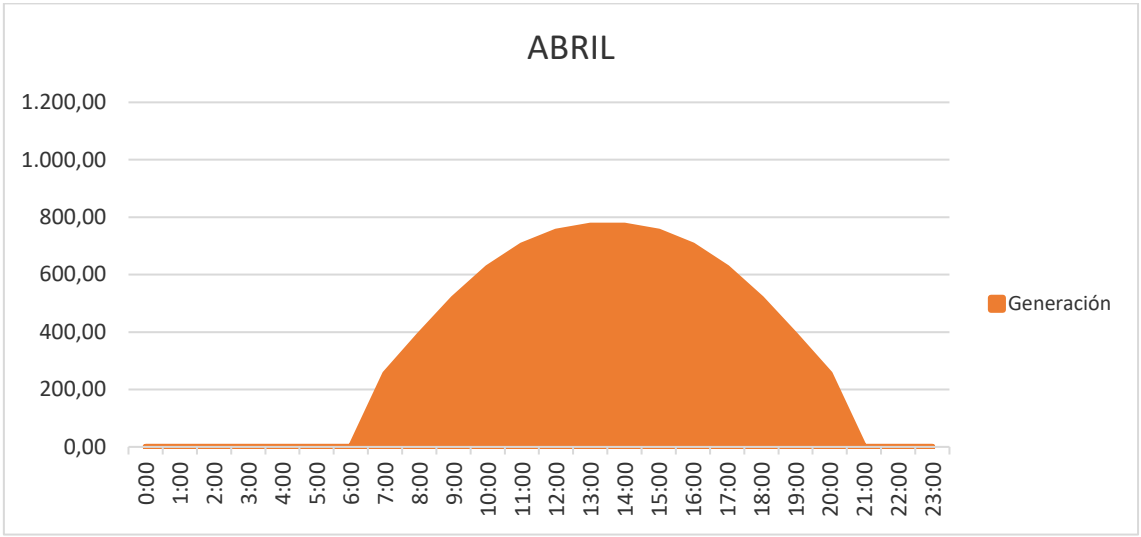
g - Pérdidas dentro de los circuitos de ca 1.4%

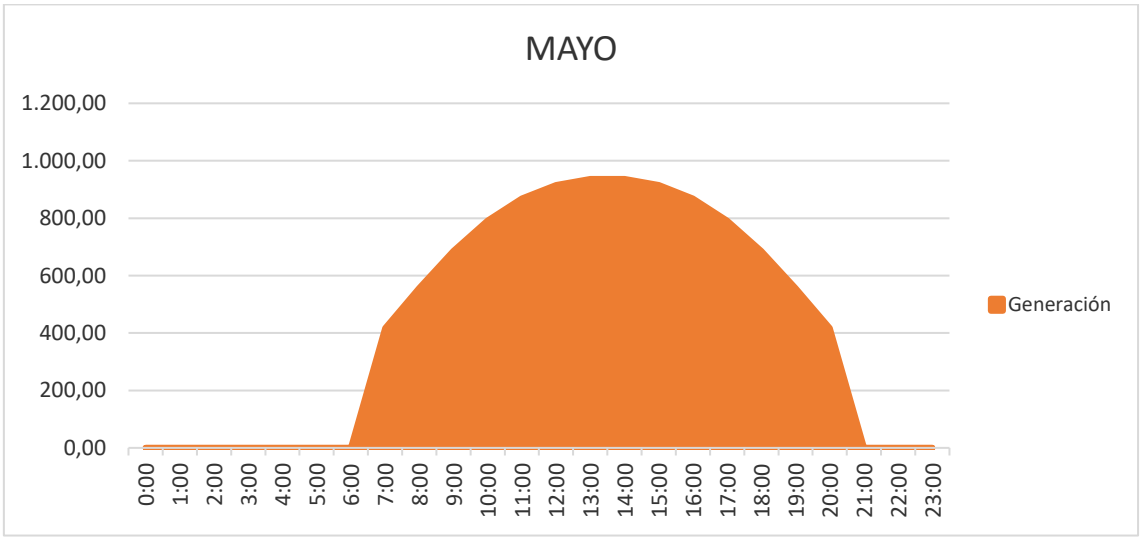
Para la estimación de la producción se ha usado el programa de cálculo Solarius PV, considerando unas pérdidas del 17 %, sobre este valor de generación calculado, le aplicamos otra perdida del 1% de la potencia pico instalada justificándonos en una estimación de perdida de generación que tendrá la instalación debido al que el sistema de inyección 0 contará con un margen de maniobra para que la instalación no inyecte corriente a la red.

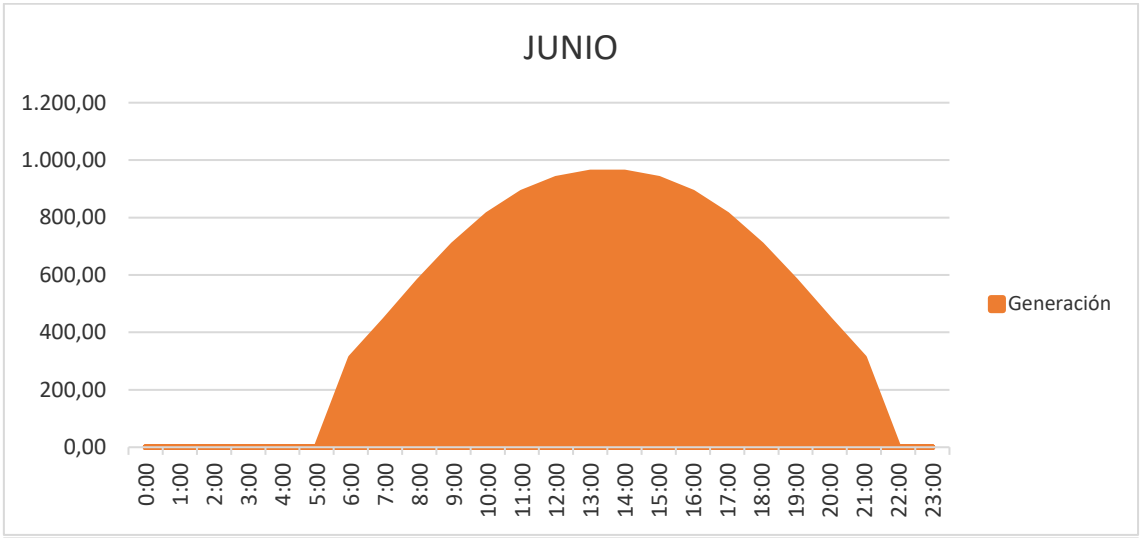
Obteniendo la siguiente potencia disponible en kW en función de la hora del día, para un total de 8 inversores y 96 strings.

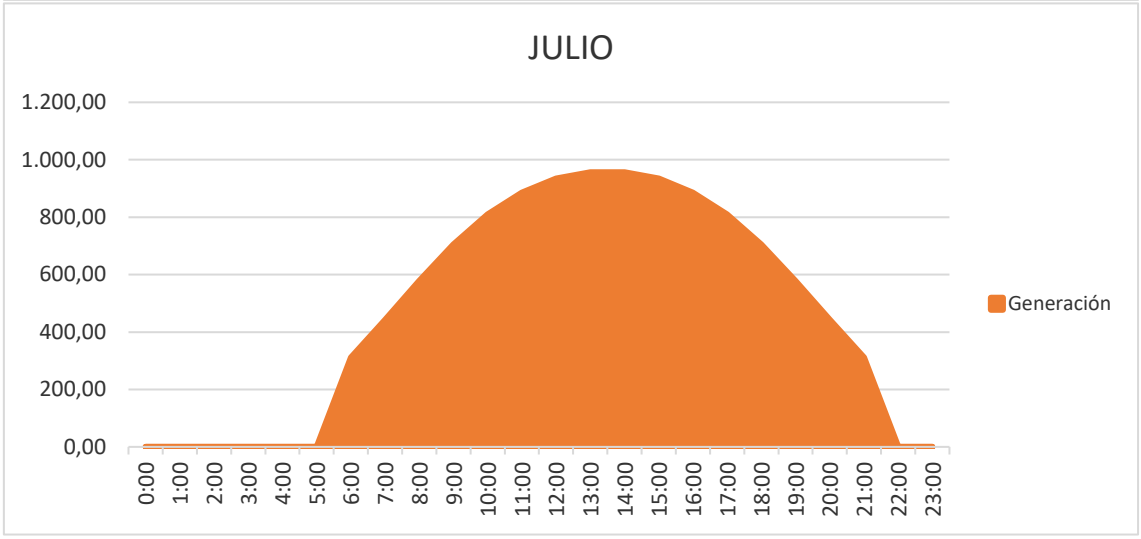
	Kw	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
Enero	75.165,95			214,80	305,90	356,63	371,10	368,05	368,05	371,10	356,63	305,90	214,80				
Febrero	97.659,48			348,46	443,54	498,19	517,18	517,85	517,85	517,18	498,19	443,54	348,46				
Marzo	157.335,91		333,06	466,78	573,16	642,74	677,87	689,96	689,96	677,87	642,74	573,16	466,78	333,06			
Abril	180.299,63		255,10	388,90	516,92	624,15	701,91	749,18	770,50	770,50	749,18	701,91	624,15	516,92	388,90	255,10	
Mayo	240.503,17		417,32	556,29	685,51	792,01	868,77	915,52	936,70	936,70	915,52	868,77	792,01	685,51	556,29	417,32	
Junio	253.033,20	311,34	442,62	578,40	704,56	809,34	886,10	934,11	956,48	956,48	934,11	886,10	809,34	704,56	578,40	442,62	311,34
Julio	271.820,70		511,41	655,36	786,10	891,35	965,12	1.008,61	1.027,67	1.027,67	1.008,61	965,12	891,35	786,10	655,36	511,41	
Agosto	241.586,92		416,19	561,01	694,14	800,98	874,28	915,78	933,05	933,05	915,78	874,28	800,98	694,14	561,01	416,19	
Septiembre	179.298,97			432,59	567,71	674,02	743,01	777,60	789,49	789,49	777,60	743,01	674,02	567,71	432,59		
Octubre	105.501,62			328,81	423,96	484,18	512,00	519,90	519,90	512,00	484,18	423,96	328,81				
Noviembre	79.278,98			242,68	333,85	385,18	400,92	399,12	399,12	400,92	385,18	333,85	242,68				
Diciembre	47.627,98				203,51	257,36	279,60	283,79	283,79	279,60	257,36	203,51					

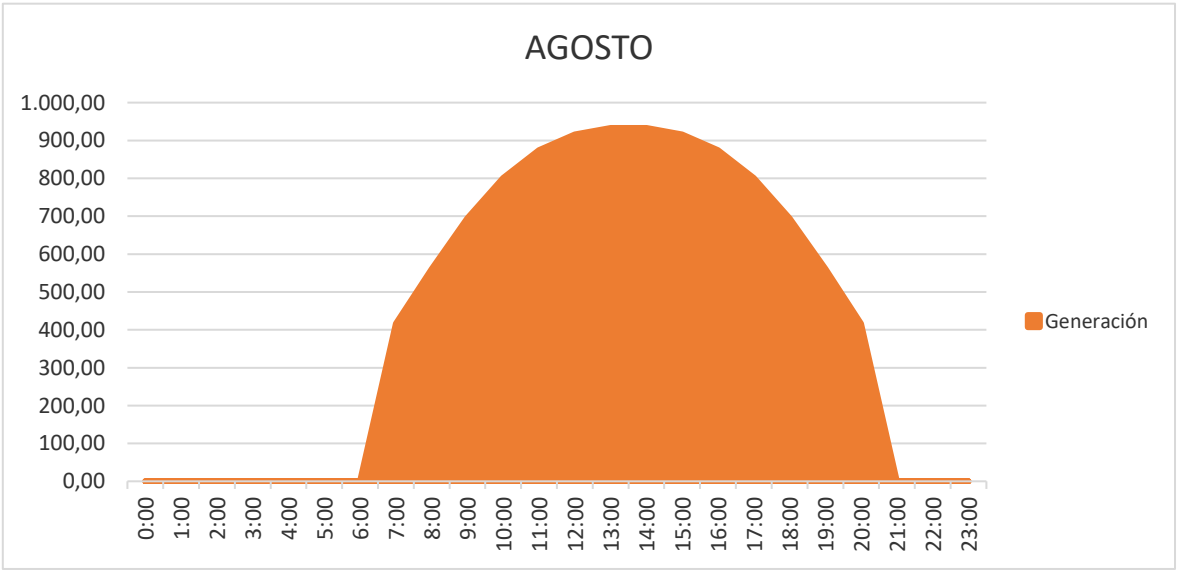
Y la siguiente producción mensual estimada:

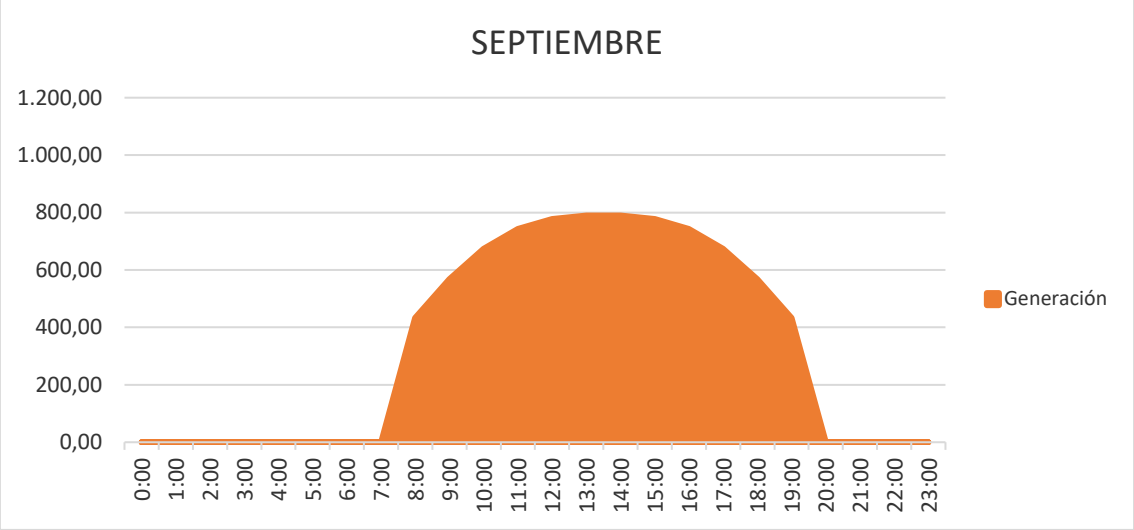





JUNIO
1.200,00
1.000,00
800,00
600,00
400,00
200,00
0,00
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
Generación


JULIO
1.200,00
1.000,00
800,00
600,00
400,00
200,00
0,00
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
Generación


AGOSTO
1.000,00
900,00
800,00
700,00
600,00
500,00
400,00
300,00
200,00
100,00
0,00
0:00
1:00
2:00
3:00
4:00
5:00
6:00
7:00
8:00
9:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
Generación



9.5 Dimensionamiento de la potencia del parque fotovoltaico

9.5.1 Datos de la instalación de bombeo

En primer lugar, se describen los datos de las instalaciones de bombeo con el fin de conocer los datos de caudales y potencias para cada mes de la campaña de riego. Se han tenido en cuenta los datos de consumo de la alternativa para cada mes de la campaña. Los datos utilizados son estos:

SECTOR III	III-A	III-B	
CAUDAL DE BOMBEO	1.622,00	2.372,00	l/s
ALTURA DE ELEVACIÓN	65	54	m
RENDIMIENTO DE MOTOR	92%	92%	
RENDIMIENTO BOMBEO:	80%	80%	
SUPERFICIE SECTOR:	1.062	1.604	ha
TOTAL SUPERFICIE	2.666		ha
POTENCIA E.BOMBEO:	1.406	1.708	Kw
TOTAL POTENCIA	3.114		Kw

CONSUMO DE LA ALTERNATIVA			
Mes	m3/ha·mes	m3/sector	m3/semana
Marzo	75	198.653	44.857
Abril	80	212.045	49.477
Mayo	360	958.779	216.498
Junio	1.286	3.427.965	799.859
Julio	2.230	5.945.903	1.342.623
Agosto	1.583	4.221.560	953.255
Septiembre	692	1.844.599	430.406
TOTAL ALTERNATIVA:	**6.305**	**16.809.504**	

9.5.2 Costes de la compra de energía

Para estudiar los costes de la compra de energía, se tiene en cuenta que la tarifa eléctrica a utilizar es la tarifa 6.1. de 6 periodos horarios. Debido a la incertidumbre de precios que existe actualmente, se han tenido en cuenta para todos los supuestos estudiados dos alternativas:

1. Precios actuales de energía que tiene la C.R. en los sectores modernizados.

2. Incremento de los precios actuales en un 50 %.

Los precios actuales de energía considerados en el estudio para cada periodo son estos:

Precios actuales Término ENERGIA ACTIVA €/kWh

P1	P2	P3	P4	P5	P6
0,0974	0,0831	0,0790	0,0731	0,0686	0,0613

Los precios de energía considerados para un incremento del 50% son estos:

Precios incremento +50% Término ENERGIA ACTIVA €/kWh

P1	P2	P3	P4	P5	P6
0,1461	0,1246	0,1185	0,1097	0,1029	0,0919

Los precios del término de potencia considerados en el estudio para cada periodo son estos:

Precios Término de POTENCIA €/kW

P1	P2	P3	P4	P5	P6
25,5546	12,7883	9,3589	9,3589	9,3589	4,2702

Los periodos horarios según Circular 3/2020, de 15 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad, son los siguientes:

HORARIO TARIFA 6. LUNES A VIERNES

	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Enero	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
Febrero	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
Marzo	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P3	P3
Abril	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P5	P4	P4	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P5	P4	P4	P4	P4	P5	P5
Mayo	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P5	P4	P4	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P5	P4	P4	P4	P4	P5	P5
Junio	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P4	P4
Julio	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
Agosto	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P4	P4
Septiembre	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P4	P4
Octubre	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P5	P4	P4	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P5	P4	P4	P4	P4	P5	P5
Noviembre	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P3	P3
Diciembre	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2

HORARIO TARIFA 6. SABADOS, DOMINGOS Y FESTIVOS

Todos los meses:	**0 a 24**	P6

Con los precios considerados, y la potencia estimada para la modalidad de riego que utiliza actualmente la C.R. (se describe en el siguiente apartado), los importes anuales de electricidad son los siguientes:

SECTOR III

	Con precios actuales energía (€)	Con incremento 50 % precios energía (€)
IMPORTE ANUAL TERM. ENERGIA	269.587,85	404.381,77
IMPORTE ANUAL TERM. POTENCIA	75.844,15	75.844,15
TOTAL IMPORTE ANUAL ELECTRICIDAD	**345.432,00**	**480.225,93**

9.5.3 Modalidad de riego

Otro de los condicionantes para el dimensionado es la modalidad de riego que se utilice, considerando las horas de riego y el caudal a utilizar en cada periodo.

En base a esto se han estudiado dos modalidades de riego, la primera es siguiendo el criterio de riego que utiliza la C.R. en los sectores modernizados que dispone, en la que se reduce el caudal y la potencia contratada durante los periodos distintos a P6. La segunda opción estudiada es regando con el mismo caudal y potencia contratada durante todos los periodos horarios.

Modalidad de riego 1 - 50% Vol. P1-P5 (riego que utiliza actualmente la C.R.):

- Meses de marzo a mayo, riego de 8 a 24 h de lunes a domingo (16 horas)
- Meses de Junio a septiembre:
  - Riego de 8 a 24 h de lunes a viernes (16 horas) a un 50% de caudal del volumen semanal necesario.
  - Riego de 0 a 8 h de lunes a viernes + riego de 0 a 24 h sábado y domingo (periodo P6) con el resto de volumen semanal necesario

Modalidad de riego 2 - 100% Vol. P1-P5:

- Meses de marzo a mayo, riego de 8 a 24 h de lunes a domingo (16 horas)
- Meses de Junio a septiembre, riego de 0 a 24 h de lunes a domingo (24 horas) con el mismo caudal

Con estas dos modalidades, durante los meses de máximas necesidades, en la modalidad 1 se utiliza más caudal por las noches y el fin de semana (cuando los costes eléctricos son más

baratos), mientras que en la modalidad 2 se riega con el mismo caudal por el día que por la noche, aprovechando más la energía solar.

Con estos criterios, los datos utilizados son los siguientes.

SECTOR III. Modalidad de riego 1 (50% del volumen de riego semanal necesario en horas distintas a P6)

	CAUDALES (m3/h)		CAUDALES (l/s)		POTENCIAS (kW)	
Mes	m3/h (8-24)	m3/h (P6)	l/s (8-24)	l/s (P6)	kW (8-24)	kW (P6)
Marzo	401	0	111	0	96	0
Abril	442	0	123	0	106	0
Mayo	1.933	0	537	0	465	0
Junio	2.381	6.925	661	1.924	573	1.667
Julio	3.996	11.624	1.110	3.229	962	2.798
Agosto	2.837	8.253	788	2.293	683	1.987
Septiembre	1.281	3.726	356	1.035	308	897

MODALIDAD DE RIEGO	Horario	Horas	% Volumen semanal necesario en horas NO P6	% Potencia contratada total EB.	
- Meses Marzo a Mayo:	8 a 24 h	16	100%		Lunes a Domingo
- Meses Junio a Sept:	0 a 8 h	8	100%	90%	Lunes a Viernes + 24h FS (Todo P6)
	8 a 24 h	16	**50%**	31%	Lunes a Viernes

SECTOR III. Modalidad de riego 2 (100% volumen de riego semanal repartido en todas las horas)

	CAUDALES (m3/h)		CAUDALES (l/s)		POTENCIAS (kW)	
Mes	m3/h (8-24)	m3/h (P6)	l/s (8-24)	l/s (P6)	kW (8-24)	kW (P6)
Marzo	401	0	111	0	96	0
Abril	442	0	123	0	106	0
Mayo	1.933	0	537	0	465	0
Junio	4.761	4.761	1.323	1.323	1.146	1.146
Julio	7.992	7.992	2.220	2.220	1.924	1.924
Agosto	5.674	5.674	1.576	1.576	1.366	1.366
Septiembre	2.562	2.562	712	712	617	617

MODALIDAD DE RIEGO	Horario	Horas	% Volumen semanal necesario en horas NO P6	% Potencia contratada total EB.	
- Meses Marzo a Mayo:	8 a 24 h	16	100%		Lunes a Domingo
- Meses Junio a Sept:	0 a 8 h	8	100%	62%	Lunes a Viernes + 24h FS (Todo P6)
	8 a 24 h	16	**50%**	62%	Lunes a Viernes

9.5.4 Producción fotovoltaica

Para la instalación fotovoltaica, se ha previsto el dimensionamiento a nivel de inversor, considerando filas de paneles sobre estructura con seguidor a un eje, orientando las líneas N-S.

La instalación de cada inversor tendría estas características:

- 6 seguidores
- 52 paneles por seguidor
- 312 paneles por inversor
- 535 Wp por panel
- 166,92 kWp por inversor

La generación fotovoltaica, se ha previsto la producción con el programa informático Solarius PV para todo el año, estimando la siguiente producción con un 17% de pérdidas y 1% de pérdidas por inyección cero para cada inversor instalado:

	Kw	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
Enero	12.527,66			26,85	38,24	44,58	46,39	46,01	46,01	46,39	44,58	38,24	26,85				
Febrero	16.276,58			43,56	55,44	62,27	64,65	64,73	64,73	64,65	62,27	55,44	43,56				
Marzo	26.222,65		41,63	58,35	71,64	80,34	84,73	86,24	86,24	84,73	80,34	71,64	58,35	41,63			
Abril	30.049,94		31,89	48,61	64,61	78,02	87,74	93,65	96,31	96,31	93,65	87,74	78,02	64,61	48,61	31,89	
Mayo	40.083,86		52,16	69,54	85,69	99,00	108,60	114,44	117,09	117,09	114,44	108,60	99,00	85,69	69,54	52,16	
Junio	42.172,20	38,92	55,33	72,30	88,07	101,17	110,76	116,76	119,56	119,56	116,76	110,76	101,17	88,07	72,30	55,33	38,92
Julio	45.303,45		63,93	81,92	98,26	111,42	120,64	126,08	128,46	128,46	126,08	120,64	111,42	98,26	81,92	63,93	
Agosto	40.264,49		52,02	70,13	86,77	100,12	109,29	114,47	116,63	116,63	114,47	109,29	100,12	86,77	70,13	52,02	
Septiembre	29.883,16			54,07	70,96	84,25	92,88	97,20	98,69	98,69	97,20	92,88	84,25	70,96	54,07		
Octubre	17.583,60			41,10	52,99	60,52	64,00	64,99	64,99	64,00	60,52	52,99	41,10				
Noviembre	13.213,16			30,34	41,73	48,15	50,11	49,89	49,89	50,11	48,15	41,73	30,34				
Diciembre	7.938,00				25,44	32,17	34,95	35,47	35,47	34,95	32,17	25,44					

Con el fin de poder estimar el importe de la inversión del parque fotovoltaico, se ha estimado un importe unitario de la inversión de 1.000 €/kWp instalado.

9.5.5 Optimización del dimensionamiento

Con los supuestos expuestos, se ha realizado un análisis de optimización para cada caso, teniendo en cuenta que a medida que se aumenta la potencia del parque fotovoltaico aumenta la inversión, pero disminuye el importe de la compra de energía. Con este criterio, se llega a un punto de potencia en el que la suma de inversión y compra de energía es mínimo, por lo que podemos decir, que esa potencia del parque es la óptima para la opción en cuestión.

Para cada caso estudiado, se han aplicado dos supuestos de amortización de intereses: 20 y 25 años de amortización. Se ha supuesto un 4% de interés para el importe de la inversión.

Con el número de inversores estudiado en cada caso, se calculan los kW generados por el parque, se realiza la diferencia de las necesidades de bombeo con la generación del parque, obteniéndose el importe anual de la compra de energía necesaria para ese supuesto. Por otra parte, se calcula la inversión a realizar para la potencia instalada y se calculan los intereses de la inversión.

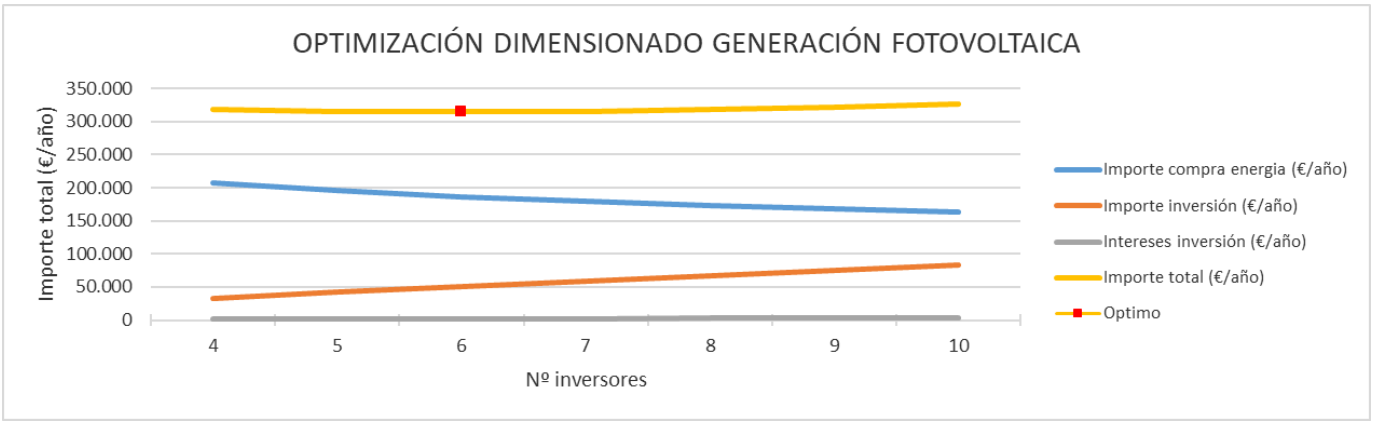
El sumatorio de compra de la electricidad, la inversión y los intereses que arroje el menor importe será el nº de inversores óptimo para la instalación.

A continuación, se exponen los cuadros resumen de la optimización para cada caso estudiado:

SECTOR III. 0% Incremento precio actual de la energía. Modalidad de riego 1 (50%)

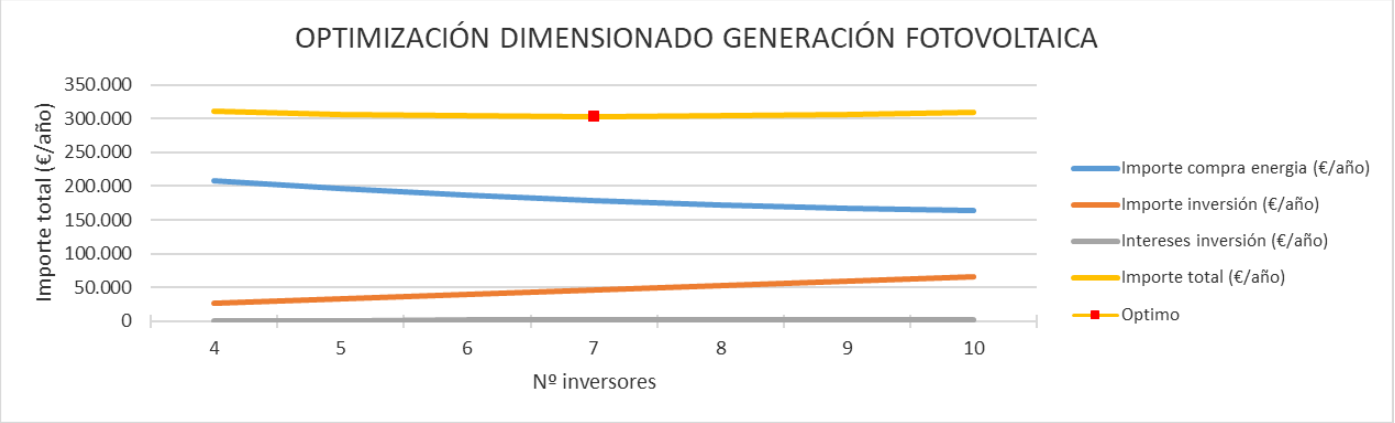
AÑOS AMORTIZ.: 20 INTERÉS (%): 4%

Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
4	668	514	1,34	1.286.075	3.212.233	834.500	75.844	207.622	-61.966	667.680	33.384	1.335	318.185
5	835	642	1,68	1.607.594	3.056.692	990.040	75.844	196.156	-73.432	834.600	41.730	1.669	315.399
6	1.002	771	2,01	1.929.113	2.927.876	1.118.857	75.844	186.650	-82.938	1.001.520	50.076	2.003	314.573
7	1.168	899	2,35	2.250.631	2.823.098	1.223.634	75.844	178.952	-90.636	1.168.440	58.422	2.337	315.555
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	2.733.654	1.313.079	75.844	172.475	-97.113	1.335.360	66.768	2.671	317.758
9	1.502	1.156	3,02	2.893.669	2.663.683	1.383.049	75.844	167.675	-101.913	1.502.280	75.114	3.005	321.637
10	1.669	1.285	3,36	3.215.188	2.603.126	1.443.607	75.844	163.597	-105.991	1.669.200	83.460	3.338	326.240



AÑOS AMORTIZ.: 25 INTERÉS (%): 4%

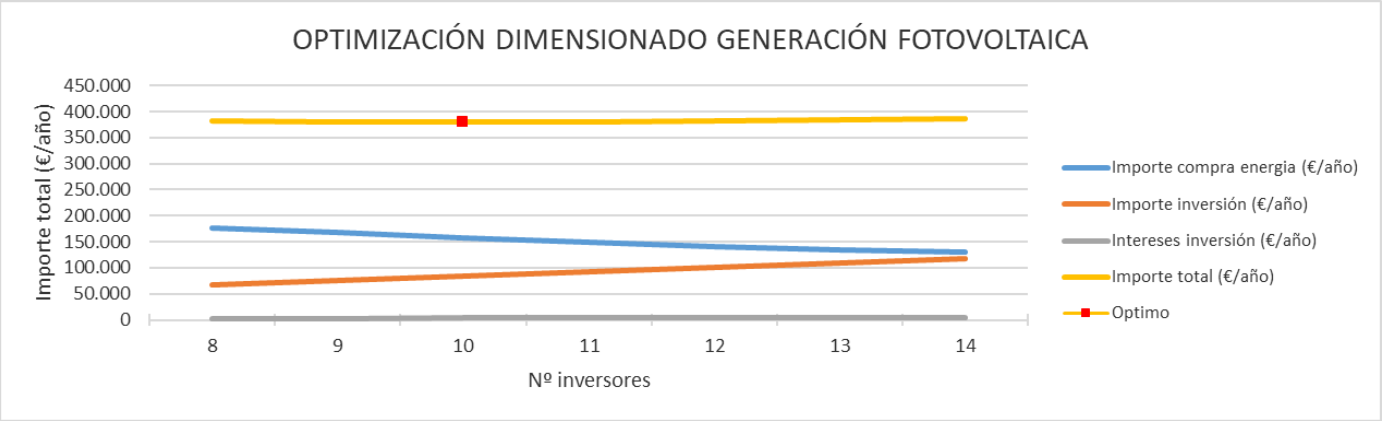
Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
4	668	514	1,34	1.286.075	3.212.233	834.500	75.844	207.622	-61.966	667.680	26.707	1.068	311.241
5	835	642	1,68	1.607.594	3.056.692	990.040	75.844	196.156	-73.432	834.600	33.384	1.335	306.720
6	1.002	771	2,01	1.929.113	2.927.876	1.118.857	75.844	186.650	-82.938	1.001.520	40.061	1.602	304.158
7	1.168	899	2,35	2.250.631	2.823.098	1.223.634	75.844	178.952	-90.636	1.168.440	46.738	1.870	303.404
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	2.733.654	1.313.079	75.844	172.475	-97.113	1.335.360	53.414	2.137	303.870
9	1.502	1.156	3,02	2.893.669	2.663.683	1.383.049	75.844	167.675	-101.913	1.502.280	60.091	2.404	306.014
10	1.669	1.285	3,36	3.215.188	2.603.126	1.443.607	75.844	163.597	-105.991	1.669.200	66.768	2.671	308.880



SECTOR III. 0% Incremento precio actual de energía. Modalidad de riego 2 (100%)

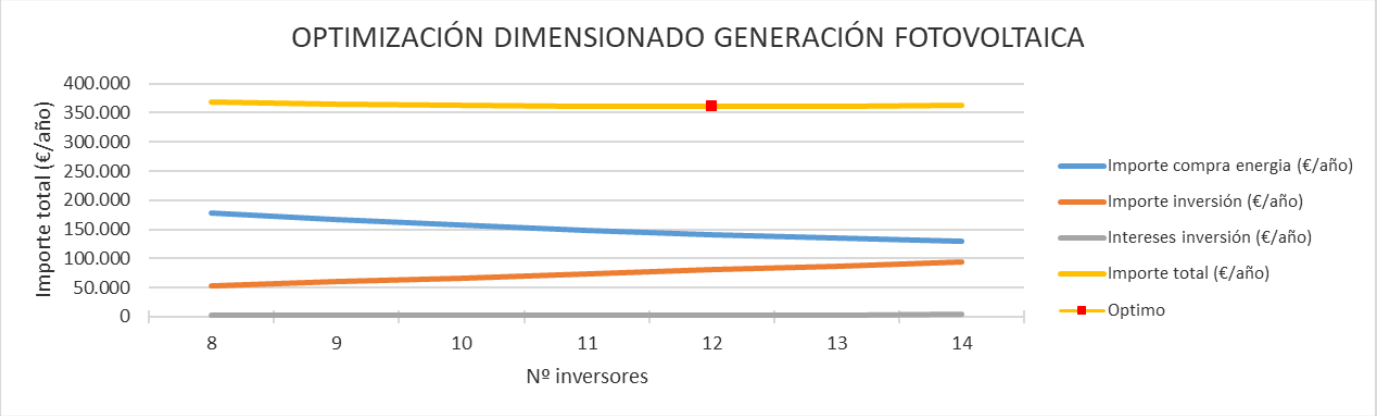
AÑOS AMORTIZ.: 20 INTERÉS (%): 4%

Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	2.556.365	1.490.368	136.004	177.217	-109.883	1.335.360	66.768	2.671	382.660
9	1.502	1.156	3,02	2.893.669	2.420.948	1.625.784	136.004	167.057	-120.043	1.502.280	75.114	3.005	381.180
10	1.669	1.285	3,36	3.215.188	2.294.216	1.752.516	136.004	157.526	-129.574	1.669.200	83.460	3.338	380.328
11	1.836	1.413	3,69	3.536.706	2.181.743	1.864.989	136.004	149.023	-138.077	1.836.120	91.806	3.672	380.505
12	2.003	1.541	4,03	3.858.225	2.080.138	1.966.594	136.004	141.302	-145.798	2.003.040	100.152	4.006	381.464
13	2.170	1.670	4,36	4.179.744	1.997.014	2.049.718	136.004	134.901	-152.199	2.169.960	108.498	4.340	383.743
14	2.337	1.798	4,70	4.501.263	1.924.696	2.122.037	136.004	129.286	-157.814	2.336.880	116.844	4.674	386.808



AÑOS AMORTIZ.: 25 INTERÉS (%): 4%

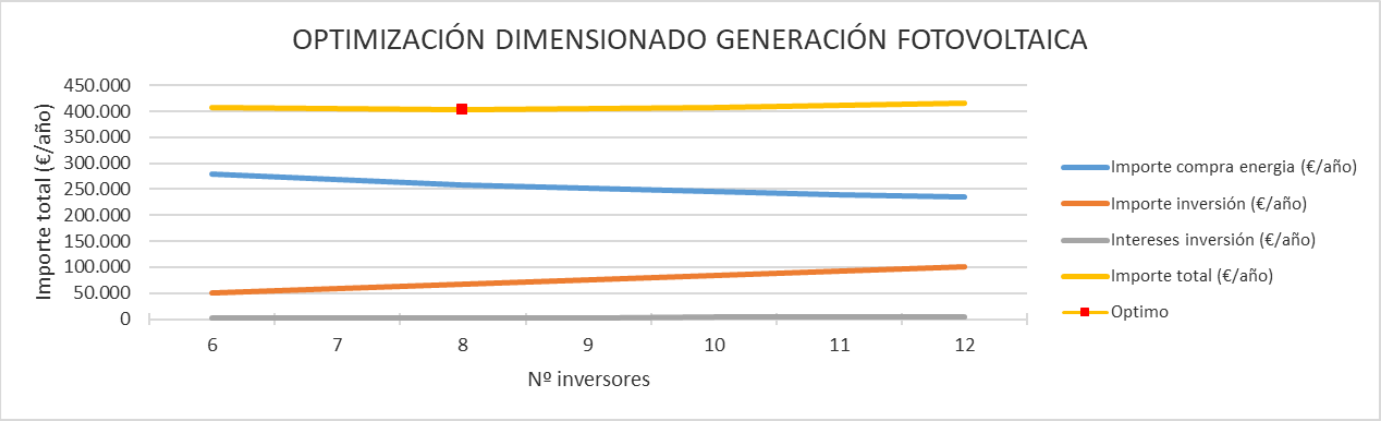
Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	2.556.365	1.490.368	136.004	177.217	-109.883	1.335.360	53.414	2.137	368.772
9	1.502	1.156	3,02	2.893.669	2.420.948	1.625.784	136.004	167.057	-120.043	1.502.280	60.091	2.404	365.556
10	1.669	1.285	3,36	3.215.188	2.294.216	1.752.516	136.004	157.526	-129.574	1.669.200	66.768	2.671	362.969
11	1.836	1.413	3,69	3.536.706	2.181.743	1.864.989	136.004	149.023	-138.077	1.836.120	73.445	2.938	361.410
12	2.003	1.541	4,03	3.858.225	2.080.138	1.966.594	136.004	141.302	-145.798	2.003.040	80.122	3.205	360.632
13	2.170	1.670	4,36	4.179.744	1.997.014	2.049.718	136.004	134.901	-152.199	2.169.960	86.798	3.472	361.175
14	2.337	1.798	4,70	4.501.263	1.924.696	2.122.037	136.004	129.286	-157.814	2.336.880	93.475	3.739	362.505



SECTOR III. 50% Incremento precio actual de energía. Modalidad de riego 1 (50%)

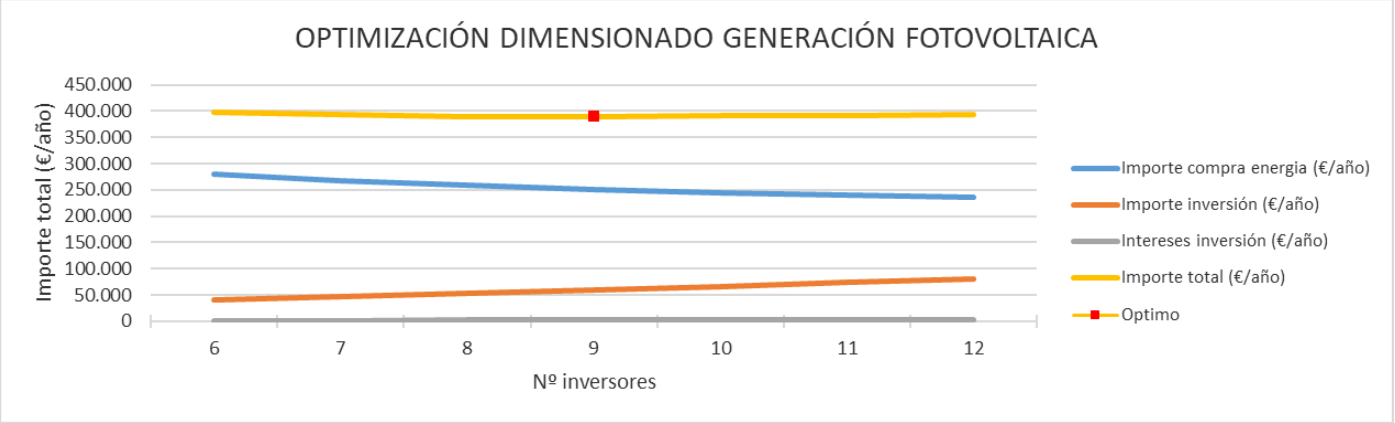
AÑOS AMORTIZ.: 20 INTERÉS (%): 4%

Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
6	1.002	771	2,01	1.929.113	2.927.876	1.118.857	75.844	279.975	-124.406	1.001.520	50.076	2.003	407.899
7	1.168	899	2,35	2.250.631	2.823.098	1.223.634	75.844	268.428	-135.953	1.168.440	58.422	2.337	405.031
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	2.733.654	1.313.079	75.844	258.712	-145.669	1.335.360	66.768	2.671	403.995
9	1.502	1.156	3,02	2.893.669	2.663.683	1.383.049	75.844	251.512	-152.870	1.502.280	75.114	3.005	405.475
10	1.669	1.285	3,36	3.215.188	2.603.126	1.443.607	75.844	245.396	-158.986	1.669.200	83.460	3.338	408.038
11	1.836	1.413	3,69	3.536.706	2.550.897	1.495.836	75.844	240.299	-164.083	1.836.120	91.806	3.672	411.621
12	2.003	1.541	4,03	3.858.225	2.500.904	1.545.828	75.844	235.460	-168.922	2.003.040	100.152	4.006	415.462



AÑOS AMORTIZ.: 25 INTERÉS (%): 4%

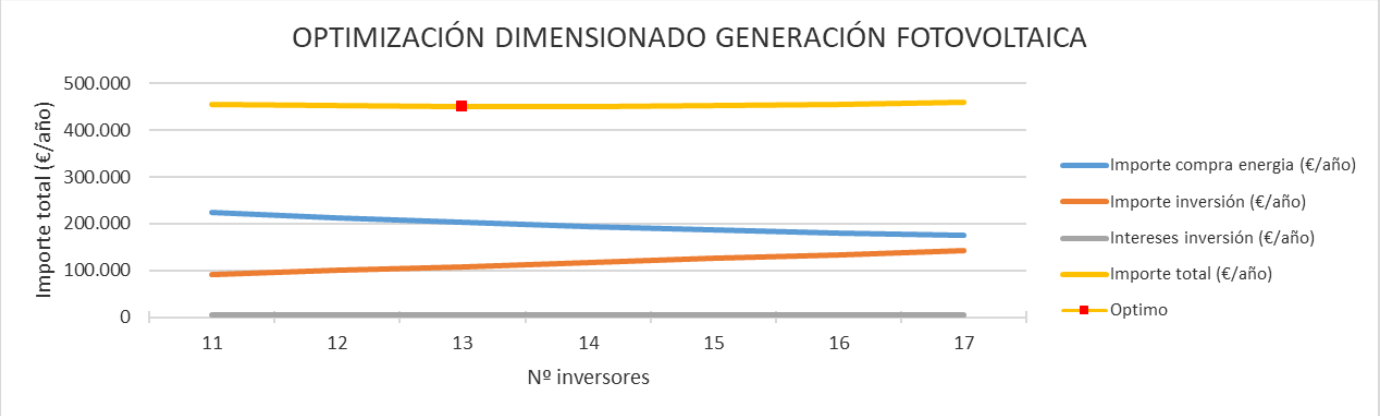
Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
6	1.002	771	2,01	1.929.113	2.927.876	1.118.857	75.844	279.975	-124.406	1.001.520	40.061	1.602	397.483
7	1.168	899	2,35	2.250.631	2.823.098	1.223.634	75.844	268.428	-135.953	1.168.440	46.738	1.870	392.880
8	1.335	1.028	2,68	2.572.150	2.733.654	1.313.079	75.844	258.712	-145.669	1.335.360	53.414	2.137	390.108
9	1.502	1.156	3,02	2.893.669	2.663.683	1.383.049	75.844	251.512	-152.870	1.502.280	60.091	2.404	389.851
10	1.669	1.285	3,36	3.215.188	2.603.126	1.443.607	75.844	245.396	-158.986	1.669.200	66.768	2.671	390.679
11	1.836	1.413	3,69	3.536.706	2.550.897	1.495.836	75.844	240.299	-164.083	1.836.120	73.445	2.938	392.526
12	2.003	1.541	4,03	3.858.225	2.500.904	1.545.828	75.844	235.460	-168.922	2.003.040	80.122	3.205	394.630



SECTOR III. 50% Incremento precio actual de energía. Modalidad de riego 2 (100%)

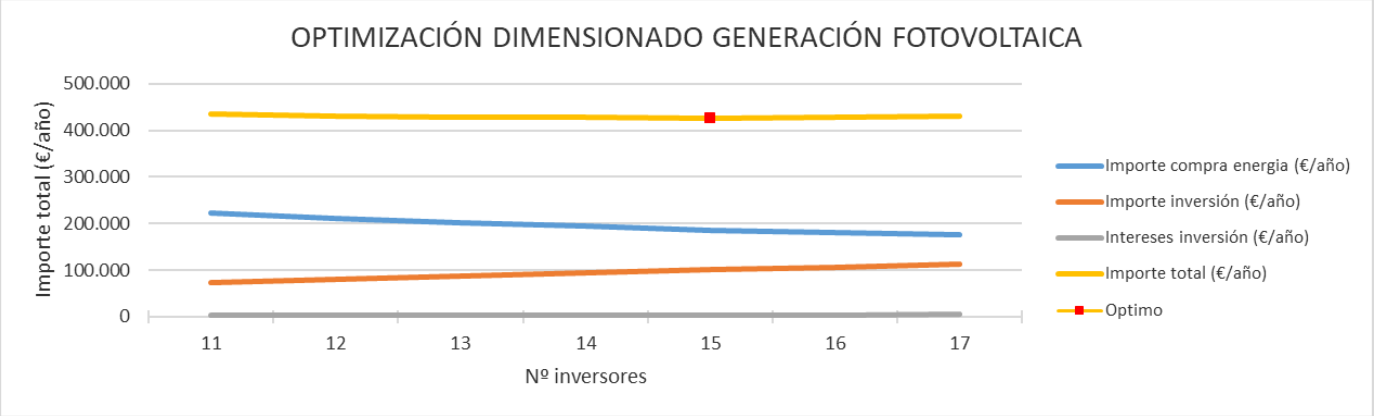
AÑOS AMORTIZ.: 20 INTERÉS (%): 4%

Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
11	1.836	1.413	3,69	3.536.706	2.181.743	1.864.989	136.004	223.534	-207.116	1.836.120	91.806	3.672	455.017
12	2.003	1.541	4,03	3.858.225	2.080.138	1.966.594	136.004	211.953	-218.697	2.003.040	100.152	4.006	452.115
13	2.170	1.670	4,36	4.179.744	1.997.014	2.049.718	136.004	202.352	-228.298	2.169.960	108.498	4.340	451.194
14	2.337	1.798	4,70	4.501.263	1.924.696	2.122.037	136.004	193.930	-236.721	2.336.880	116.844	4.674	451.451
15	2.504	1.927	5,03	4.822.781	1.856.628	2.190.105	136.004	185.965	-244.685	2.503.800	125.190	5.008	452.167
16	2.671	2.055	5,37	5.144.300	1.804.534	2.242.199	136.004	179.934	-250.716	2.670.720	133.536	5.341	454.816
17	2.838	2.184	5,70	5.465.819	1.769.263	2.277.469	136.004	175.863	-254.787	2.837.640	141.882	5.675	459.425



AÑOS AMORTIZ.: 25 INTERÉS (%): 4%

Nº inversores	Pot. Pico inst. (kWp)	Pot. Max. Gener. (kW)	Superficie ocupada (ha)	Generación (kWh/año)	Compra energía (kWh/año)	Generación usada (kWh/año)	Importe termino potencia (€/año)	Importe compra energía (€/año)	Ahorro compra energía (€/año)	Importe inversión (€)	Importe inversión (€/año)	Intereses inversión (€/año)	Importe total (€/año)
11	1.836	1.413	3,69	3.536.706	2.181.743	1.864.989	136.004	223.534	-207.116	1.836.120	73.445	2.938	435.921
12	2.003	1.541	4,03	3.858.225	2.080.138	1.966.594	136.004	211.953	-218.697	2.003.040	80.122	3.205	431.283
13	2.170	1.670	4,36	4.179.744	1.997.014	2.049.718	136.004	202.352	-228.298	2.169.960	86.798	3.472	428.626
14	2.337	1.798	4,70	4.501.263	1.924.696	2.122.037	136.004	193.930	-236.721	2.336.880	93.475	3.739	427.148
15	2.504	1.927	5,03	4.822.781	1.856.628	2.190.105	136.004	185.965	-244.685	2.503.800	100.152	4.006	426.127
16	2.671	2.055	5,37	5.144.300	1.804.534	2.242.199	136.004	179.934	-250.716	2.670.720	106.829	4.273	427.040
17	2.838	2.184	5,70	5.465.819	1.769.263	2.277.469	136.004	175.863	-254.787	2.837.640	113.506	4.540	429.913



9.5.6 Resumen de la optimización

En el siguiente apartado, se realiza un resumen de los casos analizados y de los resultados obtenidos. La combinatoria de casos estudiados es la siguiente:

Incremento del precio de la energía:

- 0%. Precios actuales
- 50% de incremento del precio actual

Modalidad de riego:

- Modalidad 1: 50% del volumen de riego semanal necesario en horas distintas a P6 (más caudal por las noches y el fin de semana)
- Modalidad 2: 100% del volumen de riego semanal necesario en horas distintas a P6 (mismo caudal por la noche que por el día)

Años de amortización:

- 20 años
- 25 años

Además, se incluye, como caso inicial, el supuesto de no instalar parque fotovoltaico, comparando en todos los casos el importe anual y la ratio €/m3 repercutido.

SECTOR III

				Años Amortización: 20			Años Amortización: 25			
% Incremento precio energía	% Volumen semanal necesario en horas NO P6	Pot. P1-P5 (kW)	Pot. P6 (kW)	Optimiz. Nº inversores	Importe total (€/año)	Ratio (€/m3)	Optimiz. Nº inversores	Importe total (€/año)	Ratio (€/m3)	
0%	50%	962	2.798	0	345.432	0,021	0	345.432	0,021	Escenario sin parque fotovoltaico
0%	50%	962	2.798	6	314.573	0,019	7	303.404	0,018	Modalidad de riego 1
0%	100%	1.924	1.924	10	380.328	0,023	12	360.632	0,021	Modalidad de riego 2
50%	50%	962	2.798	0	480.226	0,029	0	480.226	0,029	Escenario sin parque fotovoltaico
50%	50%	962	2.798	8	403.995	0,024	9	389.851	0,023	Modalidad de riego 1
50%	100%	1.924	1.924	13	451.194	0,027	15	426.127	0,025	Modalidad de riego 2

A la vista de los resultados, en todos los casos, el escenario de no instalar el parque fotovoltaico resulta económicamente y medioambientalmente menos ventajoso, por lo que se descarta.

De la misma forma, la modalidad de riego 2, en la que se utiliza el mismo caudal de día que de noche, también es menos ventajoso económicamente. Esto es debido a que, si bien se aprovecha más la energía solar, se incrementa notablemente el termino de potencia contratado, que deberá de mantenerse para poder regar en caso de que el parque no cubra las necesidades. Por otra parte, el riego diurno que se incrementa en esta modalidad de riego, es menos ventajoso agronómicamente hablando, ya que por el día se aumenta la evaporación y el viento, por lo que la eficiencia del riego disminuye.

Finalmente, se puede deducir, que la modalidad de riego 1 (más caudal cuando la energía es más barata, por las noches y el fin de semana) es la más ventajosa en todos los casos.

En base a esto, se realiza una media del número de inversores obtenido en los 4 casos de esta modalidad de riego 1 (con y sin incremento del precio de energía, 20 y 25 años de amortización de la inversión). Los resultados finales para cada sector de riego es la siguiente:

- **Sector III: 8 inversores, 1335 kWp**

9.6 Dimensionamiento inversor de red

Un factor de dimensionamiento típico es entre 70 % y 120 %.

El factor de dimensionamiento del inversor es la relación porcentual entre la potencia nominal del inversor y la potencia del generador fotovoltaico conectado a ella (en el caso de los subsistemas MPPT, se comprueba el tamaño para el subsistema MPPT en su conjunto).

En nuestro caso en particular cada inversor tendrá conectadas 12 strings de 26 módulos cada una, por lo tanto la potencia picot total por inversor será de 166,92kW, considerando que potencia nominal del inversor a 40ºC es de 175kW, obtenemos un factor de dimensionamiento del 104,84%.

9.7 Dimensionamiento de conductores en un sistema fotovoltaico

La determinación de la sección del cable se realiza en base a dos consideraciones, utilizando siempre la que resulte más desfavorable:

a) Por densidad de corriente.

La corriente máxima viene definida en las características del panel, siendo la más desfavorable la corriente de cortocircuito-ISC = 13,78A.

b) Por caída de tensión máxima admisible.

Para calcular la caída de tensión, en % se han considerado las siguientes fórmulas:

(Para líneas monofásicas) $$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot P \cdot 100}{\theta \cdot S \cdot V}$$

Donde:

ΔV(%) = Caída de tensión entre fases, en %.

L = Longitud de la línea en m.

ρ = Potencia en W.

θ = Conductividad del conductor.

S = Sección del conductor.

V = Tensión entre fases para circuitos trifásicos y entre fase y neutro para monofásicos.

El valor típico de la conductividad para cables de cobre es de 56, este es un valor calculado para una temperatura del conductor de 29ºC, no obstante, en el caso de las instalaciones de corriente continua, la temperatura del conductor considerada debe ser bastante mayor. En los cálculos realizado en este proyecto se ha considerado una temperatura del conductor de 90ºC.

Por tanto, considerando que el valor de la conductividad de los conductores de cobre es el inverso de la resistividad tenemos que:

$\rho CuT = \rho Cu20 \cdot (1+\alpha Cu \cdot (T-20)) \rightarrow \rho Cu90º = 1/58 \text{ x } (1 + 0{,}00393 \text{ x } (90-20))$

Donde, según UNE 20003 (IEC 28):

$\rho Cu20 = 1/58\ \Omega \cdot mm^2/m$

$\alpha Cu = 0{,}00393\ ºC\text{-}1$

Y por tanto:

$\theta\ 90º = 1/\ \rho CuT = 45'5$

A continuación, se muestran las tablas con los cálculos del sistema fotovoltaico, contemplando los cableados entre inversor y la caja de interconexión, protección y comprobación.

Inversor	Serie	Desinganción	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Corriente nominal (A)	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Tipo Inst.	*F. Correc Inst.*	*Tª Ambiente/ Terreno*	F. Correc Tª	*I Max Adm.*	*I Max. Calculada*	*Sobredim*	*Válido ?*
Inv 1	1	CPS/1 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	2	CPS/2 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	3	CPS/3 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	4	CPS/4 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	5	CPS/5 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	6	CPS/6 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	7	CPS/7 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	8	CPS/8 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	9	CPS/9 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	10	CPS/10 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	11	CPS/11 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 1	12	CPS/12 - Inv 1	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	1	CPS/1 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	2	CPS/2 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	3	CPS/3 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	4	CPS/4 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	5	CPS/5 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	6	CPS/6 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	7	CPS/7 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	8	CPS/8 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	9	CPS/9 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	10	CPS/10 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	11	CPS/11 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 2	12	CPS/12 - Inv 2	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	1	CPS/1 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	2	CPS/2 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	3	CPS/3 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	4	CPS/4 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	5	CPS/5 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	6	CPS/6 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	7	CPS/7 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	8	CPS/8 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	9	CPS/9 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	10	CPS/10 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	11	CPS/11 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 3	12	CPS/12 - Inv 3	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	1	CPS/1 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	2	CPS/2 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok

Inversor	Serie	Desinganción	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Corriente nominal (A)	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Tipo Inst.	*F. Correc Inst.*	*Tª Ambiente/ Terreno*	F. Correc Tª	*I Max Adm.*	*I Max. Calculada*	*Sobredim*	*Válido ?*
Inv 4	3	CPS/3 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	4	CPS/4 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	5	CPS/5 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	6	CPS/6 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	7	CPS/7 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	8	CPS/8 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	9	CPS/9 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	10	CPS/10 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	11	CPS/11 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 4	12	CPS/12 - Inv 4	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	1	CPS/1 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	2	CPS/2 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	3	CPS/3 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	4	CPS/4 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	5	CPS/5 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	6	CPS/6 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	7	CPS/7 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	8	CPS/8 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	9	CPS/9 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	10	CPS/10 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	11	CPS/11 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 5	12	CPS/12 - Inv 5	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	1	CPS/1 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	2	CPS/2 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	3	CPS/3 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	4	CPS/4 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	5	CPS/5 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	6	CPS/6 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	7	CPS/7 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	8	CPS/8 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	9	CPS/9 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	10	CPS/10 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	11	CPS/11 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 6	12	CPS/12 - Inv 6	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 7	1	CPS/1 - Inv 7	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 7	2	CPS/2 - Inv 7	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	27	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 7	3	CPS/3 - Inv 7	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 7	4	CPS/4 - Inv 7	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	18	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok

Inversor	Serie	Desinganción	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Corriente nominal (A)	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Tipo Inst.	*F. Correc Inst.*	*Tª Ambiente/ Terreno*	F. Correc Tª	*I Max Adm.*	*I Max. Calculada*	*Sobredim*	*Válido ?*
Inv 7	5	CPS/5 - Inv 7	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 7	6	CPS/6 - Inv 7	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	10	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 7	7	CPS/7 - Inv 7	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 7	8	CPS/8 - Inv 7	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	15	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 7	9	CPS/9 - Inv 7	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 7	10	CPS/10 - Inv 7	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	22	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 7	11	CPS/11 - Inv 7	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 7	12	CPS/12 - Inv 7	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	32	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 8	1	CPS/1 - Inv 8	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	43	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 8	2	CPS/2 - Inv 8	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	43	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 8	3	CPS/3 - Inv 8	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	38	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 8	4	CPS/4 - Inv 8	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	38	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 8	5	CPS/5 - Inv 8	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	35	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 8	6	CPS/6 - Inv 8	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	35	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 8	7	CPS/7 - Inv 8	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	43	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 8	8	CPS/8 - Inv 8	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	43	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 8	9	CPS/9 - Inv 8	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	38	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 8	10	CPS/10 - Inv 8	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	38	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 8	11	CPS/11 - Inv 8	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	35	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok
Inv 8	12	CPS/12 - Inv 8	1079	Vcc	12,9	13.919,10	1	4	4	35	D	0,75	50	0,76	43	24,51	1,90	ok

Justificación por caída de Tensión:

Inversor	Serie	Desinganción	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Θ (CU-AL) 45,5 -35	Caida de Tensión Individual %	*Válido ? VCC*
Inv 1	1	CPS/1 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,354724053	OK
Inv 1	2	CPS/2 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,236482702	OK
Inv 1	3	CPS/3 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,236482702	OK
Inv 1	4	CPS/4 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,131379279	OK
Inv 1	5	CPS/5 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,131379279	OK
Inv 1	6	CPS/6 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,197068918	OK
Inv 1	7	CPS/7 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 1	8	CPS/8 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 1	9	CPS/9 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 1	10	CPS/10 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 1	11	CPS/11 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 1	12	CPS/12 - Inv 1	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 2	1	CPS/1 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,354724053	OK
Inv 2	2	CPS/2 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,236482702	OK
Inv 2	3	CPS/3 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,236482702	OK
Inv 2	4	CPS/4 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,131379279	OK
Inv 2	5	CPS/5 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,131379279	OK
Inv 2	6	CPS/6 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,197068918	OK
Inv 2	7	CPS/7 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 2	8	CPS/8 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 2	9	CPS/9 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 2	10	CPS/10 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 2	11	CPS/11 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 2	12	CPS/12 - Inv 2	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 3	1	CPS/1 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,354724053	OK
Inv 3	2	CPS/2 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,236482702	OK
Inv 3	3	CPS/3 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,236482702	OK
Inv 3	4	CPS/4 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,131379279	OK
Inv 3	5	CPS/5 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,131379279	OK
Inv 3	6	CPS/6 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,197068918	OK
Inv 3	7	CPS/7 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 3	8	CPS/8 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 3	9	CPS/9 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 3	10	CPS/10 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK

Inversor	Serie	Desinganción	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Θ (CU-AL) 45,5 -35	Caida de Tensión Individual %	*Válido ? VCC*
Inv 3	11	CPS/11 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 3	12	CPS/12 - Inv 3	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 4	1	CPS/1 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,354724053	OK
Inv 4	2	CPS/2 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,236482702	OK
Inv 4	3	CPS/3 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,236482702	OK
Inv 4	4	CPS/4 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,131379279	OK
Inv 4	5	CPS/5 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,131379279	OK
Inv 4	6	CPS/6 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,197068918	OK
Inv 4	7	CPS/7 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 4	8	CPS/8 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 4	9	CPS/9 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 4	10	CPS/10 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 4	11	CPS/11 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 4	12	CPS/12 - Inv 4	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 5	1	CPS/1 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,354724053	OK
Inv 5	2	CPS/2 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,236482702	OK
Inv 5	3	CPS/3 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,236482702	OK
Inv 5	4	CPS/4 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,131379279	OK
Inv 5	5	CPS/5 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,131379279	OK
Inv 5	6	CPS/6 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,197068918	OK
Inv 5	7	CPS/7 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 5	8	CPS/8 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 5	9	CPS/9 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 5	10	CPS/10 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 5	11	CPS/11 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 5	12	CPS/12 - Inv 5	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 6	1	CPS/1 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,354724053	OK
Inv 6	2	CPS/2 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,236482702	OK
Inv 6	3	CPS/3 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,236482702	OK
Inv 6	4	CPS/4 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,131379279	OK
Inv 6	5	CPS/5 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,131379279	OK
Inv 6	6	CPS/6 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,197068918	OK
Inv 6	7	CPS/7 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 6	8	CPS/8 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 6	9	CPS/9 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 6	10	CPS/10 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 6	11	CPS/11 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 6	12	CPS/12 - Inv 6	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK

Inversor	Serie	Desinganción	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Θ (CU-AL) 45,5 -35	Caida de Tensión Individual %	*Válido ? VCC*
Inv 7	1	CPS/1 - Inv 7	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,354724053	OK
Inv 7	2	CPS/2 - Inv 7	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	27	45,5	0,236482702	OK
Inv 7	3	CPS/3 - Inv 7	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,236482702	OK
Inv 7	4	CPS/4 - Inv 7	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	18	45,5	0,131379279	OK
Inv 7	5	CPS/5 - Inv 7	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,131379279	OK
Inv 7	6	CPS/6 - Inv 7	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	10	45,5	0,197068918	OK
Inv 7	7	CPS/7 - Inv 7	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 7	8	CPS/8 - Inv 7	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	15	45,5	0,197068918	OK
Inv 7	9	CPS/9 - Inv 7	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 7	10	CPS/10 - Inv 7	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	22	45,5	0,289034413	OK
Inv 7	11	CPS/11 - Inv 7	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 7	12	CPS/12 - Inv 7	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	32	45,5	0,420413692	OK
Inv 8	1	CPS/1 - Inv 8	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	43	45,5	0,564930899	OK
Inv 8	2	CPS/2 - Inv 8	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	43	45,5	0,499241259	OK
Inv 8	3	CPS/3 - Inv 8	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	38	45,5	0,499241259	OK
Inv 8	4	CPS/4 - Inv 8	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	38	45,5	0,459827476	OK
Inv 8	5	CPS/5 - Inv 8	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	35	45,5	0,459827476	OK
Inv 8	6	CPS/6 - Inv 8	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	35	45,5	0,564930899	OK
Inv 8	7	CPS/7 - Inv 8	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	43	45,5	0,564930899	OK
Inv 8	8	CPS/8 - Inv 8	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	43	45,5	0,564930899	OK
Inv 8	9	CPS/9 - Inv 8	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	38	45,5	0,499241259	OK
Inv 8	10	CPS/10 - Inv 8	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	38	45,5	0,499241259	OK
Inv 8	11	CPS/11 - Inv 8	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	35	45,5	0,459827476	OK
Inv 8	12	CPS/12 - Inv 8	1079	Vcc	13.919,10	1	4	4	35	45,5	0,459827476	OK

9.8 Dimensionamiento de conductores evacuación

La determinación de la sección del cable se realiza en base a dos consideraciones, utilizando siempre la que resulte más desfavorable:

a) Por densidad de corriente.

La intensidad de un receptor trifásico viene dada por la expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

La intensidad de un receptor monofásico viene dada por la expresión:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

P = Potencia del receptor, en W.

V = Tensión de alimentación, en V.

I = Intensidad en A.

b) Por caída de tensión máxima admisible.

Para calcular la caída de tensión, en % se han considerado las siguientes fórmulas:

(Para líneas trifásicas) $$\Delta V = \frac{L \cdot P \cdot 100}{\theta \cdot S \cdot V}$$

(Para líneas monofásicas) $$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot P \cdot 100}{\theta \cdot S \cdot V}$$

Donde:

ΔV(%) = Caída de tensión entre fases, en %.

L = Longitud de la línea en m.

P = Potencia en W.

θ = Conductividad del conductor.

S = Sección del conductor.

V = Tensión entre fases para circuitos trifásicos y entre fase y neutro para monofásicos.

A continuación, se muestran una tabla con los cálculos del sistema fotovoltaico, contemplando los cableados entre inversor y la caja de interconexión, protección y comprobación.

Justificación por densidad de corriente:

TRAMO	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Corriente nominal (A)	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Tipo Inst.	*F. Correc Inst.*	*Tª Ambiente/ Terreno*	F. Correc Tª	*I Max Adm.*	*I Max. Calculada*	*Sobredim*	*Válido ?*
Inv 1 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	150	150	125	D	0,8	30	0,93	197	146,568	1,04	ok
Inv 2 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	150	150	175	D	0,8	30	0,93	197	146,568	1,04	ok
Inv 3 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	240	240	225	D	0,8	30	0,93	253	188,232	1,34	ok
Inv 4 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	150	150	140	D	0,8	30	0,93	197	146,568	1,04	ok
Inv 5 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	150	150	190	D	0,8	30	0,93	197	146,568	1,04	ok
Inv 6 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	240	240	250	D	0,8	30	0,93	253	188,232	1,34	ok
Inv 7 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	240	240	300	D	0,8	30	0,93	253	188,232	1,34	ok
Inv 8 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	240	240	305	D	0,8	30	0,93	253	188,232	1,34	ok
CGBT 800V - Trafo	800	Vca	1215,474251	1.600.000,00	5	240	1200	14	D	0,85	30	0,93	1620	1280,61	1,05	ok
Trafo-CGBT 690V	690	Vca	1409,245508	1.600.000,00	6	240	1440	14	D	0,85	30	0,93	1944	1536,732	1,09	ok

Justificación por por caída de tensión:

TRAMO	Tensión (V)	Tensión CC / CA	Corriente nominal (A)	Potencia (W)	Nº Cond. /Fase	Sección Individual (mm2)	Sección (mm2)	Longitud (m)	Θ (CU-AL) 45,5 -35	Maxima Caida de Tensión Vca	*Válido ? VCA*
Inv 1 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	150	150	125	35	0,68824405	OK
Inv 2 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	150	150	175	35	0,96354167	OK
Inv 3 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	240	240	225	35	0,77427455	OK
Inv 4 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	150	150	140	35	0,77083333	OK
Inv 5 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	150	150	190	35	1,04613095	OK
Inv 6 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	240	240	250	35	0,86030506	OK
Inv 7 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	240	240	300	35	1,03236607	OK
Inv 8 - CGBT 800V	800	Vca	140,5392103	185.000,00	1	240	240	305	35	1,04957217	OK
CGBT 800V - Trafo	800	Vca	1215,474251	1.600.000,00	5	240	1200	14	56	1,04957217	OK
Trafo-CGBT 690V	690	Vca	1409,245508	1.600.000,00	6	240	1440	14	56	1,10165551	OK

9.9 Dimensionamiento del transformador

El transformador es el elemento de la instalación que debe transformar toda la potencia generada por la instalación fotovoltaica. Para determinar la potencia del transformador, previamente se debe conocer la potencia que la planta fotovoltaica sea capaz de entregar, este valor como ya se ha justificado depende de muchos factores como son radiación, temperatura, etc. Considerando los valores presentados en el punto 10.2 del presente documento la potencia máxima estimada de generación de la instalación es de 1027.67kW, considerando un factor de potencia con la instalación compensada de cosϕ=0.95 se obtiene una potencia del transformador 1081.75 kVA.

Por ser una instalación que tiene fuerte presencia de armónicos, éstos influyen sobre los transformadores de distribución, elevando la densidad de flujo del núcleo. También las corrientes de Foucault, proporcionales a la frecuencia, aumentan considerablemente. En esta situación el transformador no debe funcionar a su potencia nominal y debe o cambiarse por otro de mayor potencia o disminuirse la carga. En este caso tenemos la primera opción. El transformador se desclasifica asociándole una potencia equivalente. La potencia equivalente de un transformador es la correspondiente a la sinusoidal que provoque las mismas pérdidas que las producidas con la corriente no sinusoidal aplicada. Esta potencia equivalente es igual a la potencia basada en el valor eficaz de la corriente no sinusoidal multiplicada por el factor "K".

Este factor "K" se define como aquel valor numérico que representa los posibles efectos de calentamiento de una carga no lineal sobre el transformador. La potencia asignada del transformador que se use debe ser mayor o igual que la potencia equivalente.

El factor K, según la norma UNE, se obtiene de la siguiente fórmula:

$$K = \sqrt{1 + \frac{e}{1+e}\left(\frac{I_1}{I}\right)^2 \sum_{n=2}^{n=N}\left(n^q\left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2\right)}$$

Donde:

e = pérdidas por corrientes de Foucault debidas a la corriente sinusoidal a la frecuencia fundamental, divididas por las pérdidas debidas a una corriente

continua igual al valor eficaz de la corriente sinusoidal, ambas a la temperatura de referencia. Este valor suele valer 0,3.

N = orden del armónico.

I = valor eficaz de la corriente sinusoidal.

I1 = es la corriente del enésimo armónico.

q = constante exponencial que depende de los arrollamientos y de la potencia, suele oscilar entre 1,5 y 1,7.

Considerando un factor K de 7, limita la capacidad del transformador en un 85 %. Con lo que se tiene que la potencia del transformador a instalar es de 1272,65 kVA, no obstante, y en previsión a futuras ampliaciones de elige un transformador de 1600 kVA.

9.10 Cortocircuitos

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

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

donde:

P = potencia de transformador [kVA]

Ecc = tensión de cortocircuito del transformador [%]

Us = tensión en el secundario [V]

Iccs = corriente de cortocircuito [kA]

Por tanto, la intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 800 V en vacío será:

Iccs = 19,25 kA

9.11 Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dimensionará un pozo apagafuegos de 1100 litros para recoger posibles fugas del líquido aislante del transformador.

9.12 Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para conectar las tomas de tierra de los diferentes elementos dentro de una instalación con la toma tierra general. Se instalarán conductores de protección acompañando todos los conductores activos, las secciones de los conductores de protección según la norma UNE 20-460-90 parte 5-54 puesta a tierra y conductores de protección, tendrán una sección mínima:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k}$$

Donde:

S = sección del conductor en mm2

I = es la corriente de cortocircuito eficaz, en nuestro caso 15,04 kA.

t = es el tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte, en nuestro caso 100 ms.

k = es el factor cuyo valor depende de la naturaleza del material del conductor de protección, de los aislamientos y de las temperatura inicial y final; en este caso conductor de cobre desnudo en condiciones normales, con k = 143.

Para la conexión general entre todos los conductores de protección de todos los elementos de la instalación, es decir el conductor común a todos los circuitos y la puesta a tierra, como indica la norma anteriormente citada, la sección de ese conductor debe ser 50 mm2.

Para el cálculo de la resistencia del electrodo de puesta a tierra consideramos solamente la longitud de cable de cobre enterrado, siendo esta longitud total de 1200 metros. Según lo indicado en el RD 842/2002:

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0{,}8\ \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2\ \rho/L$
ρ, resistividad del terreno (Ohm.m) P , perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

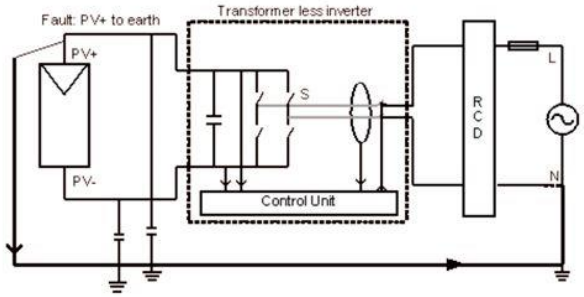
Considerando una resistividad del terreno de 100 Ohm.m según la tabla de valores orientativos de la resistividad en función del tipo de terreno:

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Obtenemos una resistencia teórica de**: 0.16 Ohm**

En el lado de corriente alterna, la instalación cuenta con sistemas de protección diferencial, regulados a una intensidad de defecto de 300mA, por tanto, la tensión máxima de contacto será de 0.048V < 24V.

En el lado de corriente continua, los inversores estarán equipados con una unidad de control de corriente residual (RCMU), similar a un RCD excepto que no contiene la función de desconexión y solo puede monitorear la corriente residual y activa una alarma.



10 PLIEGO DE CONDICIONES

10.1 Objeto del pliego

El presente pliego tiene por objeto definir el establecimiento de las prescripciones técnicas en que se ha de desarrollar el "PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL PORMA. SECTORES II Y III (LEÓN)", el alcance y condiciones de ejecución de los trabajos a realizar, condiciones que tienen que cumplir los materiales y equipos, los aspectos legales y administrativos, así como ordenar las condiciones técnicas que han de regir la planificación, ejecución, desarrollo, control, recepción y puesta en marcha de las instalaciones.

En la concepción y el desarrollo del proyecto se seguirá las condiciones incluidas en este Documento y en las condiciones aquí expuestas.

10.2 Aspectos legales y administrativos

Se listan a continuación, sin carácter excluyente para las que sean de aplicación y no se incluyan en la relación, algunas normas, códigos y especificaciones de orden general que se tendrán en consideración para la ejecución del presente contrato de proyecto y obra. El contratista está obligado a cumplir la reglamentación vigente en el campo laboral, técnico, de seguridad e higiene en el trabajo, gestión de residuos y reglamentación ambiental.

- Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002, por el que se aprueba el nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Ministerio de Industria.
- Guía Técnica de aplicación del Reglamento de Baja Tensión.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con auto-consumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos

- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995. (B.O.E. 10 de Noviembre). Modificado por la Ley 50/1998 de 30 de Diciembre, Ley 39/1999 de 5 de Noviembre, Real Decreto Legislativo 5/2000 de 4 de Agosto, Ley 54/2003 de 12 de Diciembre, Ley 30/2005 de 29 de Diciembre, Ley 31/2006 de 18 de octubre, Ley Orgánica 3/2007 de 22 de marzo. Se dicta conformidad con: Real Decreto 286/2006 de 10 de Marzo y Real Decreto 396/2006 de 31 de Marzo.

- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio.

- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, R.D. 1267/1997 de 24 de Octubre (B.O.E. 25-10-97). Modificación del anexo IV, por el R.D. 2177/2004, de 12 de Noviembre. Se añade disposición adicional única por R.D. 604/2006, de 19 de mayo. Se modifican arts. 13.4 y 18.2 por R.D. 1109/2007, de 24 de agosto.

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de Equipos de Trabajo, R. D. 1215/1997, de 18 de Julio. Modificación de los anexos I y II por el R.D. 2177/2004 de 12 de Noviembre.

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo. Corrección de erra-tas B.O.E. nº 171 de 18-07-97.Corrección de erratas B.O.E. nº 171, de 18 de julio 1997.

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

- LEY 4/2015, de 24 de marzo, del Patrimonio Natural de Castilla y León.

- NBE-EA-95 Estructuras de acero en la edificación.

- Normas y especificaciones técnicas de la compañía suministradora.

- Circulares emitidas por el Ministerio de Industria con posterioridad a la publicación del reglamento y disposiciones de la Junta de Castilla y León.

- Recomendaciones UNESA.

En caso de discrepancia entre el pliego de condiciones o normas anteriormente mencionadas, se aplicará la norma más rigurosa.

10.3 Alcance de la obra

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

Este pliego contempla la realización de una instalación fotovoltaica en la estación de bombeo del Sector III del margen izquierdo del Porma, de 1.335,36 kWp, los trabajos necesarios para el diseño de detalle, ejecución y puesta en marcha, en concepto de auto-consumo (sin vertido), según se establece en el R.D. 244/2019, de 5 de abril.

Suministro, montaje y puesta en servicio de todos los elementos que intervienen en la instalación, salvo aquellos que sean aportados por terceros.

Instalación del sistema de control necesario para adaptar la producción de energía fotovoltaica al sistema de control-demanda de la estación de bombeo existente.

El diseño y preparación de todos los requisitos para la adquisición y montaje de todos los elementos que intervienen en la instalación, tomando como base los planos de construcción.

La obtención de los permisos correspondientes, en caso necesario, para la realización de las instalaciones, su legalización, y puesta en marcha.

10.4 Documentos que definen la obra

Los documentos que definan las obras son la memoria, el pliego de condiciones, los planos y el presupuesto.

10.5 Especificaciones que deben satisfacer los materiales y equipos

10.5.1 Generalidades y definiciones

Los materiales empleados para la ejecución práctica de este proyecto serán de primera calidad y se ajustarán a las normas de este Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo que se refiera a sus características técnicas de fabricación, como a su instalación.

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

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

10.5.1.1 RADIACIÓN SOLAR.

- Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

• Irradiancia: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m2.

• Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en MJ/m2 o kWh/m2.

• Año Meteorológico Típico de un lugar (AMT): Conjunto de valores de la irradiación horaria correspondientes a un año hipotético que se construye eligiendo, para cada mes, un mes de un año real cuyo valor medio mensual de la irradiación global diaria horizontal coincida con el correspondiente a todos los años obtenidos de la base de datos.

10.5.1.2 GENERADORES FOTOVOLTAICOS.

• Célula solar o fotovoltaica: Dispositivo que transforma la energía solar en energía eléctrica.

• Célula de tecnología equivalente (CTE): Célula solar cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman el generador fotovoltaico.

• Módulo fotovoltaico: Conjunto de células solares interconectadas entre sí y encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

• Rama fotovoltaica: Subconjunto de módulos fotovoltaicos interconectados, en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

• Generador fotovoltaico: Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

• Condiciones Estándar de Medida (CEM): Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula so-lar, utilizadas como referencia para caracterizar células, módulos y generadores fotovoltaicos y definidas del modo siguiente:

o Irradiancia (GSTC): 1000 W/m2

o Distribución espectral: AM 1,5 G

o Incidencia normal

o Temperatura de célula: 25 °C

• Potencia máxima del generador (potencia pico): Potencia máxima que puede entregar el módulo en las CEM.

• TONC: Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m2 con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento de 1 m/s.

10.5.1.3 INVERSORES.

• Inversor: Convertidor de corriente continua en corriente alterna.

• VRMS: Valor eficaz de la tensión alterna de salida.

• Potencia nominal (VA): Potencia especificada por el fabricante, y que el inversor es capaz de entregar de forma continua.

• Capacidad de sobrecarga: Capacidad del inversor para entregar mayor potencia que la nominal durante ciertos intervalos de tiempo.

• Rendimiento del inversor: Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor. Depende de la potencia y de la temperatura de operación.

• Factor de potencia: Cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (VA) a la salida del inversor.

• Distorsión armónica total THD (%): Parámetro utilizado para indicar el contenido armónico de la onda de tensión de salida. Se define como:

$$TDH\ (\%) = 100\ \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1}$$

donde V1 es el armónico fundamental y Vn el armónico enésimo.

10.5.1.4 PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES. PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES.

Los materiales procederán, exclusivamente, de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de Obra. Para ello el Contratista presentará como mínimo para cada uno de los elementos a colocar en la obra objeto del presente proyecto, una terna de materiales que cumplan con el presente pliego para su posterior elección y aprobación por la Dirección de Obra.

Los materiales y elementos que formen parte de la obra objeto del presente proyecto deberán transportarse y almacenarse protegidos contra los posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas que pudieran producirse.

Si se produjera la compra y/o instalación en obra de algún elemento sin previa presentación o aceptación por parte de la Dirección de Obra, estas circunstancias no otorgarán derecho alguno al contratista a que dicho elemento permanezca instalado, y correrá a cuenta del mismo su desinstalación.

No se procederá a realizar el acopio ni empleo de ninguna clase de materiales ni elementos, sin que previamente se haya presentado por el Contratista a la Dirección de Obra para su aceptación, lo especificado a continuación:

- las especificaciones y muestras necesarias para garantizar el cumplimiento del presente pliego.

- las pruebas y ensayos necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego, o que sean solicitados por la Dirección de Obra.

- los manuales de puesta en marcha, mantenimiento y seguridad correspondientes.

Antes de colocar cualquier elemento en obra se comprobará visualmente para garantizar que no presentan ningún tipo de daños, así como que tienen todos los elementos que lo componen y que cumplen con los requisitos del pedido y del presente pliego.

Las pruebas y ensayos ordenados se llevarán a cabo bajo el control de la Dirección de Obra, o persona en quién ésta delegue.

Se utilizarán para los ensayos las normas que en los diversos artículos de este Pliego se fijan.

El número de ensayos a realizar será fijado por la Dirección de Obra.

Se deberá presentar a la Dirección de Obra una terna de laboratorios de calidad homologados. La Dirección de Obra indicará al contratista, si fuere el caso, la o las empresas que realizarán una labor de inspección en la obra, y aquellos materiales y/o equipos que serán objeto de la misma.

10.5.2 Instalación eléctrica línea aérea y/o subterranea.

En la medida de lo posible los trazados se ejecutar por las lindes de las parcelas, procurando la menor afección posible a elementos y infraestructuras. En el caso de líneas aéreas los postes eléctricos se colocarán a ser posible entre lindes de parcelas. Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos.

En el cableado subterráneo al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor.

Genéricamente la instalación contará con:

Conductores

Aisladores

Accesorios de sujeción

Apoyos

Cable enterrado y/ entubado

Protecciones

Crucetas, herrajes-soportes y tornillería

Tirantes y tornapuntas

Elementos de unión, conexión y anclaje: Conexiones,

Empalmes, Grapas etc.

Apertura de zanjas

Canalizaciones

Arquetas.

Señalización

Los cables instalados deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales

(conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

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

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

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

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

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y, además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una placa de PVC RU 0206 A a lo largo de la longitud de la canalización, cuando esta no esté entubada.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

Estas cintas estarán de acuerdo con lo especificado en la Norma UEFE 1.4.02

10.5.3 Generadores fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE .Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos foto-voltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos, o UNE-EN IEC 62941 sobre Sistema de calidad para la fabricación de módulos FV. Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.

Los módulos solares fotovoltaicos serán monocristalinos y de al menos 535 Wp de potencia cada uno de ellos.

Los módulos escogidos estarán en el listado TIER 1 de los últimos 12 meses y el fabricante tiene que haber obtenido un resultado positivo en las 4 pruebas del DNVGL TEST.

La garantía total del producto ha de ser por un mínimo de 10 años.

El rendimiento de los módulos fotovoltaicos estará garantizado por el fabricante durante un período mínimo de 25 años. La garantía de rendimiento se establecerá en un 90% de su potencia nominal durante los 10 primeros años y del 80% desde el año 11 al 25.

La eficiencia del módulo será igual o superior al 20.38%

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria justificación de su utilización.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.

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

La tensión de aislamiento del sistema será de 1.500 V.

Módulos cristalinos de vidrio dual.

Los módulos cumplirán como mínimo las siguientes características técnicas en condiciones STC AM1.5 1000W/m2 Y 25ºC:

Potencia nominal: 535W

- Tensión de salida: 1500 V (IEC)
- Rango de temperatura: -40ºC ~ +85ºC
- Tensión en el punto Pmáx-VMPP: 41,5 V
- Corriente en el punto Pmáx-IMPP: 12,90 A
- Tensión en circuito abierto-VOC: 49,35 V
- Corriente de cortocircuito-ISC: 13,78 A
- Peso: 27,2 kg
- Dimensiones: 2.256 x 1.133 x 35 mm
- Tipo de células: Monocristalinas
- Número de células: 144 (6x24)
- Eficiencia: 21,5%
- Tipo: Half-Cut

La configuración del generador fotovoltaico vendrá condicionada por el rango de tensiones en MPPT del convertidor vectorial en cuestión y condiciones meteorológicas propias del emplazamiento de la instalación

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

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

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

En aquellos casos en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos.

10.5.4 Estructura de soporte o seguidor

El tipo de seguidor que se empleará será de un eje, en orientación Norte-Sur, fijado al suelo mediante hincas, con dos tipos de perfiles distintos con un tratamiento superficial galvanizado en caliente, 8 perfiles tipo IPE 120, 4 a un lado y 4 al otro, con un perfil central HE-A 140. Sobre cada uno de los perfiles IPE 120 se monta una corona de giro y sobre el perfil HE-A 140 se monta el conjunto motor-reductor. A ambos lados del reductor sale un perfil de sección cuadrada, con un tratamiento superficial galvanizado en caliente, uniendo todas las coronas, permitiendo transmitir el giro a todo el conjunto. Sobre este perfil se monta la subestructura, de aluminio, sobre la que irán fijados los paneles, empleando para este cometido tornillería de acero inoxidable.

Los perfiles hincados al terreno dispondrán de una longitud total de 3 m, hincando 2 m en el terreno, de acuerdo con el resultado del informe pull-out test elaborado a tal efecto.

Las características del seguidor son:

DATOS BÁSICOS	
Tipo de Seguimiento	1-eje
Superficie modular hasta	170 m2
Max. superficie modular (Ancho x alto)	2 x 11,57 m x 3,4 m
Certificaciones	CE, UL, CSA
ESTRUCTURA	
Materiales	Acero galvanizado en caliente, aluminio, sintéticos
Galvanización	EN ISO 1461 o comparable
Tipo de enlace	Conexión atornillada, sin soldadura en el sitio
Certificado de estática	Si
MOTOR	
Principio	Accionamiento rotativo sin mantenimiento
Ángulo Este-Oeste (con nieve)	+50°/ -70°
Ángulo Este-Oeste (sin nieve)	max. ±55° (Variabilidad ajustable)
Velocidad de giro	18°/min.
Nivel de sonido (sin carga)	50 dB(A)
Índice de protección	IP 55
ELECTRÓNICA & CONTROL	
Tensión de funcionamiento	100 – 240 V AC / 50 – 60 Hz
Corriente de entrada nominal	0,78 A

Control	Tecnología - MLD
Índice de protección	IP 65
CONSUMO DE ENERGÍA (APROX.)	
Modo de control	1 W
Con actuador de funcionamiento	50 W – 336 W
POTENCIA DE SALIDA	
Tensión de salida	24 V DC
Corriente de salida (máx.)	3,1 A en 25 min / 5 A en 10 min / 14 A en 100 ms
CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	
Instalación sobre el nivel del mar	max. 2000 m
Temperatura ambiente permitida	-20°C – +50°C
Rango de humedad	5% – 95%
Velocidad de viento permitida	110 km/h
CONDICIONES DEL TERRENO	
Max. inclinación del suelo E – W	10°
Max. inclinación del suelo N - S	10°
TOLERANCIA DE HINCADO DE LOS PILARES	
Precisión de hincado con los ejes	Máx. +/- 20 mm
Ángulo de giro del eje	Máx. +/- 5°
Precisión de hincado en altura	Máx. +/- 10 mm

Cada seguidor viene equipado con un sistema de control de inclinación por seguimiento activo con optimización de irradiancia, tipo MLD, al estar evaluando de forma constante la irradiación permite asegurar que los paneles estarán orientados hacia el punto de máxima radiación. Otra ventaja también es que, al no depender de un control central para la orientación, en caso de que falle el sensor sólo se “pierde” el funcionamiento de un seguidor, siguiendo funcionando los otros de forma autónoma.

Se ha previsto la instalación de un total de 48 seguidores, en cada seguidor se montarán 52 módulos solares, dichos módulos se conectan en serie en grupos de 26, formando cada grupo una serie, constituyendo un total de 96 series o strings.

Cada seguidor incorpora un armario con la electrónica de control, que gestiona por una parte la radiación solar que capta el sensor y por otra, basándose en esta radiación, da las órdenes al motor-reductor. Con objeto de proteger la instalación, en caso de fuerte viento, y que no se produzcan daños a la estructura, se montará un anemómetro que irá cableado a un armario de

control y desde este armario de control se llevará una señal mediante un cable de tipo RZ1-K 0,6/1 kV 2x2x0,5 mm2 a los armarios de control de todos los seguidores, para que llegado el caso actúen en consecuencia.

Para el gobierno de forma manual del conjunto de todos los seguidores, para hacer tareas de mantenimiento, limpieza, etc…, se incorporará otro armario de control equipado con un joystik y cableado mediante la misma manguera descrita en el apartado anterior a todos los armarios de control de los seguidores

10.5.5 Inversores

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fijos).

Los inversores serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día. serán de onda senoidal pura.

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de las cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

– Tensión de entrada fuera del margen de operación.

– Desconexión del acumulador.

– Cortocircuito en la salida de corriente alterna.

– Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

– Sobretensiones de CC Tipo II

– Sobretensiones de CA Tipo II

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

ENTRADA Vcc

- Voltaje de entrada máx: 1.500V
- Corriente máx por MPPT: 26A
- Corriente de cortocircuito máx por MPPT: 40ª
- Voltaje de entrada inicial: 550V
- Rango de voltaje de operación de MPPT: 500-1.500V
- Voltaje nominal de entrada: 1.080V
- Número de entradas: 18
- Número de MPPT: 9

SALIDA Vac

- Potencia nominal activa: 175.000W @40°C, 168.000 W @45°C, 160.000 W @50°C
- Potencia máx activa (cos□=1): 185.000 W
- Voltaje nominal de salida: 800V, 3W+PE
- Frecuencia nominal de red de AC: 50Hz / 60 Hz
- Corriente de salida nominal: 126,3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
- Máx. corriente de salida 134.9 A
- Rango de factor de potencia ajustable: 0.8 LG ... 0.8 LD
- Máx. distorsión armónica total: ＜3%

EFICIENCIA

- Eficiencia máxima 99.03%
- Eficiencia europea 98.69%

PROTECCIONES

- Dispositivo de desconexión del lado de entrada
- Protección anti-isla
- Protección contra sobrecorriente de AC
- Protección contra polaridad inversa de DC
- Monitoreo de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos
- Protección contra sobrecorriente de DC Tipo II
- Protección contra sobrecorriente de AC Tipo II
- Detección de resistencia de aislamiento DC
- Unidad de Monitoreo de la Corriente Residual

CARACTERISTICAS GENERALES

- Dimensiones (L x A x F): 1.035 x 700 x 365 mm
- Peso (con soporte de montaje): 84 kg
- Temperatura de operación: -25°C ~ 60°C
- Método de enfriamiento: Refrigeración inteligente con aire
- Máx. altitud de operación: 4,000 m
- Humedad relativa: 0 ~ 100%
- Conector de DC: Staubli MC4 EVO2
- Conector de AC: Terminal de PG resistente al agua + Conector OT/DT
- Grado de protección IP66

- Topología: Sin transformador

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

– UNE-EN 62109 :2011 Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos

– UNE-EN 50530:2011/A1:2013 Rendimiento global de los inversores fotovoltaicos conectados a la red

– UNE-EN 62116:2014 V2 Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.

– UNE-EN IEC 60068-2-5:2018 Ensayos ambientales. Ensayo Sa: Radiación solar simulada a nivel del suelo y guía para ensayos de radiación solar.

– UNE-EN 61683:2001 Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante).

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

– Potencia nominal (VA)

– Tensión nominal de entrada (V)

– Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida

– Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie

– Polaridad y terminales

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

10.5.6 Centro de transformación

Puesto que el punto de evacuación de la planta fotovoltaica es diferente a la tensión de utilización en la estación de bombeo se debe modificar la tensión de generación de los inversores, para ello se utilizará un transformador en baño de aceite de potencia y tensión secundaria adecuada según lo especificado en los documentos PLANOS Y PRESUPUESTO. Este transformador será fabricado según la norma UNE-EN60076.

La protección interna de dicho transformador se realizará mediante la instalación de un relé tipo DGTP2 el cual proporciona el control de la temperatura interna del equipo, la detección de gases internos en el equipo y la generación interna de una sobrepresión. El neutro del transformador será conectado a tierra en el lado de 800V, se instalará un transformador diferencial con objeto de detectar el paso de corriente por la puesta a tierra. Todas estas protecciones del transformador deberán ordenar la apertura de los correspondientes interruptores automáticos tanto en el lado de 690 V como en el de 800V dejando, en caso de avería, el transformador aislado de ambas instalaciones.

10.5.7 Componentes de los cuadros eléctricos de baja tensión

ENVOLVENTE METÁLICA.

La envolvente es la parte del cuadro eléctrico que constituye el cierre del mismo y tiene como fin impedir a las personas entrar en contacto accidental con las partes en tensión y proteger el equipo interior contra la acción de agentes exteriores.

Las envolventes serán de chapa de acero de 1,5 mm de espesor mínimo, puerta 2 mm. El grado de protección de las envolventes de cuadros para interior corresponderá al IP 55 según la norma EN 60529 y NEMA 12. Dispondrán de marcado CE.

Todas las partes metálicas de la envolvente se protegerán contra la corrosión mediante un tratamiento de pintura en 3 fases aplicado tanto interior como exteriormente. Esta protección proporcionará la resistencia a:

- Aceites minerales.
- Lubricantes.
- Emulsiones.

- Disolventes (durante corto tiempo, por ej. Para la limpieza).
- Ácidos débiles y bases.

Según el esquema eléctrico que se deba realizar, y por tanto los aparatos que deban contener, los cuadros de baja tensión podrán estar formados por la combinación de varios elementos modulares.

En la zona de entrada de conductores, tanto si son cables aislados como si son pletinas desnudas, el material de la envolvente será de chapa galvanizada.

En todos los cuadros la entrada será necesariamente a través de prensaestopas de poliamida o si se tratase de cables de diámetro mayor al soportado por los de poliamida metálicos de latón niquelado, por la parte inferior del cuadro.

La envolvente (formada por puertas, techos, panel lateral y frontal) llevará una toma de tierra con una grapa terminal para cables de 6 a 12 mm de diámetro.

Los cuadros serán completamente montados en fábrica-taller, lo cual incluirá el montaje y cableado completo, de tal manera que en obra solamente sea necesario la instalación de los cuadros y las conexiones de los cables de entrada y salida.

La disposición de los aparatos eléctricos se hará sobre un panel bastidor en aquellos en que no se especifique en las mediciones, éste se fijará sobre el fondo en el interior del cuadro.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas con tapa desmontable desde el interior del cuadro.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las paredes adyacentes de otros elementos una distancia mínima del 30% de la dimensión del aparato en la dirección considerada, esta distancia cumplirá, además, con las recomendaciones de los fabricantes de aparatos, y será adecuado para que el cuadro cumpla las condiciones exigidas por esta especificación.

La temperatura máxima permisible en cualquier punto del cuadro o de sus componentes será de 45ºC. No obstante, se adoptarán las medidas necesarias de ventilación o refrigeración que limite la temperatura a los valores especificados por los fabricantes de los citados equipos instalando los equipos especificados en las mediciones.

ACCESIBILIDAD.

Todos los equipos del cuadro deberán ser accesibles para ensayos y mantenimiento desde la parte frontal y/o la parte posterior sin interferir con cualquier equipo adyacente.

Los interruptores automáticos deberán ser accesibles desde el frente del cuadro abriendo la puerta de la celda correspondiente.

Las salidas de todos los cables se harán por la parte inferior del cuadro.

Todos los equipos auxiliares deberán ser montados en posición fácilmente accesible. El ajuste de los relés deberá ser posible sin desconectar la alimentación a otros equipos. Todos los elementos auxiliares se podrán desmontar sin necesidad de quitar tensión a partes que afecten a otros cubículos o celdas. Incluso las bases si se trata de material enchufable.

La disposición de los aparatos eléctricos se hará sobre un panel o bastidor de chapa perforada o ranurada que a su vez se fijará sobre el fondo en el interior del cuadro.

POSIBILIDADES DE AMPLIACIÓN.

Los cuadros podrán ser ampliables por ambos extremos, para tal fin se utilizarán armarios ensamblables. La ampliación podrá hacerse sin modificar la columna adyacente.

INTERCAMBIABILIDAD.

Todos los interruptores automáticos, transformadores, relés, etc. que tengan las mismas características, deberán ser intercambiables entre sí.

TRANSPORTE.

Los cuadros serán montados en fábrica-taller, formando, si por sus dimensiones es posible, un solo conjunto.

Si por limitación de las dimensiones de transporte fuese necesario dividir un cuadro en secciones, el número de éstas será tal que se consiga un montaje mínimo de obra. Todos los elementos para la interconexión de secciones y para su montaje en obra serán suministrados por el fabricante.

Cada sección de cuadro a transportar incluirá sus propios cáncamos de elevación.

RÓTULOS.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente y parte posterior de cada celda, así como en el interruptor correspondiente. Se utilizará el mismo modelo en todos los cuadros eléctricos de la instalación.

Las etiquetas de identificación, serán de ABS laminado del tipo GRAFLUX, de color blanco con las letras de 6 mm de altura grabadas en negro. Su fijación se realizará mediante pegado resistente.

INTERRUPTORES DE BASTIDOR ABIERTO.

Se utilizarán interruptores de bastidor abierto en aquellas posiciones que vengan especificadas en las mediciones, serán de construcción de gran robustez y de fácil montaje. Las bornas, como todos los órganos auxiliares de señal y protección, serán fácilmente accesibles para proceder a sus conexiones y revisiones. Los apagachispas deberán tener un aislamiento especial, para evitar la propagación del arco entre fases. Los contactos serán de cobre platinado que garanticen un contacto lineal de resistencia, no debiéndose alterar por oxidación o suciedad. Además, cumplirán con las siguientes características:

Performance levels			/E9	/E9	H/E10
Rated uninterrupted current Iu @ 40°C		A]	250	250	2500
		A]	000	000	
		A]	500	500	
Neutral pole current-carrying capacity for 4-pole CBs		%Iu]	00	00	
Rated service voltage Ue		V]	00	00	1000
Rated ultimate short-circuit breaking capacity Icu	80 0V	kA]	0	5	
	90 0V	kA]	0	5	
	1000V [kA]				50
Rated service short-circuit breaking capacity Ics [%Icu]			00	00	100
Rated short-time withstand current Icw	(1s) 800V [kA]		0	5	
	(3s) 800V [kA]		0	5	
	(1s) 900V [kA]		0	5	
	(3s) 900V [kA]		0	5	
	(1s) 1000V	[kA]			50
	(3s) 1000V	[kA]			50
Rated short-circuit making capacity (peak value) Icm	800V [kA]		05	43	
	900V [kA]		05	43	
	1000V [kA]				105
Utilization category (according to IEC 60947-2)					B

INTERRUPTORES DE CAJA MOLDEADA.

Se utilizarán interruptores de caja moldeada en aquellas posiciones que vengan especificadas en las mediciones, serán de construcción de gran robustez y de fácil montaje. Las bornas, como todos los órganos auxiliares de señal y protección, serán fácilmente accesibles para proceder a sus conexiones y revisiones. Los apagachispas deberán tener un aislamiento especial, para evitar la propagación del arco entre fases. Los contactos serán de cobre platinado que garanticen un contacto lineal de resistencia, no debiéndose alterar por oxidación o suciedad. Además, cumplirán con las siguientes características:

rated uninterrupted current (without 4000 mt derating)	80, 100, 125, 160, 200, 250
rated service voltage	800V AC
rated impulse withstand voltage, Uimp	8kV
Distribution System	IT, Tn
rated breaking capacity, Icu	25 kA
rated service breaking capacity, Ics	12 kA
Category of use (IEC 60947-2)	A
Behavior on isolation	yes
reference Standards	GB14048.2/IEC60947.2
Product Certification	IeC - CCC
Trip unit type	Thermomagnetic TmA
Pole	3P/4P
Class of pollution	III
reference altitude	4000 mt
Working Temperature	-25 + 70
electrical life	2000
mechanical life	20000
Electronic operations @ - 40° C	5
Fixed / W	Fixed
Terminals (cables, busbars)	Front, FcCuAl (1x185),FcCu (1x185)

10.5.8 Sistema de monitorización.

El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

– Tensión y corriente CC del generador.

– Estado del Inversor

– Valores instantáneos e históricos de energía generada por la planta fotovoltaica

– Valores instantáneos e históricos de energía total consumida por la instalación

– Valores instantáneos e históricos de energía neta consumida de la red de distribución

– Estado del Inversor

– Radiación solar y temperatura ambiente en la instalación tomada por la estación meteorológica.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario mediante el acceso al servidor web integrado en el sistema de monitorización. Se integrará un acceso directo a dicho sistema de monitorización en los sistemas de control existente en la Comunidad de Regantes, así como los datos de generación y consumo en tiempo real.

La instalación proyectada debe estar considerada como inyección cero, tal y como consta en el RD 244/2019, las instalaciones de autoconsumo sin excedentes independientemente de que se conecten a la red de baja tensión o a la de alta tensión, con generación y regulación en baja tensión, deberán disponer de un sistema que evite el vertido de energía a la red de distribución que cumpla los requisitos y ensayos del nuevo anexo I de la ITC-BT-40.

10.5.9 Conductores.

La parte de corriente continua comprende la interconexión de los módulos fotovoltaicos y la línea de conexión con los inversores. Los conductores que unen los módulos fotovoltaicos con las cajas de interconexión, protección y comprobación serán de cobre recocido estañado, unipolares, tensión asignada de 1,8/1,8kV, tipo H1Z2Z2-K, aislamiento y cubierta exterior de elastómero reticulado de baja emisión de humos y gases corrosivos, con secciones comprendidas de 4 mm2 a 10 mm2.

El cálculo de la sección de los conductores de corriente continua se realiza teniendo en cuenta que el valor máximo de caída de tensión no superará el 1,5 % de la tensión en el punto de máxima potencia de la agrupación de conductores del string.

A la salida de cada String se colocará una caja de interconexión, protección y comprobación, esta caja será aislante y contendrá en su interior 2 fusibles de 20 A. El objeto principal de esta caja es la realización de mediciones de tensión con la instalación en carga y el seccionamiento y aislamiento de forma segura e independiente para cada serie.

Todas las conexiones eléctricas realizadas en corriente continua, salvo las realizadas en las cajas de interconexión se realizarán con conectores tipo MC4 con las siguientes características:

Clase de protección: 2

Corriente nominal: 22 (2,5 mm2), 30 A (4,6 mm2)

Grado de protección: IP2X, sin acoplamiento, IP67, acoplado

Voltaje de funcionamiento: 1500 V DC

Contacto resistencia: menos de 0,5 mΩ

Rango de temperatura: -40 C ~ +90 C

Clase: UL94-VO o UL94-5VA

Cable conveniente: 2.5mm2, 4mm2, 6mm2

Resistencia del contacto: ≤ 0,2 mΩ

Grado impermeable: IP67

Material de aislamiento: PPO + PA

Material del contacto: cobre plateado

La parte corriente alterna comienza en los bornes de salida de los inversores, los cuales generan corriente eléctrica a una tensión de 800V, la energía generada por éstos se conducirá hasta el Cuadro General de Baja Tensión 800V de la planta fotovoltaica. Los conductores a emplear serán de aluminio, unipolares, con aislamiento de XLPE, tensión asignada 0.6/1kV y secciones comprendidas entre 150 mm2 y 240 mm2, dependiendo de la longitud del tramo, serán tendidos bajo canalización subterránea.

Todos los conductores serán de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, de acuerdo con los estándares establecidos para este tipo de instalaciones, según las normas UNE-HD 603-5X,UNE-EN 60332-1-2, IEC 60332-1-2, UNE-EN 60754-1, IEC 60754-1, UNE-EN 60754-2, IEC 60754-2,UNE-EN 61034, IEC 61034, UNE 21 022, UNE 21 167-1, UNE HD 603-5N, UNE 21123, UNE-HD 603, UNE 21030 y deberán tener clasificación CPR según EN 50575.

El recorrido de los cables se elegirá de manera que las estructuras existentes presten protección física a los cables. En el caso de que haya cables de diferente tensión en el mismo canal, se agruparán por clases de tensión.

Se preverá en los canales espacio suficiente de reserva para la adición de un 50% de cables.

Cuando los cables contengan un conductor de tierra, será continuo desde el punto de alimentación hasta el equipo. Cuando el equipo, cajas de derivación, etc., esté equipado con terminales de tierra, el conductor de tierra se conectará a los mismos. De no estar previsto este terminal, el Contratista tendrá que realizar una conexión adecuada. Los tornillos de sujeción de la tapa no se consideran como adecuados para este fin. Los cables se conectarán a los equipos por medio de accesorios terminales adecuados.

En las acometidas con los cables de baja tensión se realizará una coca, si su diámetro se lo permite. Esta coca se fijará con brida de plástico apta para montaje intemperie.

Cada cable se identificará mediante banda plástico con el número del cable estampado. Estas se pondrán en los cables siempre que éstos entren o salgan de bandejas o escalerillas y en las acometidas a receptores, cuadros eléctricos o a las cajas de derivación cuando éstas existan.

En tendidos largos se preverá que los cables puedan expansionarse sin que les afecte las dilataciones de los soportes del cable producidas por cambios de temperatura.

10.5.9.1 EMPALMES Y TERMINALES DE CABLES.

Como norma general, no se permitirá ningún tipo de empalme en los cables. Todos los empalmes y terminaciones de cables se harán cuidadosamente, siguiendo las instrucciones del fabricante para cada tipo de cable.

Cuando los cables aislados estén dotados de pantallas de cinta metálica la terminación de las mismas se hará de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cable. Estas pantallas se terminarán en forma de "Cono equipotencial" y con la cinta metálica conectada a tierra.

Las terminaciones de cables y conductores en los equipos se harán con terminales de pala en conectores con arandelas planas, arandelas, tuercas y tornillos de material resistente a la corrosión. Estos terminales estarán fabricados a partir de tubo de cobre electrolítico, poseerán además un agujero de inspección para asegurar la correcta introducción del conductor. También estarán estañados para evitar su oxidación. Estos terminales serán válidos para conductores rígidos y flexibles.

Los conductores de hilos múltiples se conectarán por medio de terminales del tipo de anillo o punteras de conexión.

Los terminales se aislarán mediante tubos termorretráctiles de pared gruesa, no admitiéndose las cintas aislantes de PVC convencionales.

10.5.9.2 MATERIALES.

El material conductor para todos los conductores empleados será el cobre o el aluminio y los conductores serán de las características definidas en las mediciones.

El aislamiento estará constituido por una capa de mezcla aislante de etileno-propileno. La máxima temperatura admisible será de 90ºC y la máxima temperatura en cortocircuito será de 250 ºC. A no ser que se especifiquen otros.

La cubierta estará constituida por una capa de poliolefina termoplástica libre de halógenos. No propagador de la llama, no propagador del incendio, libre de halógenos y reducida emisión de humos, cumplirán con las normas UNE 21123-4, UNE-EN 50265-1, UNE-EN 50266-1, UNE-

EN 50267-1-2, UNE-EN 50268-1-2. De buena resistencia a la humedad y a la intemperie. A no ser que se especifiquen otros.

10.5.10 Bandejas, canales protectoras y amarres.

Las bandejas y canales protectoras para la protección y distribución del cableado en instalación exterior serán de material aislante y no precisarán puesta a tierra. De materia prima hasta 90ºC o equivalente y color gris claro RAL 7035 y RAL 7038 respectivamente.

Tendrán un buen comportamiento frente a los UV en instalaciones exteriores demostrable con referencias de obras en la zona de, al menos 30 años de antigüedad, adicionalmente dispondrán de certificación UL LISTED s/UL 568 como "suitable for outdoor". Resistencia a la corrosión húmeda y salina según EN 61537 y requerimientos de REBT 2002/ITC-BT-30. Resistencia a la corrosión ISO/TR 10358, DIN 8061. En presencia de dilataciones/contracciones se recomienda emplear perno para fijar las uniones y cubrejuntas para evitar la pérdida de grado IP en las juntas.

Los sistemas de bandejas cumplirán la norma Europea de Bandejas EN 61537:2007 con clasificación acreditada por el fabricante, mediante marcas de calidad emitidas por organismos de certificación internacionalmente acreditados como por ejemplo Marca N de AENOR: Carga admisible: 100% de su capacidad s/ensayo tipo I, para distancias entre apoyos de 1,5 m a 40 ºC y 1 m a 60ºC, rango de temperaturas de servicio de -20 ºC a +60ºC y, tal como indica la norma, ensayo de resistencia al impacto realizado a -20ºC con un valor mínimo de 20J. Para verificar estas características en obra, se exigirá que los perfiles de bandeja incorporen el marcado de estas características sobre la pieza.

Las bridas para el atado de cableados en intemperie en instalaciones fotovoltaicas aislante, libre de halógenos, estabilizada a la intemperie s/EN 62275:2015. Adecuada para uso exterior de acuerdo con ASTM D 6779-07. Conforme a la directiva RoHS II 2011/65/UE. Diseño de cabeza que asegure un buen anclaje y sujeción. Dentado interior que no daña al cableado.

Las bridas se clasificarán según la Norma de producto EN62275: Material: no metálico, Resistente a UV, Resistencia Mecánica: Clasificadas como tipo2, Rango de Tª de aplicación:-40ºC a 105ºC y con resistencia a la tracción en bucle (N) 220N para bridas de ancho 4,8 y de 530N para bridas de ancho 7,6mm. Clasificación según EN 62275.

10.5.11 Especificaciones de la ejecución de la obra

CAMINOS INTERIORES DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Los caminos interiores de la instalación solar fotovoltaica serán de zahorra natural tipo ZN25, de 5 metros de anchura y 0,3 metros de espesor con desbroce y ejecución de caja previa. La caja previa será de una profundad suficiente para eliminar en su totalidad la capa de terreno vegetal existente en la parcela. Incluso transporte, extendido, compactación y excavación previa. Completamente ejecutado.

APERTURA DE ZANJAS.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se procurará dejar un paso de 50 cm. (cincuenta centímetros) entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial. El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones se realizarán con los útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos de agua, deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar si es preciso, después lo más rápidamente posible, para evitar riesgos de desprendimientos en las paredes de la zanja, aumentando así, las dimensiones de la misma.

CIERRE DE ZANJAS.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 20 cm. de espesor, las cuales se compactarán al 95 % (noventa y cinco por ciento) de próctor modificado con terreno seleccionado procedente de la excavación. Para ello serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

CANALIZACIONES

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión. La separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 25 cm. (veinticinco centímetros). La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda

será como mínimo de 20 cm. (veinte centímetros). La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

El cable en todo su recorrido irá en el interior de tubos de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1,6 veces el diámetro del cable o del haz de cables. Para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de hormigón H-100 de 10 cm. (diez centímetros) de espesor. Se debe evitar la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente, y si es preciso, pozos de escape en relación al perfil altimétrico. En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m (quince o veinte metros) según el tipo de cable y la interdistancia de arquetas, para facilitar su tendido se dejarán catas abiertas de una longitud mínima de 200 cm. (doscientos centímetros) en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería. Una vez tendido el cable estas catas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

ARQUETAS

En las alineaciones, con la interdistancia que se indique en la Memoria y en los planos según el tipo de cable- y siempre en los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 120 cm. (ciento veinte centímetros).

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm. (veinticinco centímetros) por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura. Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

VALLADO PERIMETRAL

Se instalará un vallado perimetral compuesto por tubos galvanizados, colocados cada 3 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-25, de 48 mm de diámetro, 12 mm de espesor y 2,50 m de altura. 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

2,25 m de altura. Se colocarán 4 tirantas de alambre de 16 mm2 con sus tensores y tornillos correspondientes. Se realizarán al menos 2 accesos a la planta fotovoltaica mediante cancelas de 6 m de anchura y 2,25 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.

SISTEMA DE SEGURIDAD

El sistema de seguridad estará basado en un Sistema de Alarmas de Intrusión (SAI) y un Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) con analítica de vídeo. La Comunidad de Regantes tendrá libre acceso a la visualización en tiempo real de las alarmas registradas en el sistema de seguridad instalado, todo ello aun cuando este sistema quede integrado en la Central Receptora de Alarmas (CRA) homologada de la empresa de seguridad privada seleccionada.

OTRAS CONSIDERACIONES

La obra deberá adaptase a las condiciones de cultivo de la zona, no debiendo entorpecer o afectar en modo alguno el buen desarrollo de dichos cultivos, ni el acceso a las parcelas de la maquinaria, personal o vehículos que puedan intervenir en el desarrollo de las labores o la recolección de los citados cultivos.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar afección a los cultivos y/o las instalaciones colindantes a la actuación, por cualquier elemento (barro, polvo en suspensión, etc.) debido al tráfico rodado de camiones, vehículos y maquinaria implicada en la obra; así como sobre los viales de acceso a la parcela donde se ubica la actuación, ya sean estos públicos o privados.

Asimismo, habrán de tenerse en cuenta las prescripciones específicas para esta obra, tales como:

- Cumplimiento de las medidas medioambientales correctoras y preventivas durante la ejecución de las obras.
- Coordinación para la ejecución de las reposiciones de los servicios afectados en su caso (incluyen-do catas y sondeos si fuesen necesarios), accesos o viales, protección de tuberías, cables, cerramientos, vallados, afecciones en general, etc.
- Desvíos, ocupaciones, accesos provisionales, señalización (vertical, horizontal o gálibo) que pudieran afectar al tráfico rodado, incluyendo la identificación previa de los riesgos existentes.
- Adaptabilidad de las obras a la campaña de riego de la Comunidad de Regantes.

- Localización de materiales, clasificación y señalización de los mismos por su naturaleza (peligrosos, contaminantes, defectuosos, inservibles, etc.), incluyendo las medidas preventivas en materia de prevención de riesgos y de seguridad y salud que cada uno de ellos requiera.

- Establecimiento de un punto limpio temporal, durante la ejecución de la obra, hasta la retirada definitiva a vertedero de los materiales que lo requieran.

El coste del cumplimiento de estas prescripciones, así como de todas las medidas necesarias para su implementación eficaz, será por cuenta del Contratista adjudicatario, considerándose que está incluido en el precio del contrato, y no siendo por tanto objeto de abono adicional o independiente. Por lo que los licitadores deben tenerlo en cuenta al efecto de determinar su propuesta económica.

MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

Anexo 1: Informe geotécnico Sector II

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es.CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

INFORME GEOTÉCNICO
INFORME: 16/22, CÓDIGO: 9411/22

PFV SECTOR II

Mansilla de las Mulas

(León)

Peticionario:

EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A.

Badajoz, 19 de abril de 2022

ELABOREX S.L.
ENTRADA Nº:
SALIDA Nº: 172
FECHA: 19/04/22

ELABOREX se encuentra inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción y Obra Pública de la Consejería de Movilidad, Transporte y Vivienda de la Junta de Extremadura con el número EXT-L-014 (BADAJOZ) y EXT-L-036 (CÁCERES).

Edificación:
GT- Geotecnia.
VS - Viales.
PS - Pruebas de servicio.
EH – Hormigón estructural.
EA – Acero estructural.
EFA -Obras de fábrica y Albañilería.

Ingeniería Civil:
A – Suelos, firmes bituminosos y otros materiales.
B – Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados.
C – Productos metálicos y señalización.
D – Ensayos de reconocimiento geotécnico.

ELABOREX se encuentra inscrito en el Registro de Entidades de Control de Calidad de la Construcción y Obra Pública de la Consejería de Movilidad, Transporte y Vivienda de la Junta de Extremadura con el número EXT-E-003.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 3
2 INFORMACIÓN GENERAL 4
2.1 DENOMINACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA OBRA 4
2.2 DOCUMENTOS DE LA OFERTA 4
2.3 BIBLIOGRAFÍA 5
3 DATOS DEL EMPLAZAMIENTO 6
3.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL EMPLAZAMIENTO 6
3.2 MARCO GEOLÓGICO 7
3.2.1 Geología regional 9
3.2.2 Litología 10
3.2.3 Grado de sismicidad de la zona 10
4 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO 12
4.1 TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO EFECTUADOS 12
4.1.1 Calicatas 12
4.1.2 Pruebas continuas de penetración 13
4.1.3 Investigación del nivel freático 14
4.1.4 Toma de muestras 15
4.1.5 Ensayos de laboratorio 16
5 DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS 17
5.1 UNIDADES GEOTÉCNICAS DETECTADAS 17
5.2 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO 18
5.2.1 Análisis de los ensayos de penetración 18
5.2.2 Caracterización geotécnica de los niveles 20
6 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA 22
7 RESISTIVIDAD TÉRMICA 25
8 ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL TERRENO EN HORMIGONES 26
9 PARÁMETROS CONDICIONANTES DE LA CORROSIÓN EN ACEROS 27
9.1 AGRESIVIDAD SEGÚN LA DIN 50 929-3 27
9.2 AGRESIVIDAD AL ZINC 30
10 CRITERIOS DE RIPABILIDAD 32
11 RESUMEN Y CONCLUSIONES 33
ANEJO 1: PLANO DE SITUACIÓN 37
ANEJO 2: INFORME DEL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO 38

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN

Este informe tiene por objeto la exposición de forma ordenada y clara de toda la información obtenida de las investigaciones y ensayos realizados en la campaña geotécnica.

Desde finales de febrero del 2022 se ha realizado una campaña de exploración, destinada a caracterizar los parámetros geotécnicos de los terrenos donde se emplazará la planta fotovoltaica.

Los trabajos realizados, que dan lugar a la emisión de este informe, son los siguientes:

1. Reconocimiento geológico – geotécnico extensivo: calicatas y ensayos de penetración dinámica.

2. Realización de ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas en las calicatas.

3. Campaña de geofísica. Esta campaña ha consistido en una medida de resistividad eléctrica empleando una disposición de electrodos tipo Wenner, así como la realización de una resistividad térmica *in situ.*

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1 DENOMINACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA OBRA

El presente estudio geotécnico se redacta a petición de Empresa de Transformación Agraria, S.A. para el proyecto que se detalla en la tabla siguiente:

PROYECTO	PFV Sector II
TÉRMINO MUNICIPAL	Mansilla de las Mulas
PROVINCIA	León

2.2 DOCUMENTOS DE LA OFERTA

Los trabajos del presente informe se han realizado conforme a nuestra oferta de referencia 9411/22 convenientemente aceptada.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

No obstante, debido a que dicha oferta se basa en una estimación de los reconocimientos y ensayos, es posible que la realidad de estos difiera en su medición final debido a diferencia en profundidades, imposibilidad de ejecución de ensayos, etc.

2.3 BIBLIOGRAFÍA

Para la redacción de este informe, así como para la planificación de los trabajos, se han consultado las siguientes fuentes bibliográficas:

- Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. Ministerio de Fomento, 2002.
- Mapa geológico de España (IGME) Escala 1:50.000. Hoja 195 (Mansilla de las Mulas).
- Geología de España. J.A. Vera. Ministerios de Educación y Ciencia e IGME.
- Fotografía aérea y planos procedente del Instituto Geográfico Nacional.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

3 DATOS DEL EMPLAZAMIENTO

La zona de estudio se encuentra situada en las inmediaciones del término municipal de Mansilla de las Mulas, en la provincia de León. Esta localización se muestra seguidamente tomando una vista aérea de *Google Earth:*

En los anejos de este informe se incluyen mapas con la localización de la zona de estudio y de los reconocimientos de campo realizados.

3.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL EMPLAZAMIENTO

Con la herramienta del comparador de ortofotos del PNOA del Instituto Geográfico Nacional, se han obtenido las siguientes imágenes satelitales:

- Interministerial (1973-86)
- PNOA (2017)

Estas imágenes han sido comparadas con las actuales con la finalidad de poder detectar variaciones en los terrenos tanto de la zona de estudio como de los alrededores.

Del análisis de las imágenes, puede observarse como esta área ha cambiado morfológicamente debido a la canalización del arroyo que pasaba por las inmediaciones de la parcela en estudio. Además, puede observarse que justo por la zona por la que pasaba el arroyo se encuentra con un tono verde de vegetación más húmedo, por lo que no es descartable infiltraciones del agua a su cauce natural.

Comparación entre la imagen satelital del Vuelo Interministerial (1973-1986) y la del PNOA (2017)

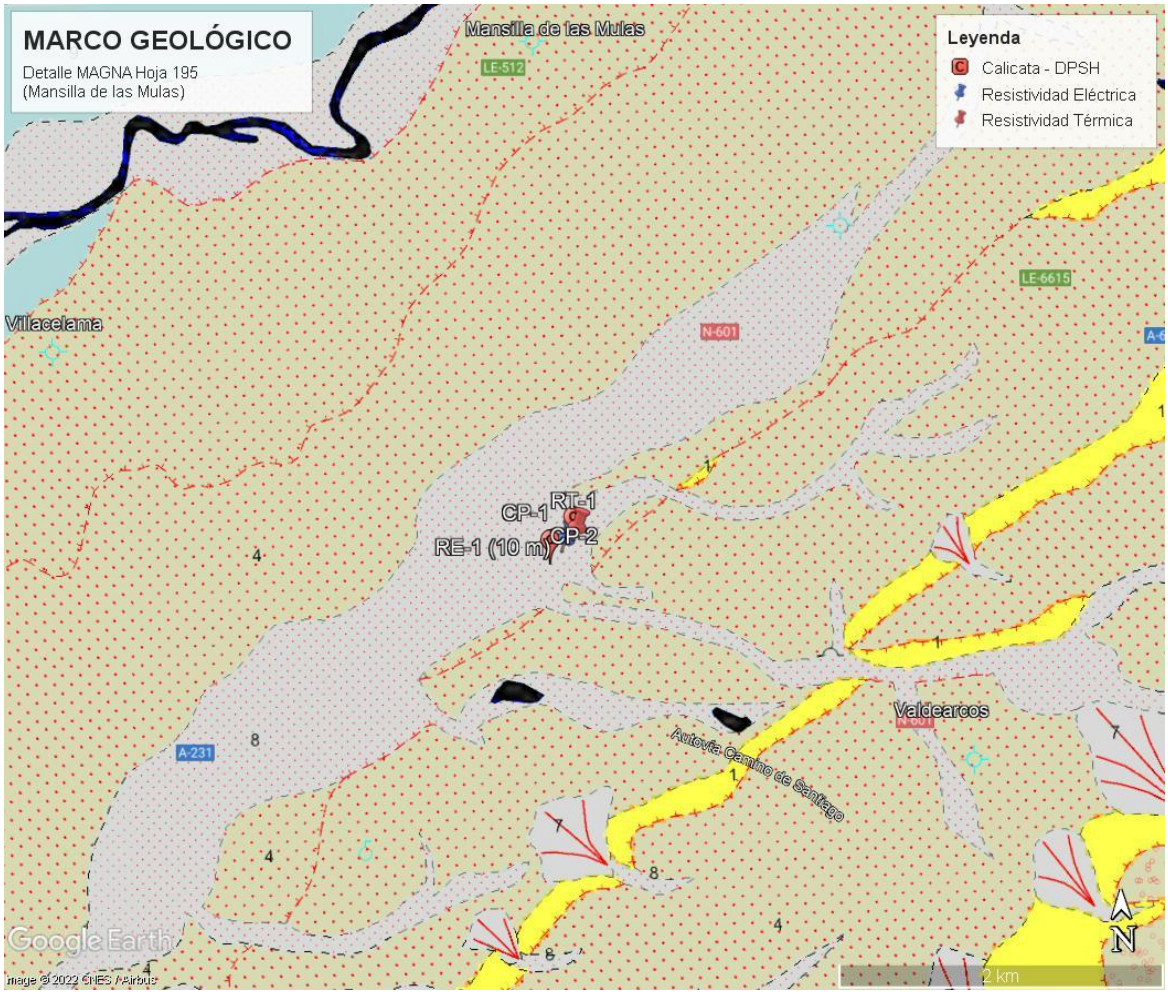
3.2 MARCO GEOLÓGICO

En base a la cartografía y documentación técnica oficial, así como a la visita realizada al solar, a continuación, se describen los aspectos más relevantes del mismo desde el punto de vista geológico.

La zona objeto de estudio se encuadra en la Hoja 195 (Mansilla de las Mulas) de la serie MAGNA a escala 1:50.000 del Instituto Geológico Minero de España, cuyo extracto se recoge a continuación:

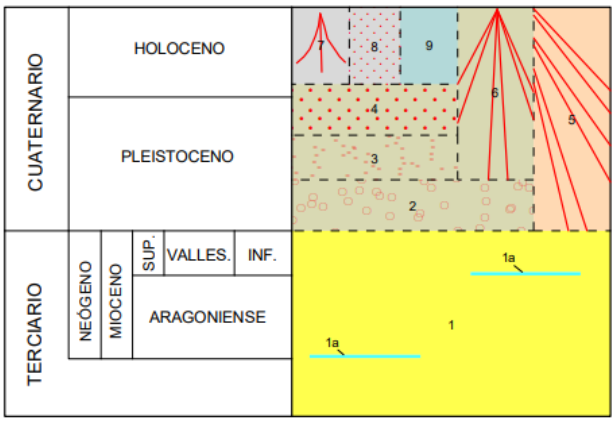
C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª



Mapa geológico detallado del área de estudio con los diferentes ensayos realizados. Hoja 195 (Mansilla de las Mulas). Escala: 1:50.000. Serie MAGNA. IGME

LEYENDA



9 Gravas, arenas y limos. Llanura de inundación
8 Gravas, arenas y limos. Lecho actual y fondos de valle
7 Cantos, limos y arenas. Abanicos y conos aluviales
6 Gravas, arenas y limos. Glacis
5 Gravas, arenas y limos. Glacis
4 Gravas silíceas y limos. Terrazas bajas
3 Gravas silíceas y limos. Terrazas medias
2 Gravas silíceas y limos. Terrazas altas
1a Niveles de calcretas
1 Arenas y limos con concreciones carbonatadas. Conglomerados polimícticos (cantos calcáreos y silíceos)

Leyenda del mapa geológico del área de estudio. Hoja 195 (Mansilla de las Mulas). Serie MAGNA. IGME

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

3.2.1 Geología regional

La Hoja de MANSILLA DE LAS MULAS (195) se encuentra situada en la Submeseta Septentrional, en el sector noroccidental de Cuenca del Duero, próxima al borde con la Cordillera Cantábrica.

Por lo que respecta a la red fluvial, el rasgo más característico es la confluencia de los ríos Esla y Porma en el extremo NO de la Hoja. Precisamente el Río Esla es el principal colector del sector NO de la Cuenca del Duero y de las áreas adyacentes, aportando sus aguas al Río Duero. El resto de la Hoja está caracterizada por una serie de arroyos de escasa importancia que vierten aguas bien hacia el Esla o bien hacia el Cea, que surca la parte meridional de la vecina Hoja de Valencia de Don Juan. La divisoria de aguas entre estos dos tipos de arroyos se encuentra aproximadamente hacia la mitad de la Hoja, con una directriz norte-sur desde Matadeón de los Oteros hasta Santas Martas, donde adquiere un rumbo NE-SO hasta el límite norte de la Hoja.

El relieve en general es suave oscilando la altitud entre los 918 m al norte de Villamuñío y los 760 m en la esquina SO de la Hoja. La zona más elevada se encuentra en el extremo NE y corresponde al interfluvio entre las terrazas más altas del Río del Esla y las del Río Cea, situadas ya en la Hoja de Sahagún.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Mansilla de las Mulas, se ubica dentro de la Cuenca del Duero aflorando en ella sedimentos continentales pertenecientes al Terciario y al Cuaternario. Se encuentra, además, próxima al borde centro-meridional de la Cordillera Cantábrica. La importante elevación y el carácter de borde tectónicamente activo, correspondiente al flanco sur de dicha Cordillera, han condicionado la sedimentación terciaria adyacente.

El sistema fundamental de entrada y distribución de materiales a la cuenca a través de este borde tuvo lugar mediante un conjunto de grandes abanicos aluviales, que, con diferente desarrollo y composición, se solapan y superponen en un lapso de tiempo comprendido, entre el Paleógeno inferior y el Pleistoceno inferior. La Cuenca del Duero, y en concreto el entorno que nos ocupa, durante el Cuaternario ha sufrido un importante proceso de erosión, ocupando las formaciones superficiales de origen fluvial, amplias extensiones.

La Hoja se caracteriza por la presencia de sedimentos neógenos correspondientes a la Cuenca del Duero. Los materiales que afloran se pueden asignar a dos grandes conjuntos pertenecientes a ciclos sedimentarios con distinto significado. Por un lado, los sedimentos terciarios correspondientes al relleno continental de la depresión, y por otro, los asociados al proceso de erosión y vaciado de la Cuenca, que tienen carácter de recubrimiento, son asignados al Cuaternario.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

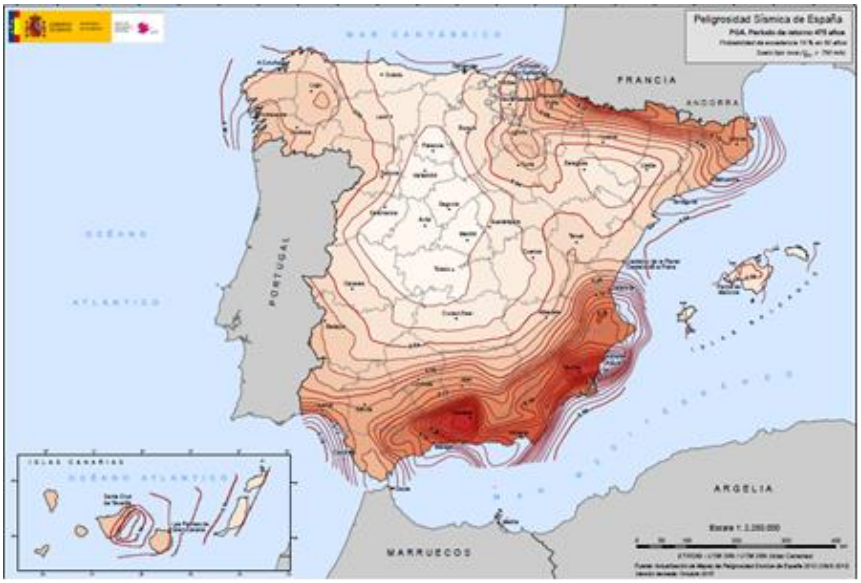
3.2.2 Litología

Desde la rasante actual, los materiales que componen el subsuelo están formados por un nivel de terreno vegetal, con un espesor entre 0,20 y 0,30 metros.

A continuación, se ha observado un nivel de gravas silíceas redondeadas con un diámetro de hasta 10 centímetros y dispersas en una matriz arcillo-arenosa de tonalidad marronácea, hasta la profundidad máxima alcanzada por la retroexcavadora (2,20 m).

3.2.3 Grado de sismicidad de la zona

La peligrosidad en España se define por medio del siguiente mapa de peligrosidad sísmica, según la norma sismorresistente NCSE-02, en vigor. Este mapa suministra, para cada punto del territorio y expresada en relación con el valor de la gravedad, la aceleración sísmica básica a_b, un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de 500 años.



El mapa suministra además los valores del coeficiente de contribución *K*, que tiene en cuenta la influencia en la peligrosidad sísmica de cada punto de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo.

Siguiendo los criterios marcados en el apartado 1.2.3. publicada en el BOE del 11 de octubre de 2002, de aplicación a todas las estructuras cuya orden de estudio no se hubiese cursado con anterioridad, se indica que no será necesaria la consideración de acciones sísmicas cuando:

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

$$a_b < 0{,}04g$$

$$a_c < 0{,}04g$$

a_b: aceleración sísmica horizontal básica.

a_c: aceleración sísmica horizontal de cálculo.

En el término municipal de Mansilla de las Mulas la aceleración sísmica es inferior a 0,04g, por lo que no es necesario tener en cuenta los posibles efectos del sismo.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

4 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

4.1 TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO EFECTUADOS

Los trabajos de reconocimiento del terreno realizados se resumen en la siguiente tabla:

CALICATAS	**Nº**	2		
ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH	**Nº**	2	**Longitud (m)**	2,8-1,0
GEOFISICA	**Resistividad eléctrica**		**Nº**	1
	Resistividad térmica			1

Esta programación se ha desarrollado en su totalidad y ha sido coordinada y supervisada por personal técnico especialista de ELABOREX.

Hay que mencionar que no obstante la representatividad de los reconocimientos avalada por el diseño de la campaña y la experiencia del equipo redactor del presente informe, los resultados recogidos en el mismo se corresponden con investigaciones puntuales realizadas en una época determinada. Por ello, no son descartables irregularidades o heterogeneidades no sistemáticas cuya detección excedería con creces el alcance del presente.

4.1.1 Calicatas

Se han realizado dos calicatas con la siguiente denominación, ubicación (sistema de coordenadas: UTM y Uso 30N) y profundidad alcanzada:

Denominación	Coordenadas		Profundidad de ensayo (m)
	X	Y	
C-1	301413	4704715	2,20
C-2	301263	4704579	2,00

Se entienden como calicatas las excavaciones de formas diversas (pozos, zanjas, rozas, etc.) que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y eventualmente la realización de ensayos *in situ*. Este tipo de reconocimiento es recomendable en casos de:

a) Profundidad de reconocimiento moderada (< 3 metros).

b) Terrenos excavables con pala mecánica o manualmente.

c) Ausencia de nivel freático en la profundidad reconocida o cuando existan aportaciones de agua moderadas en terrenos de baja permeabilidad.

d) Terrenos preferentemente cohesivos.

e) Terrenos granulares en los que las perforaciones de pequeño diámetro no serían representativas.

El reconocimiento del terreno mediante calicatas es especialmente adecuado cuando:

a) Se puede alcanzar en todos los puntos el estrato firme o resistente con garantía suficiente.

b) No sea necesario realizar pruebas *in situ* asociadas a sondeos (por ejemplo, ensayos de penetración estándar).

Se excluye esta posibilidad cuando el terreno de apoyo puede deteriorarse con la excavación y afectar a las futuras cimentaciones o crear problemas de inestabilidad para estructuras próximas.

En las paredes del terreno excavado, se pueden realizar ensayos *in situ* como el penetrómetro de bolsillo, con el fin de obtener una indicación orientativa del comportamiento del terreno, si bien no permiten deducir, en ningún caso, valores cuantitativos de la resistencia del terreno.

4.1.2 Pruebas continuas de penetración

Se han realizado dos ensayos de penetración dinámica tipo DPSH con la siguiente denominación, localización (sistema de coordenadas: UTM y Uso 30N) y profundidad:

Denominación	Coordenadas		Profundidad (m)
	X	Y	
P1	301413	4704715	2,80
P2	301263	4704579	1,00

Las pruebas de penetración proporcionan una medida indirecta, continua en el caso del ensayo DPSH o Borro, de la resistencia o deformabilidad del terreno, determinándose estas propiedades a través de correlaciones empíricas. Estos ensayos proporcionan una medición de la resistencia a la penetración de una puntaza mediante golpeo con una energía normalizada.

El empleo de penetrómetros normalizados garantiza que las correlaciones empleadas tienen la suficiente garantía y justificación. Es el caso de las pruebas tipo Borro, regulado por la NLT-261 y extensamente documentadas en la bibliografía técnica, o de las de tipo DPSH, reguladas por la norma UNE 103802 y UNE 103803.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

De igual manera permite utilizar las pruebas de penetración para la identificación de unidades geotécnicas, como complemento a los sondeos mecánicos o las calicatas.

Los penetrómetros mencionados tienen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	ENSAYO	
	DPSH	BORRO
Forma de la puntaza	Circular	Cuadrada
Sección de la puntaza (*A*)	20 cm^2	4*4 cm^2
Peso de la maza (*W*)	63,5 kg	63,5 kg
Altura de caída (*h*)	76 cm	50 cm
Avance de la puntaza (*d*)	20 cm	20 cm
Criterio de rechazo	*N* > 100	*N* > 200

No obstante, estas diferencias es posible establecer una equivalencia relativa entre los resultados de los ensayos en base a la energía específica aplicada mediante la expresión:

$$N_2\left(\frac{W_1 \cdot h_1}{d_1 \cdot A_1}\right) = N_1\left(\frac{W_2 \cdot h_2}{d_2 \cdot A_2}\right)$$

Donde para cada ensayo comparado, 1 y 2:

N es el número de golpes para la penetración característica *d*;

A es la sección transversal de la puntaza;

H, la altura de caída de la maza, de peso *W*.

En el presente reconocimiento las pruebas se han realizado con un penetrómetro dinámico portátil sobre orugas con golpeo automático de la marca TECOINSA.

4.1.3 Investigación del nivel freático

Se ha detectado nivel freático en ambas calicatas realizadas. El resultado obtenido ha sido el siguiente:

RECONOCIMIENTO	FECHA	PROFUNDIDAD (m)
C-1	23/02/2022	2,10
C-2	23/02/2022	1,80

No obstante, hay que insistir que los niveles detectados solo pueden considerarse fiables si se verifica su estabilidad con el tiempo y que no existe una fuente externa diferente, tal y como pueden suponer las filtraciones de captaciones cercanas, etc.

En el caso presente debido a la limitación temporal del plazo de ejecución de los trabajos, no se ha realizado un seguimiento en el tiempo para verificar dicha estabilidad, y a nivel informativo se incluye en la tabla anterior las fechas de las mediciones realizadas.

4.1.4 Toma de muestras

De los trabajos de reconocimientos en campo se han obtenido muestras para ejecutar sobre ellas con una fiabilidad suficiente los ensayos de laboratorio pertinentes según las determinaciones perseguidas.

Concretamente se han extraído las siguientes muestras a distintas profundidades, según sigue:

Ensayo de campo	Código de muestra	Profundidad (m)	Tipo de muestra
Calicata 1	1011	1,90	MA
Calicata 2	1014	1,70	MA

En función del proceso de toma, se pueden identificar tres tipos de muestras, atendiendo a la clasificación contenida en el Documento Básico SE-C “Cimientos”, que condicionan los tipos de ensayos que son posibles aplicar sobre ellas:

a) Muestras de categoría A: Son aquellas que mantiene inalteradas las siguientes propiedades del suelo: estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables. Es el caso de las que se identifican en el presente informe como “muestras inalteradas” (MI). Para su obtención es preciso emplear tomamuestras con unas dimensiones normalizadas según la siguiente tabla:

Tabla 3.13. Especificaciones categoría A de tomamuestras

Tipo de suelo	Sistema de hincado	Diámetro interior D_i	Despeje interior D	Relación de Areas R_a	Espesor zapata E	Angulo de zapata de corte
Arcillas, Limos, Arenas finas	Presión	> 70 mm	≤ 1%	≤ 15	≤ 2 mm	≤ 5º
Arenas medias Arenas gruesas Mezclas	Presión golpeo	> 80 mm	≤ 3 %	≤ 15	≤ 5 mm	≤ 10º

b) Muestras de categoría B: Son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables. Se incluyen aquí los denominados “testigos parafinados” (TP).

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

c) Muestras de categoría C: Se incluyen aquí todas aquellas muestras que no cumplen las especificaciones de la categoría B, conocidas como “muestras alteradas” (MA).

4.1.5 Ensayos de laboratorio

Sobre las muestras tomadas en campo se han realizado ensayos de laboratorio para conocer las características de identificación, estado y agresividad del terreno.

El total de ensayos realizados se resume en la siguiente tabla:

DETERMINACIÓN	NORMA	CANTIDAD
Granulometría	UNE-EN ISO 17892-4	2
Límites de Atterberg	UNE-EN ISO 17892-12	2
Humedad	UNE-EN ISO 17892-1	2
Capacidad tampón pH 4,3	DIN 50929	1
Capacidad tampón pH 7,0	DIN 50929	1
Ion sulfato	UNE 83963:2008	2
Ion cloruro	UNE EN 1744-1	2
pH	UNE ISO 10390:12	2
Sulfuros	DIN 50929	1

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

5 DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

En base a los criterios de naturaleza litológica, identificación y comportamiento mecánico es posible diferenciar los materiales detectados en los reconocimientos en una serie de niveles relativamente homogéneos. Esta caracterización se detalla en el siguiente apartado.

5.1 UNIDADES GEOTÉCNICAS DETECTADAS

El perfil geológico-geotécnico se distribuye en dos niveles que consisten, de techo a muro, en un recubrimiento de terreno vegetal bajo el cual se encuentran unas gravas silíceas redondeadas dispersas en una matriz arcillo-arenosa.

NIVEL 1: Terreno vegetal

Forma una capa con un espesor comprendido entre los 0,20 y 0,30 metros, encontrándose en la superficie de la zona objeto de estudio en el presente informe.

Se ha detectado su presencia en las calicatas con los siguientes espesores:

NIVEL 1: Terreno vegetal			
PROFUNDIDAD DETECTADA (m)			
ENSAYO	**TECHO**	**BASE**	**POTENCIA**
CALICATA 1	0,00	0,30	0,30
CALICATA 2	0,00	0,20	0,20
VALORES CARACTERÍSTICOS			
MÁXIMO	0,00	0,30	0,30
MÍNIMO	0,00	0,20	0,20
MEDIA	0,00	0,25	0,25
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0,00%	28,28%	28,28%

NIVEL 2: Gravas silíceas

Constituye una capa con un espesor de al menos 1,80 metros, situándose por debajo del nivel de terreno vegetal.

Se ha identificado su presencia en las calicatas con los siguientes espesores:

NIVEL 2: Gravas			
PROFUNDIDAD DETECTADA (m)			
ENSAYO	TECHO	BASE	POTENCIA
CALICATA 1	0,30	2,20	1,90
CALICATA 2	0,20	2,00	1,80

5.2 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO

Para cada una de las unidades geotécnicas detectadas se identifican a continuación los valores característicos de sus parámetros, deducidos en base a los ensayos y pruebas continuas.

5.2.1 Análisis de los ensayos de penetración

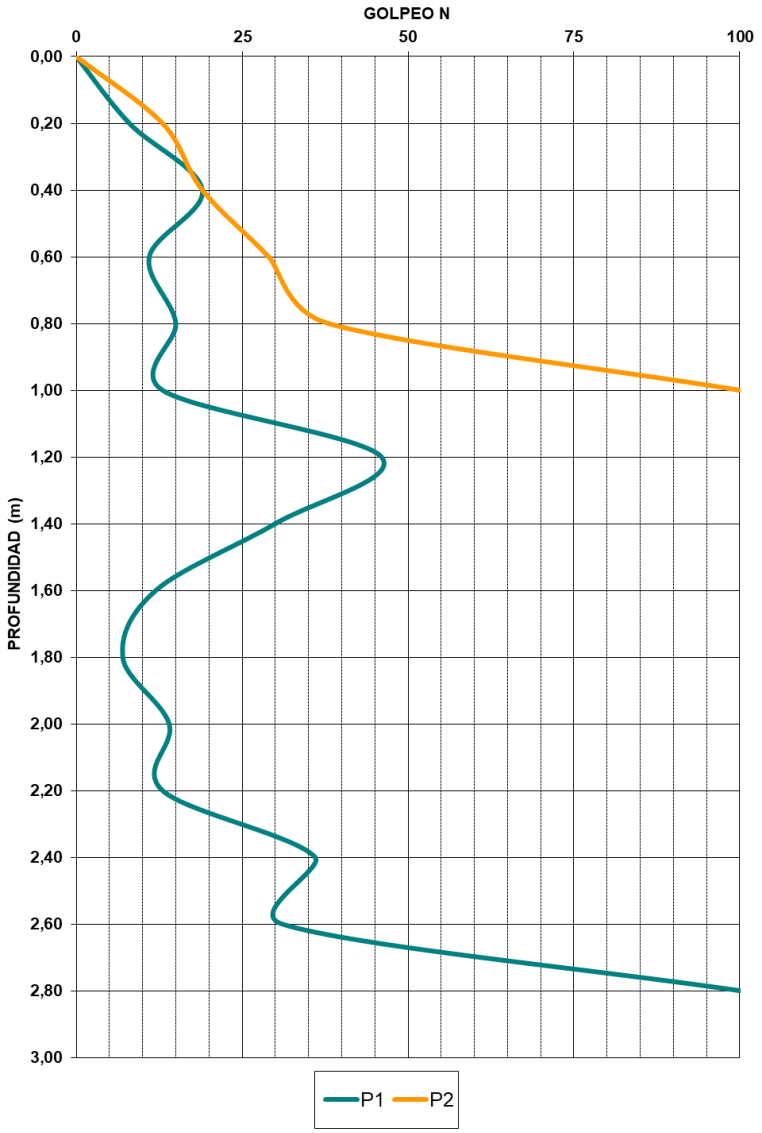
En base a los 2 ensayos de penetración dinámica llevados a cabo en la zona de la implantación de la planta fotovoltaica, se han alcanzado los rechazos en los ensayos a 1,00 y 2,80 metros de profundidad.

El resultado de la superposición de los golpeos obtenidos en las distintas pruebas continuas de penetración dinámica se resume en el siguiente gráfico ilustrativo:

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª



Según las propiedades de los materiales presentes y las pruebas dinámicas de penetración DPSH llevadas a cabo, es previsible la adopción de hinca directa para la cimentación de los módulos fotovoltaicos en la totalidad de la parcela, especialmente para profundidades a 1,50 metros. Esta hipótesis debería ser confirmada con la realización de ensayos p*ull out* y dependerá del tipo de perfil que se utilice.

Hay que mencionar que, aun siendo los resultados coherentes con la identificación propuesta, los resultados de penetración deben considerarse tan solo a modo de indicativo, dado que no permiten testificar los materiales atravesados. Además, sería preciso para una mejor correlación, nivelar topográficamente los puntos de reconocimiento y corregir las profundidades relativas aportadas.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

5.2.2 Caracterización geotécnica de los niveles

De los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras extraídas se obtienen las principales características desde el punto de vista geotécnico de los materiales atravesados, que se resumen en las siguientes tablas:

- **NIVEL 1 (Terreno vegetal):** Este nivel está constituido por terreno vegetal. No se han realizado ensayos de laboratorio debido a su escaso interés desde el punto de vista geotécnico.

- **NIVEL 2 (Gravas silíceas):** Litológicamente este nivel está constituido por gravas silíceas dispersas en una matriz arcillo-arenosa.

  Se ha tomado una muestra en cada una de las calicatas realizadas para su caracterización.

  La muestra procedente de la calicata 1, queda clasificada como grava arcillo-limosa con arena (GC) según la USCS.

  El contenido en finos (<0,08 mm) es del 13,0 % y el contenido en gruesos de tamaño superior a 2 mm presenta un valor del 66,0 %. La muestra analizada presenta una plasticidad baja con un límite líquido de 22,5 y un índice de plasticidad de 6,4.

  La muestra analizada procedente de la calicata 2, ha sido clasificada como grava pobremente gradada con limo con arena (GP-GM) según la USCS.

  El contenido en finos (<0,08mm) es del 9,0 % y el contenido en gruesos de tamaño superior a 2 mm presenta un valor del 43,0 %. Esta muestra carece de plasticidad.

  Relativo a los ensayos químicos, estos se abordan en detalle en los apartados 8 (Análisis de agresividad del terreno en hormigones) y 9 (Parámetros condicionantes de la corrosión en aceros).

  A continuación, se muestra la tabla resumen con los valores característicos:

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

RECONOCIMIENTO	CALICATA 1	CALICATA 2
MUESTRA	1011	1014
TIPO	MA	MA
PROFUNDIDAD (m)	1,9	1,7

IDENTIFICACIÓN			
Granulometría	% pasa tamiz 2 (mm)	34,0	23
	% pasa tamiz 0,080 (mm)	13,0	9
Plasticidad	Límite líquido	22,50	-
	Límite plástico	16,10	-
	Índice plasticidad	6,40	-

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS		
Ion sulfato (mg/Kg)	-	16,01
Ion cloruro (mg/Kg)	-	30,12
Contenido de sulfuros	-	0,00
pH	-	7,84
Humedad a 0,50 m(%)	6,6	-
Humedad a 1,00 m (%)	5,7	-
Capacidad tampon pH 4,3 (mmol/kg)	-	16,70
Capacidad tampon pH 7,0 (mmol/kg)	-	0,00

CLASIFICACIÓN U.S.C.S	GC	GP-GM

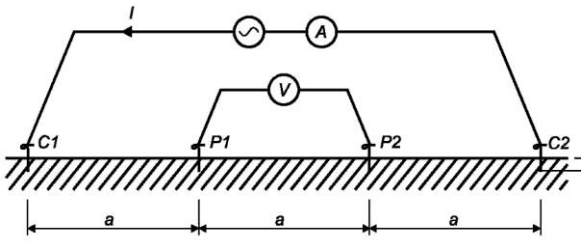
C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

6 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

Se ha realizado un ensayo de resistividad *in situ* a las profundidades de 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0, 6,0 y 10,0 metros. Las medidas se realizaron el día 23 de febrero del 2022 con unas condiciones de temperaturas y humedad medias.

Para la realización de las medidas se ha seguido una disposición de electrodos tipo Wenner. Tal como lo muestra el esquema de medición de la figura, los cuatro electrodos se ubican sobre un mismo eje; se inyecta corriente al terreno a través de los electrodos de corriente extremos y se mide la diferencia de potencial entre los electrodos de potencial internos.



Esquema con la distribución de los electrodos

Cada electrodo se separa de los demás una distancia "*a*" que se irá incrementado a medida que se quiera aumentar la profundidad de estudio. La profundidad de estudio a la cual se mide la resistividad es aproximadamente igual a la separación de los electrodos.

La resistividad viene definida por la ecuación simplificada:

$$\rho = 2\pi aR$$

El dispositivo utilizado es un telurómetro de la marca *GEOHM C* y para la medición de las condiciones ambientales un medidor de temperatura y humedad *PCE-ITF 5*.

Una posible clasificación estimativa de los terrenos de acuerdo con su resistividad como se muestra en la siguiente tabla:

Tipo de Terreno	Resistividad ρ (Ω m)
Terrenos vegetales y húmedos	10-50
Arcillas, limos	20-60
Arenas arcillosas	80-120
Fangos, Turbas	150-300
Arenas	250-500
Suelos pedregosos	300-400

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

Tipo de Terreno	Resistividad ρ (Ω m)
Rocas	1000-10000
Hormigón húmedo	100-240
Hormigón seco	10000-50000

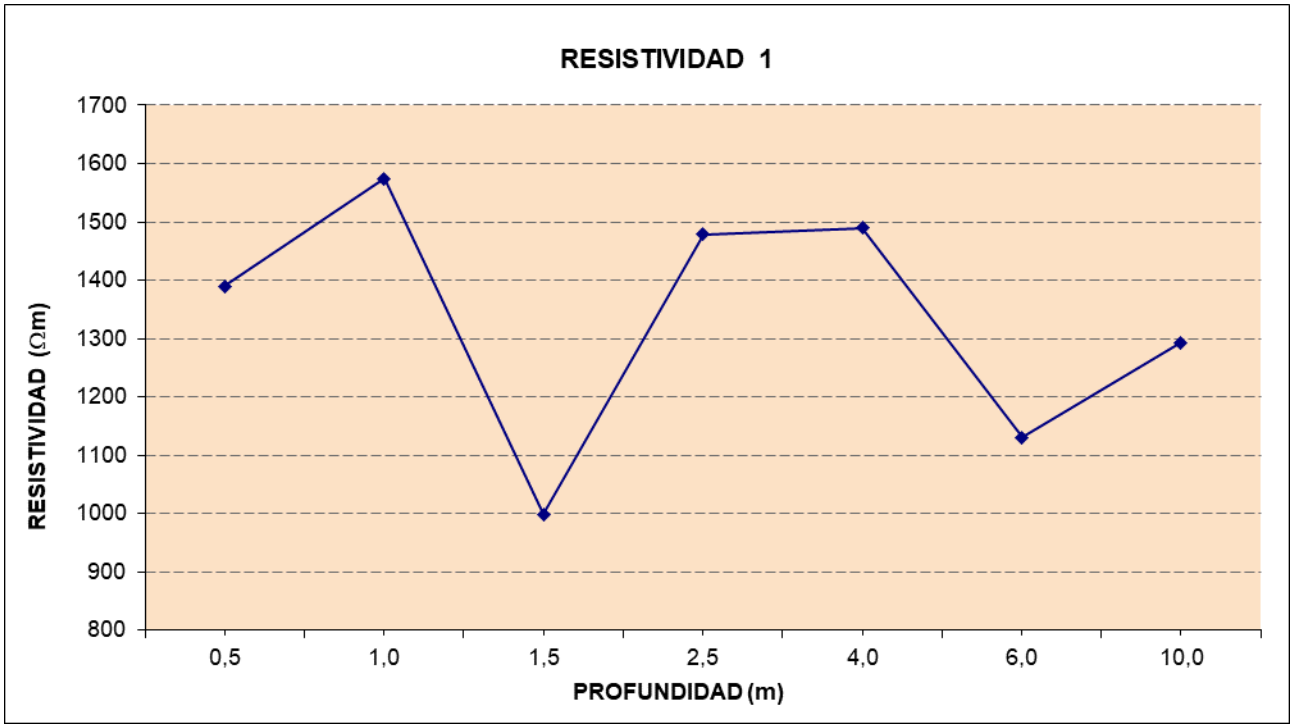
Valores característicos de resistividades para distintos tipos de terreno

Se ha ejecutado un ensayo de resistividad eléctrica distribuido en un único perfil a lo largo de la parcela con las siguientes coordenadas (sistema de coordenadas: UTM y Uso 30N):

Denominación	Coordenadas		Profundidad ensayo (m)
	X	Y	
RE-1	301335	4704643	10,00

Los resultados de las medidas realizadas, junto con las condiciones ambientales en el momento de la realización del ensayo, se muestran a continuación:

RE1							
DATOS DE LA MEDIDA							
FECHA	HORA	TEMPERATURA (ºC)			HUMEDAD (%)		
23/02/2022	12:30	16			48		
MEDIDA DE RESISTIVIDAD (Ωm)							
PUNTO	PROFUNDIDAD DE LA MEDIDA (m)						
	0,5	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10,0
X	1389	1574	999	1479	1490	1131	1294



C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

De las medidas de resistividad del terreno de la obra PFV Sector II, se puede concluir que:

- La resistividad eléctrica promedio obtenida en los primeros 1,50 metros de profundidad está comprendida entre 999 y 1574 Ω·m, siendo el valor medio de las medidas a esa profundidad de 1320 Ω·m.

- No se ha obtenido una tendencia clara en base al ensayo, si bien están en el mismo rango de medidas.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

7 RESISTIVIDAD TÉRMICA

Se ha realizado un ensayo de resistividad térmica con la siguiente denominación y localización (sistema de coordenadas: UTM y Uso 30N):

Denominación	Coordenadas	
	X	Y
RT-1 (C-1)	301413	4704715

En la resistividad térmica llevada a cabo se realizan dos lecturas a 0,50 y 1,00 metro de profundidad.

Los ensayos de resistividad térmica permiten establecer las características de conductividad / resistividad térmica del subsuelo.

Las medidas de resistividad se han tomado hincando los sensores del equipo de medición en las paredes de las calicatas excavadas al efecto. Además, se han anotado medidas de temperatura de la superficie y error del equipo empleado.

Para ello se ha utilizado el siguiente dispositivo:

- Medidor Tempos, equipado con sensor de aguja TR3.

Los valores obtenidos junto con sus fotografías se muestran en la tabla que sigue:

Denominación	Profundidad (m)	Resistividad (°Cm/W)	Conductividad (W/mK)	Temperatura (ºC)	Material	Humedad (%)
C1-RT1	0,50	0,579	1,726	7,9	Gravas silíceas	6,6
	1,00	0,429	2,33	8,62	Gravas silíceas	5,7

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

8 ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL TERRENO EN HORMIGONES

La clasificación de la agresividad química según se recoge en el artículo 27 “Criterios específicos para las estructuras de hormigón” del Código Estructural permite identificar el “tipo de ambiente” al que va a estar sometido un hormigón estructural. Este viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto y que pueden provocar su degradación.

En el Código Estructural, en el apartado 27.1 “Clases de exposición de los elementos de hormigón”, se establece una serie de clases específicas de exposición. Se clasifican de acuerdo con los siguientes criterios:

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Qa	Qb	Qc
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	Valor del pH	6,5 - 5,5	5,5 – 4,5	< 4,5
	CO_2 agresivo (mg/l)	15 – 40	40 – 100	> 100
	Ión Amonio (mg/l)	15 – 30	30 – 60	> 60
	Ión magnesio (mg/l)	300 – 1.000	1.000 – 3.000	> 3.000
	Ión sulfato (mg/l)	200 – 600	600 – 3.000	> 3.000
	Residuo seco (mg/l)	75 – 150	50 – 75	< 50
SUELO	Grado de acidez Baumann-Gully (ml/Kg)	> 200	(*)	(*)
	Ión Sulfato (mg/kg suelo)	2.000 – 3.000	3.000 – 12.000	> 12.000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

Tipo de exposición en función de la agresividad de suelos y agua según EHE

De los ensayos de agresividad del terreno realizados sobre las muestras de suelo tomadas, procedentes del nivel geotécnico 2 (gravas silíceas), se deduce que presentan un grado de agresividad nulo al hormigón según el contenido en sulfatos, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Prospección	Muestra	NG	Sulfatos (mg/kg)	Grado de acidez Baumann-Gully (ml/kg)	Grado de agresividad	Clase específica de exposición
CALICATA 2	1014	2	16,01	-	Nulo	Nulo

Agresividad de los suelos ensayados del nivel geotécnico 2 (gravas silíceas)

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

9 PARÁMETROS CONDICIONANTES DE LA CORROSIÓN EN ACEROS

Se ha ensayado en laboratorio una muestra procedente de la calicata 1 para determinar varios parámetros que influyen en la corrosión del acero. En concreto se han determinado el potencial de hidrógeno (pH), contenido en cloruros, contenido en sulfatos, sulfuros, capacidad tampón, así como la resistividad eléctrica medida *in situ* y la humedad. Los resultados obtenidos son los siguientes:

RECONOCIMIENTO	CALICATA 1	CALICATA 2
MUESTRA	1011	1014
TIPO	MA	MA
PROFUNDIDAD (m)	1,9	1,7

IDENTIFICACIÓN			
Granulometría	% pasa tamiz 2 (mm)	34,0	23
	% pasa tamiz 0,080 (mm)	13,0	9
Plasticidad	Límite líquido	22,50	-
	Límite plástico	16,10	-
	Índice plasticidad	6,40	-

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS		
Ion sulfato (mg/Kg)	-	16,01
Ion cloruro (mg/Kg)	-	30,12
Contenido de sulfuros	-	0,00
pH	-	7,84
Humedad a 0,50 m(%)	6,6	-
Humedad a 1,00 m (%)	5,7	-
Capacidad tampon pH 4,3 (mmol/kg)	-	16,70
Capacidad tampon pH 7,0 (mmol/kg)	-	0,00

CLASIFICACIÓN U.S.C.S	GC	GP-GM

Resultados de los ensayos para cuantificar la corrosión de muestras analizadas del nivel geotécnico 2 (gravas silíceas)

Del total de ensayos de resistividad eléctrica realizados, se ha obtenido un valor de resistividad promedio de las medidas realizadas a 1,50 metros de profundidad de 1320 Ω·m.

9.1 AGRESIVIDAD SEGÚN LA DIN 50 929-3

La norma DIN 50 929-3 (2018) puede servir como base para estimar la probabilidad de corrosión de materiales metálicos cuyas superficies externas están en contacto con suelo o agua.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

La probabilidad de la corrosión de estos objetos se rige no solo por las propiedades de los materiales y los agentes corrosivos, sino también por su diseño, tamaño y efectos electroquímicos externos que no siempre pueden ser descritos con una precisión adecuada, de ahí que la probabilidad de corrosión sólo pueda ser estimada.

Esta aproximación, junto con la información del tipo y extensión de la corrosión que se puede prever, sirve también como base para decidir qué medidas protectoras podrían tenerse en cuenta.

A cada uno de los parámetros analizados se le asigna una puntuación entre +4 (no corrosivo) y -12 (extremadamente corrosivo). La suma de todos ellos determina el grado de potencial corrosivo de los suelos mediante la siguiente expresión:

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9 + Z_{10}$$

Los valores de estos índices se obtienen mediante ensayos de campo y laboratorio. En la tabla siguiente se resumen los valores asignados a cada una de las variables en función de los resultados obtenidos:

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

PARÁMETROS DEL SUELO	RESULTADOS	VALORES	ÍNDICE PARCIAL
Z_1: Tipo de suelo	12,5	a. Contenido de finos (%peso < 0,063mm):	
		<10	+4
		10-30	+2
		30-50	0
		50-80	-2
		>80	-4
		b. Turba, humus, carbón, fango orgánico (% peso)	
		>5	-12
		c. Suelos fuertemente contaminados	-12
Z_2: Resistividad eléctrica (ohm.m)	1320	> 500	+4
		200-500	+2
		50-200	0
		20-50	-2
		10-20	-4
		< 10	-6
Z_3: Humedad (%)	6,15	< 20	0
		> 20	-1
Z_4: pH	7,84	> 9	+2
		6,0-9,0	0
		4,0-6,0	-1
		< 4,0	-3
Z_5: Capacidad de taponamiento hasta pH 4,3 (mmol/kg)	16,7	> 1000	+3
		200-1000	+1
		< 200	0
Z_6: Capacidad de taponamiento hasta pH 7 (mmol/kg)	0	< 2,5	0
		2,5-5	-2
		5-10	-4
		10-20	-6
		20-30	-8
		> 30	-10
Z_7: Sulfuros (mg/kg)	0	< 5	0
		5-10	-3
		> 10	-6
Z_8: Sulfatos (mg/kg)	16,01	200	0
		200-500	-1
		500-1000	-2
		> 1000	-3
Z_9: Sales neutras ($Cl^- + 2SO_4^{2-}$) (mg/kg)	62,14	< 300	0
		300-1000	-1
		1000-3000	-2
		3000-10000	-3
		> 10000	-4
Z_{10}: Localización de nivel freático	Presente	Nivel freático ausente	0
		Nivel freático presente	-1
		Nivel freático variable	-2

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

De acuerdo con la suma de los valores de los factores anteriormente recogidos en la tabla 1 de la norma DIN 50 929 Parte 3, el resultado obtenido para el nivel geotécnico detectado es:

Resultado	Valor B_0	Categoría del suelo	Agresividad del suelo
NG2:5	≥0	I a	Virtualmente no agresivo
	-1 a -4	I b	Débilmente agresivo
	-5 a -10	II	Agresivo
	<-10	III	Fuertemente agresivo

Así, el nivel geotécnico 2 (gravas silíceas) queda clasificado como Virtualmente no agresivo al acero.

9.2 AGRESIVIDAD AL ZINC

La aplicación de recubrimientos de zinc es un método eficaz para retardar o prevenir la corrosión de los materiales férreos. Los recubrimientos de zinc se utilizan con esta finalidad porque protegen el hierro y el acero tanto por efecto barrera como por acción galvánica.

La variedad tanto en propiedades físicas como químicas de los suelos, debido a su gran heterogeneidad, hace que la corrosión de los recubrimientos de zinc en el suelo sea raramente uniforme en la naturaleza.

Los suelos arenosos y calcáreos, siempre que estén libres de cloruros, son por lo general menos corrosivos, mientras que los suelo con un mayor contenido en arcillas son corrosivos hasta un cierto límite.

A fin de establecer el nivel de corrosividad del suelo para el zinc, se ha evaluado a partir de los resultados obtenidos de la determinación del pH y la resistividad eléctrica, tal y como sigue:

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

pH	Resistividad (Ω m)	Corrosión
<3,5	Cualquiera	Alta
3,5-4,5	<45	Alta
	>45	Media-alta
4,5-5,5	<45	Alta
	45-50	Media-Alta
	>50	Media
5,5-6,0	<10	Alta
	10-50	Media-Alta
	50-100	Media
	>100	Media-Baja
6,0-9,5	<10	Alta
	10-30	Media-Alta
	30-100	Media
	100-200	Media-Baja
	>200	Baja

De esta forma, según los parámetros de la tabla anterior el nivel geotécnico 2 (gravas silíceas) presenta una corrosión baja al zinc.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

10 CRITERIOS DE RIPABILIDAD

Ateniéndonos a las características de los materiales atravesados en las calicatas, es necesario mencionar que, de modo orientativo, podemos considerar los datos que se recogen en la siguiente tabla:

RIPABILIDAD		MAQUINARIA	GRADO ALTERACIÓN
EXCAVABLE		PEQUEÑA	VI. COMPLETO
	FÁCIL	CLASE 1 (LIGERA)	V. MUY ALTO
RIPABLE	MODERADO	CLASE 2 (MEDIA)	IV. ALTO
	DIFÍCIL	CLASE 3 (PESADA)	III. MODERADO
	MARGINAL	CLASE 4 (MUY PESADA)	II. LIGERO
NO RIPABLE			I. NULO

Los criterios de ripabilidad se establecen para un escarificado con rendimiento óptimo, pudiendo ser posible el mismo con maquinaria más pequeña a bajo rendimiento. Estos criterios se ven definidos, básicamente, mediante tablas de rendimiento de Caterpillar.

En este caso, el nivel geotécnico 1 (terreno vegetal), puede considerarse de ripabilidad fácil para maquinaria ligera; mientas que para el nivel geotécnico 2 (gravas silíceas), puede suponer de ripabilidad moderada para maquinaria media.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

11 RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente estudio geotécnico se redacta a petición de Empresa de Transformación Agraria, S.A. para el proyecto que se detalla en la tabla siguiente:

PROYECTO	PFV Sector II
TÉRMINO MUNICIPAL	Mansilla de las Mulas
PROVINCIA	León

Como resumen de todo el contenido recogido en los apartados anteriores se llega a las conclusiones siguientes:

i. Perfil geológico – geotécnico

El perfil geológico-geotécnico se distribuye en dos niveles que consisten, de techo a muro, en un recubrimiento de terreno vegetal bajo el cual se encuentran unas gravas silíceas.

- Nivel geotécnico 1 (Terreno vegetal): Forma una capa con un espesor comprendido entre los 0,20 y 0,30 metros, encontrándose en la superficie de la zona objeto de estudio en el presente informe.

- Nivel geotécnico 2 (Gravas silíceas): Constituye una capa con un espesor de al menos 1,80 metros, situándose por debajo del nivel de terreno vegetal.

ii. Ensayos de penetración

En base a los dos ensayos de penetración dinámica llevados a cabo en la zona de la implantación de la planta fotovoltaica, se han alcanzado los rechazos en todos los ensayos entre 1,00 y 2,80 metros de profundidad.

Según las propiedades de los materiales presentes y las pruebas dinámicas de penetración DPSH llevadas a cabo, es previsible la adopción de hinca directa para la cimentación de los módulos fotovoltaicos en la totalidad de la parcela, especialmente para profundidades a 1,50 metros. Esta hipótesis debería ser confirmada con la realización de ensayos p*ull out* y dependerá del tipo de perfil que se utilice.

iii. Resistividad eléctrica

De las medidas de resistividad del terreno de la obra PFV Sector II, se puede concluir que:

- La resistividad eléctrica promedio obtenida en los primeros 1,50 metros de profundidad está comprendida entre 999 y 1574 Ω·m, siendo el valor medio de las medidas a esa profundidad de 1320 Ω·m.

- No se ha obtenido una tendencia clara en base al ensayo, si bien están en el mismo rango de medidas.

iv. Resistividades térmicas

Se ha realizado un ensayo de resistividad térmica. En la resistividad térmica llevada a cabo se realizan dos lecturas a 0,50 y 1,00 metro de profundidad.

Denominación	Profundidad (m)	Resistividad (°Cm/W)	Conductividad (W/mK)	Temperatura (ºC)	Material	Humedad (%)
C1-RT1	0,50	0,579	1,726	7,9	Gravas silíceas	6,6
	1,00	0,429	2,33	8,62	Gravas silíceas	5,7

v. Criterios de ripabilidad

En este caso, el nivel geotécnico 1 (terreno vegetal), puede considerarse de ripabilidad fácil para maquinaria ligera; mientas que para el nivel geotécnico 2 (gravas silíceas), puede suponer de ripabilidad moderada para maquinaria media.

vi. Agresividad del terreno

- Parámetros condicionantes de la corrosión en aceros (DIN 50 929-3):

Se han ensayado en el laboratorio muestras procedentes de calicatas para determinar varios parámetros que influyen en la corrosión del acero. De acuerdo con la suma de los valores de los factores anteriormente recogidos en la tabla 1 de la norma DIN 50 929 Parte 3, el resultado obtenido para el nivel geotécnico detectado es:

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

Resultado	Valor B_0	Categoría del suelo	Agresividad del suelo
NG2: 5	≥0	I a	Virtualmente no agresivo
	-1 a -4	I b	Débilmente agresivo
	-5 a -10	II	Agresivo
	<-10	III	Fuertemente agresivo

Así, el nivel geotécnico 2 (gravas silíceas), queda clasificado como Virtualmente no agresivo al acero.

- Agresividad al zinc:

A fin de establecer el nivel de corrosividad del suelo para el zinc, se ha evaluado a partir de los resultados obtenidos de la determinación del pH y la resistividad eléctrica.

pH	Resistividad (Ω m)	Corrosión
<3,5	Cualquiera	Alta
3,5-4,5	<45	Alta
	>45	Media-alta
4,5-5,5	<45	Alta
	45-50	Media-Alta
	>50	Media
5,5-6,0	<10	Alta
	10-50	Media-Alta
	50-100	Media
	>100	Media-Baja
6,0-9,5	<10	Alta
	10-30	Media-Alta
	30-100	Media
	100-200	Media-Baja
	>200	Baja

De esta forma, según los parámetros de la tabla anterior el nivel geotécnico 2 (gravas silíceas) presenta una corrosión baja al zinc.

- Agresividad al hormigón:

De los ensayos de agresividad del terreno realizados sobre las muestras de suelo tomadas, procedentes del nivel geotécnico 2 (gravas silíceas), se deduce que presentan un grado

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

de agresividad nulo al hormigón según el contenido en sulfatos, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Prospección	Muestra	NG	Sulfatos (mg/kg)	Grado de acidez Baumann-Gully (ml/kg)	Grado de agresividad	Clase específica de exposición
CALICATA 2	1014	2	16,01	-	Nulo	Nulo

Badajoz, 19 de abril de 2022

Fdo.: Carmen Valenzuela Abril
Graduada en Geología

Fdo.: Blanca Ferreira García
Graduada en Geología
Máster en Recursos Geológicos e Ingeniería Geológica

El presente estudio geotécnico consta de una Memoria de 42 páginas numeradas acompañada por los siguientes Anejos:

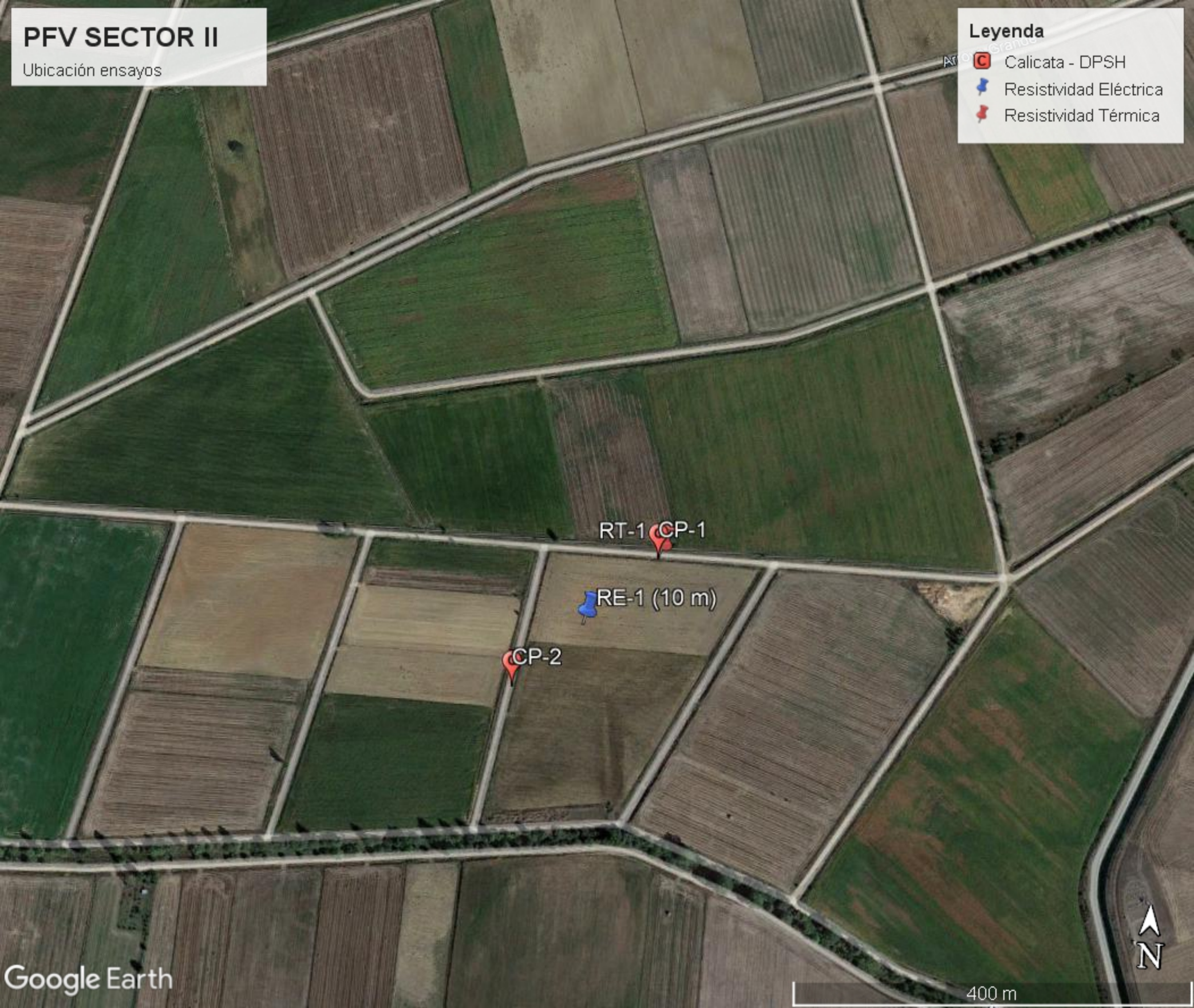
- Anejo 1: Plano de situación
- Anejo 2: Informe del reconocimiento del terreno: Actividades de campo y ensayos de laboratorio
- Anejo 3: Certificados de calibración

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ANEJO 1: PLANO DE SITUACIÓN


PFV SECTOR II
Ubicación ensayos
Leyenda
Calicata - DPSH
Resistividad Eléctrica
Resistividad Térmica
RT-1
CP-1
RE-1 (10 m)
CP-2
N
Google Earth
400 m

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ANEJO 2: INFORME DEL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

LEVANTAMIENTO DE LAS CALICATAS Y FOTOGRAFÍAS DE ESTAS

elaborex	**PETICIONARIO:**	TRAGSA S.A.	**CALICATA 1**
	PROYECTO:	PFV SECTOR II PORMA	**SUPERVISOR:** Blanca Ferreira
	LOCALIDAD:	MANSILLA DE LAS MULAS	**FECHA:** 23/02/2022

Trama	Profundidad (m)	DESCRIPCIÓN	Estabilidad taludes	Excavabilidad	Nivel freático	Nº Muestra	Cota Muestra (m)	Humedad (%)	Den. apar. (g/cm^3)	Granulometría % T100	% T5	% T2	% T0,40	% T0,08	WL	IP	Hinch. Lambe (MPa)	Clasificación USCS	M.O.	ión sulfato (mg/Kg)	Sales Solubles	Proctor Modif Dens Max (g/cm3)	Proctor Modif Hum. Ópt (%)	CBR ICBR 100%	CBR ICBR 95%	CBR Absor. (%)	CBR Hinch. (%)
	0,30	Terreno vegetal	1	1	2,1																						
	2,20	Gravas silíceas redondeadas de hasta 10 cm dispersas en una matriz arcillo-arenosa tonalidad marronácea. Nivel freático a base de la calicata, a partir de ahí las paredes se desmoronan				1011	1,9	-	-	100	37	34	29	13	22,5	6,4	-	GC	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1 m
2 m
3 m

ESTABILIDAD: 1 Paredes estables, 2 Caída de gravas y bolos, 3 Caída de bloques, 4 Inestabilidad por descalce, 5 Inestabilidad por rotura, 6 Desplome.

EXCAVABILIDAD: 1 Fácilmente excavable con excavadora mixta, 2 Difícilmente excavable con excavadora pesada, 3 No excavable o avance con martillo, 4 No excavable, explosivos.

elaborex	**PETICIONARIO:**	TRAGSA S.A.	**CALICATA 2**
	PROYECTO:	PFV SECTOR II PORMA	**SUPERVISOR:** Blanca Ferreira
	LOCALIDAD:	MANSILLA DE LAS MULAS	**FECHA:** 23/02/2022

	Trama	Profundidad (m)	DESCRIPCIÓN	Estabilidad taludes	Excavabilidad	Nivel freático	Nº Muestra	Cota Muestra (m)	Humedad (%)	Den. apar. (g/cm^3)	Granulometría					WL	IP	Clasificación USCS	Ion sulfato (mg/Kg)	pH	Contenido en sulfuros (mg/L)	Ion cloruro (mg/Kg)	Proctor Modif		CBR			
											% T100	% T5	% T2	% T0,40	% T0,08								Dens Max (g/cm3)	Hum. Ópt (%)	ICBR 100%	ICBR 95%	Absor. (%)	Hinch. (%)
		0,20	Terreno vegetal	1	1	1,8																						
1 m		2,00	Gravas silíceas redondeadas dispersas en una matriz arcillo-arenosa tonalidad marronácea. Nivel freático a base de la calicata, a partir de ahí las paredes se desmoronan				1014	1,7	-	-	100	28	23	15	9	-	-	GP-GM	16,01	7,84	0	30,12	-	-	-	-	-	-
2 m																												
3 m																												

ESTABILIDAD: 1 Paredes estables, 2 Caída de gravas y bolos, 3 Caída de bloques, 4 Inestabilidad por descalce, 5 Inestabilidad por rotura, 6 Desplome.

EXCAVABILIDAD: 1 Fácilmente excavable con excavadora mixta, 2 Difícilmente excavable con excavadora pesada, 3 No excavable o avance con martillo, 4 No excavable, explosivos.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

REGISTROS DE LOS PENETRÓMETROS DINÁMICOS

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH

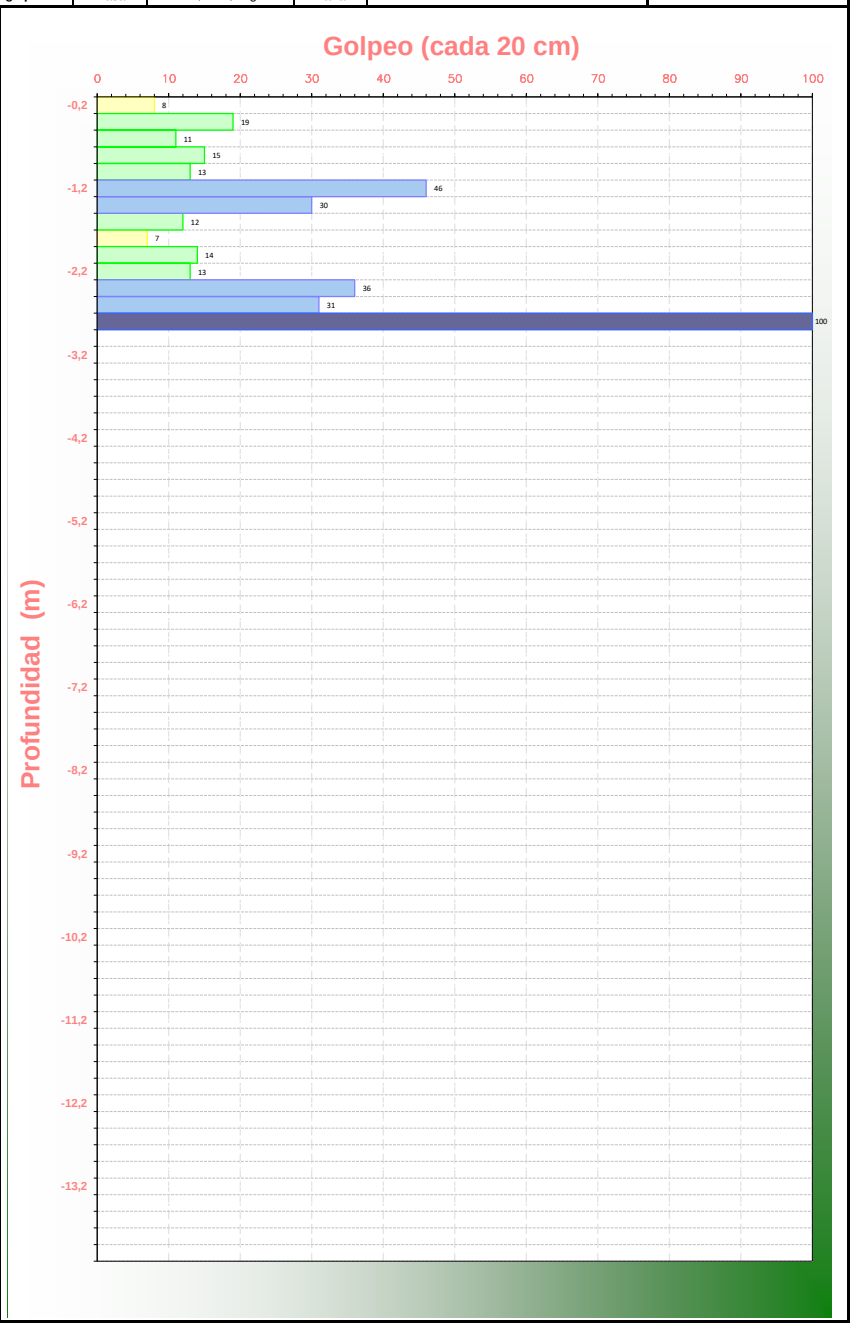
Fecha:	23/02/2022	**Hora:**	11:11	**Duración:**	
Peticionario:	TRAGSA S.A.				
Obra:	PFV SECTOR II PORMA				
Situación:	MANSILLA DE LAS MULAS				

Características

Equipo	TECOINSA TP 05.10D				**Tipo:**	DPSH-B		
Puntaza	Perdida		**Cabeza**		Fija			
Varillaje	Diámetro:	35 mm	Longitud:	1 m	Desviación:	< 2 %	Masa (kg):	< 8 kg
Dispositivo de golpeo	Masa:	63,5 ± 0,5 kg			Altura:	750 ± 20 mm		

P-1

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	8	7,2	
0,4	19	7,4	
0,6	11	7,6	
0,8	15	7,8	
1	13	8	
1,2	46	8,2	
1,4	30	8,4	
1,6	12	8,6	
1,8	7	8,8	
2	14	9	
2,2	13	9,2	
2,4	36	9,4	
2,6	31	9,6	
2,8	100	9,8	
3		10	
3,2		10,2	
3,4		10,4	
3,6		10,6	
3,8		10,8	
4		11	
4,2		11,2	
4,4		11,4	
4,6		11,6	
4,8		11,8	
5		12	
5,2		12,2	
5,4		12,4	
5,6		12,6	
5,8		12,8	
6		13,0	
6,2		13,2	
6,4		13,4	
6,6		13,6	
6,8		13,8	
7		14	



Profundidad de rechazo (m):	2,80

Aarón Trigo Marzal
Operador

Eusebio Rubio Ceferino
Geólogo

OBSERVACIONES:

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH

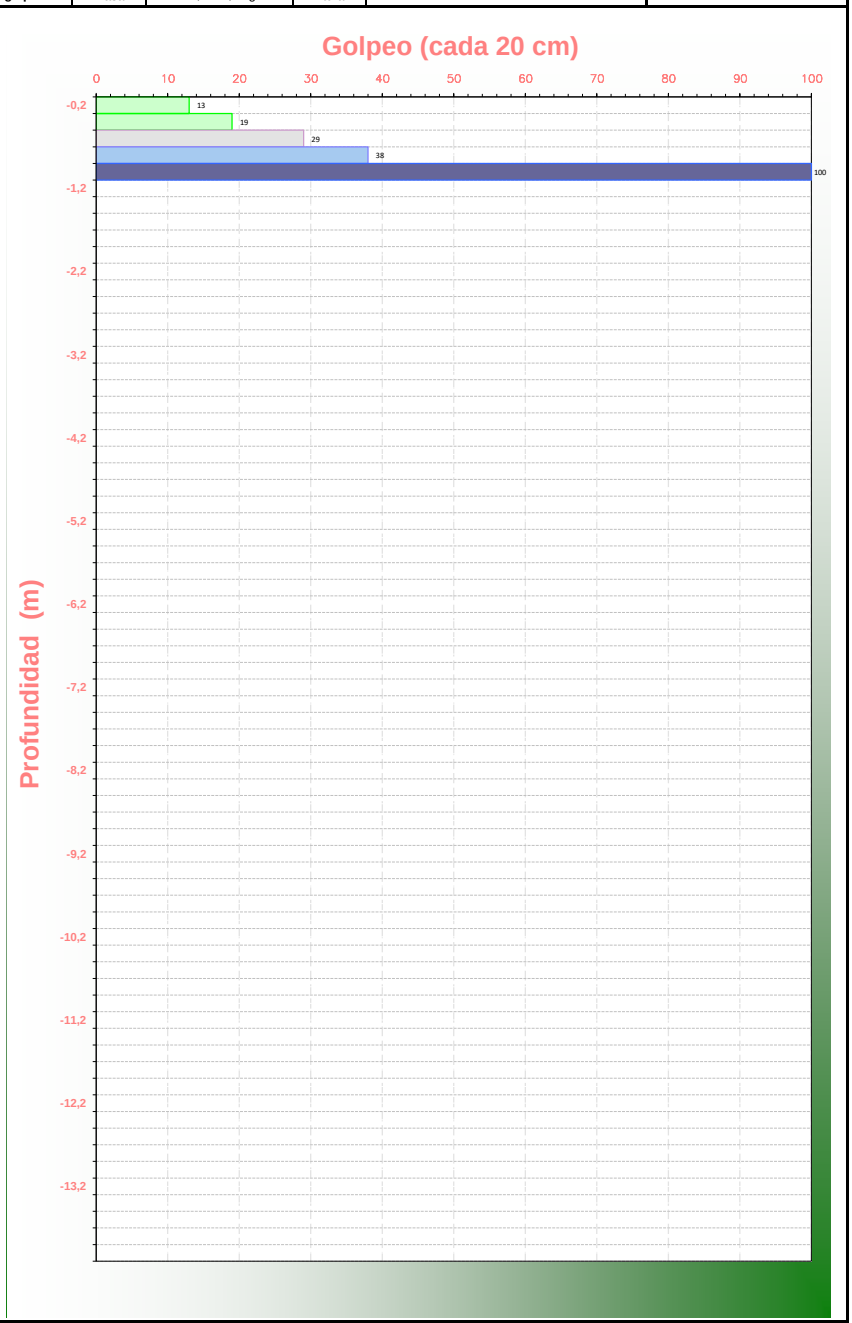
Fecha:	23/02/2022	**Hora:**	12:06	**Duración:**	
Peticionario:	TRAGSA S.A.				
Obra:	PFV SECTOR II PORMA				
Situación:	MANSILLA DE LAS MULAS				

Características

Equipo	TECOINSA TP 05.10D				**Tipo:**	DPSH-B		
Puntaza	Perdida		**Cabeza**		Fija			
Varillaje	Diámetro:	35 mm	Longitud:	1 m	Desviación:	< 2 %	Masa (kg):	< 8 kg
Dispositivo de golpeo	Masa:	63,5 ± 0,5 kg			Altura:	750 ± 20 mm		

P-2

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	13	7,2	
0,4	19	7,4	
0,6	29	7,6	
0,8	38	7,8	
1	100	8	
1,2		8,2	
1,4		8,4	
1,6		8,6	
1,8		8,8	
2		9	
2,2		9,2	
2,4		9,4	
2,6		9,6	
2,8		9,8	
3		10	
3,2		10,2	
3,4		10,4	
3,6		10,6	
3,8		10,8	
4		11	
4,2		11,2	
4,4		11,4	
4,6		11,6	
4,8		11,8	
5		12	
5,2		12,2	
5,4		12,4	
5,6		12,6	
5,8		12,8	
6		13,0	
6,2		13,2	
6,4		13,4	
6,6		13,6	
6,8		13,8	
7		14	



Profundidad de rechazo (m):	1,00

Aarón Trigo Marzal
Operador

Eusebio Rubio Ceferino
Geólogo

OBSERVACIONES:

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ENSAYOS DE LABORATORIO

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Extremadura con nº EXT-L-014

CLIENTE: **EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A (TRAGSA)**

OBRA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA — Código: 9411

Dirección:MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS — Población:

MATERIAL ENSAYADO: SUELOS

Fecha de toma: 24/02/2022 — Muestra nº: 1011 — Acta Obra: 12 — Albaran nº:

Procedencia: SC II- Cata 1 a 1.90 m

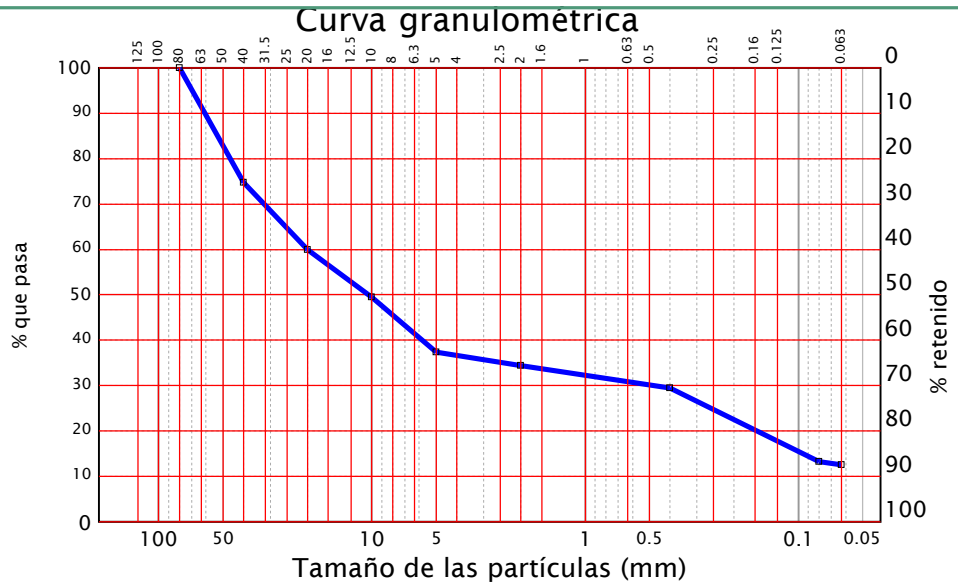
Descripción: Gravas silíceas

Planta: — Hora de toma: --- — Su albaran nº:

Datos complementarios:

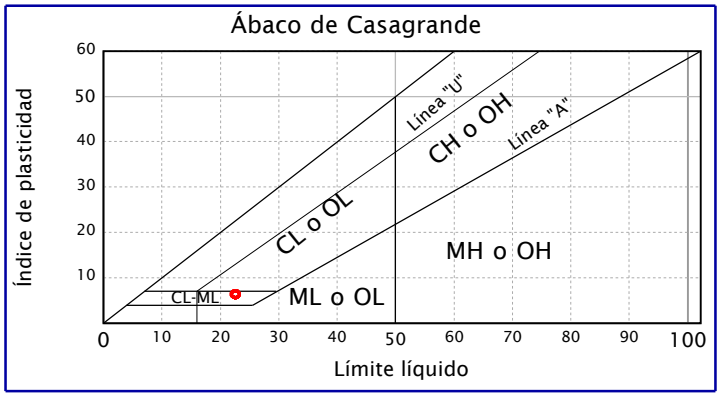
Operario:Blanca Ferreira García

Granulometría (UNE EN ISO 17892-4)	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100
40	75
20	60
10	50
5	37
2	34
0,4	29
0,08	13
0,063	12,5
------	------



L. Atterberg (UNE EN 17892-12)	
Límite líquido	22,5
Límite plástico	16,1
Índice de plasticidad	6,4

Sales solubles en agua (UNE EN 103205)	%	-.--
Cont. en materia orgánica (UNE 103204)	%	-.--
Yeso soluble en suelos (UNE EN 103206)	%	



Tipo de suelo según PG-3	Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)	Clasificación USCS S/ASTM D2487
Relleno "todo-uno"	Grupo: A-2-4 (0) Materiales granulares. Grava y arena arcillosa o limosa	GC : Grava arcillo-limosa con arena

OBSERVACIONES: Clasificación PG3 según los ensayos realizados.

DIRECTOR DE LABORATORIO
Elías Diéguez Navas

Badajoz 15 de marzo de 2022

RESPONSABLE DE ÁREA
Eusebio Rubio Ceferino

Polígono "El Nevero" C/ Quince, Nº44, 06006 BADAJOZ, Tel: 924 20 70 50 Fax: 924 20 73 93 Web: www.elaborex.es

Elaborex S.L.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz - Folio 211 - Tomo 391 - Hoja BA -18,400 - Inscripción 1ª

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Extremadura con nº EXT-L-014

CLIENTE: **EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A (TRAGSA)**

OBRA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA — Código: 9411

Dirección:MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS — Población:

MATERIAL ENSAYADO: SUELOS

Fecha de toma: 24/02/2022 Muestra nº: 1012 Acta Obra: 3 Albaran nº:

Procedencia: SC II- Cata 1 a 0.50 m

Descripción: Gravas silíceas

Operario:Blanca Ferreira García Hora de toma: --- Su albaran nº:

Datos complementarios:

PARÁMETROS FÍSICOS

Humedad mediante secado en estufa (UNE EN ISO 17892-1		
Contenido en humedad	%	6,6

Densidad aparente de un suelo (UNE EN 17892-2)		
Densidad aparente húmeda.	gr/cm³	-,---
Densidad aparente seca	gr/cm³	-,---

Densidad de las partículas de un suelo (UNE EN ISO 17892-3)		
Densidad de las partículas	gr/cm³	-,---

DIRECTOR DE LABORATORIO
Elías Diéguez Navas

Badajoz 8 de marzo de 2022

RESPONSABLE DE ÁREA
Eusebio Rubio Ceferino

Polígono "El Nevero" C/ Quince, Nº44, 06006 BADAJOZ, Tel: 924 20 70 50 Fax: 924 20 73 93 Web: www.elaborex.es

Elaborex S.L.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz - Folio 211 - Tomo 391 - Hoja BA -18,400 - Inscripción 1ª

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Extremadura con nº EXT-L-014

CLIENTE: **EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A (TRAGSA)**

OBRA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA — Código: 9411

Dirección:MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS — Población:

MATERIAL ENSAYADO: SUELOS

Fecha de toma: 24/02/2022 Muestra nº: 1013 Acta Obra: 4 Albaran nº:

Procedencia: SC II- Cata 1 a 1.00 m

Descripción: Gravas silíceas

Operario:Blanca Ferreira García Hora de toma: --- Su albaran nº:

Datos complementarios:

PARÁMETROS FÍSICOS

Humedad mediante secado en estufa (UNE EN ISO 17892-1		
Contenido en humedad	%	5,7

Densidad aparente de un suelo (UNE EN 17892-2)		
Densidad aparente húmeda.	gr/cm³	-,---
Densidad aparente seca	gr/cm³	-,---

Densidad de las partículas de un suelo (UNE EN ISO 17892-3)		
Densidad de las partículas	gr/cm³	-,---

DIRECTOR DE LABORATORIO
Elías Diéguez Navas

Badajoz 8 de marzo de 2022

RESPONSABLE DE ÁREA
Eusebio Rubio Ceferino

Polígono "El Nevero" C/ Quince, Nº44, 06006 BADAJOZ, Tel: 924 20 70 50 Fax: 924 20 73 93 Web: www.elaborex.es

Elaborex S.L.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz - Folio 211 - Tomo 391 - Hoja BA -18,400 - Inscripción 1ª

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Extremadura con nº EXT-L-014

CLIENTE: **EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A (TRAGSA)**

OBRA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA — Código: 9411

Dirección:MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS — Población:

MATERIAL ENSAYADO: SUELOS

Fecha de toma: 24/02/2022 Muestra nº: 1015 Acta Obra: 9 Albaran nº:

Procedencia: SC III- Cata 1 a 2.60 m

Descripción: Gravas silíceas

Operario:Blanca Ferreira García Hora de toma: --- Su albaran nº:

Datos complementarios:

CONTENIDO EN SULFUROS (DIN 50929-3)		
Contenido en sulfuros	mg/L	0

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz - Folio 211 - Tomo 391 - Hoja BA -18,400 - Inscripción 1ª

DIRECTOR DE LABORATORIO
Elías Diéguez Navas

Badajoz 15 de marzo de 2022

RESPONSABLE DE ÁREA
Eusebio Rubio Ceferino

Polígono "El Nevero" C/ Quince, Nº44, 06006 BADAJOZ, Tel: 924 20 70 50 Fax: 924 20 73 93 Web: www.elaborex.es
Elaborex S.L.

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Extremadura con nº EXT-L-014

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

CLIENTE: **EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A (TRAGSA)**

OBRA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA — Código: 9411

Dirección:MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS — Población:

MATERIAL ENSAYADO: SUELOS

Fecha de toma: 24/02/2022 — Muestra nº: 1014 — Acta Obra: 8 — Albaran nº:

Procedencia: SC II- Cata 2 a 1.70 m

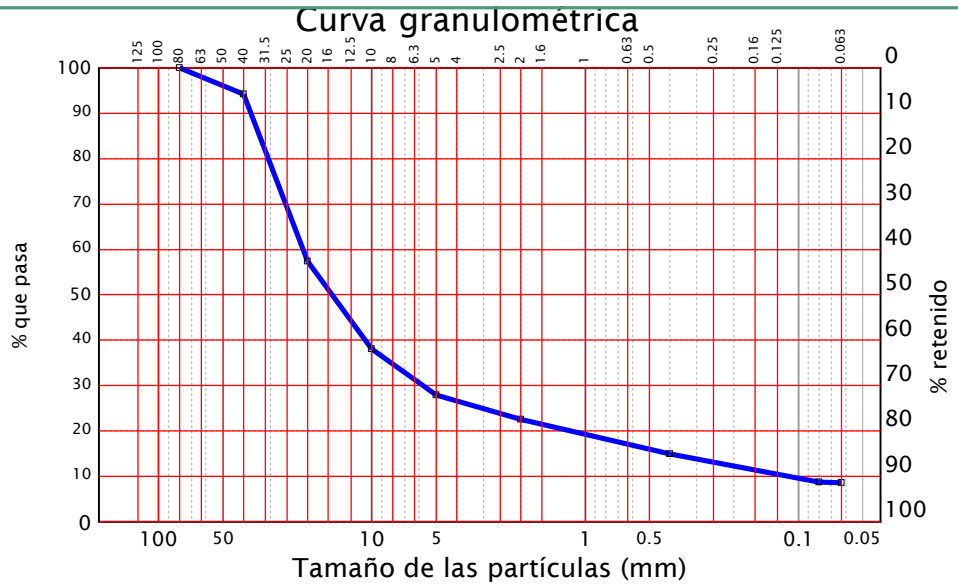
Descripción: Gravas silíceas

Planta: — Hora de toma: --- — Su albaran nº:

Datos complementarios:

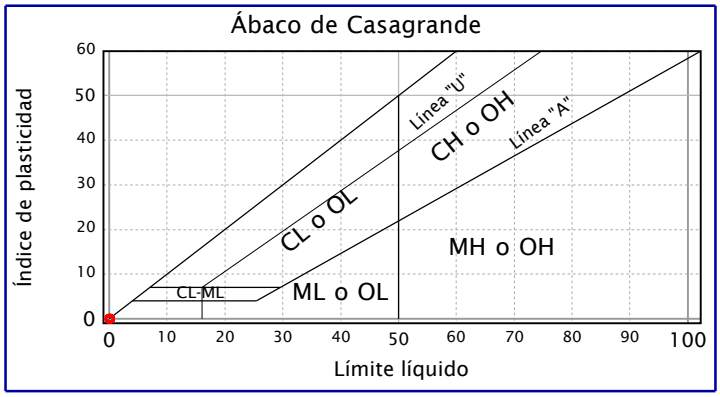
Operario:Blanca Ferreira García

Granulometría (UNE EN ISO 17892-4)	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100
40	94
20	57
10	38
5	28
2	23
0,4	15
0,08	9
0,063	8,6
------	------



L. Atterberg (UNE EN 17892-12)	
Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

Sales solubles en agua (UNE EN 103205)	%	-.--
Cont. en materia orgánica (UNE 103204)	%	-.--
Yeso soluble en suelos (UNE EN 103206)	%	



Tipo de suelo según PG-3	Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)	Clasificación USCS S/ASTM D2487
Relleno "todo-uno"	Grupo: A-1-a (0) Materiales granulares. Fragmentos de roca, grava y arena	GP-GM : Grava pobremente gradada con limo con arena

OBSERVACIONES: Clasificación PG3 según los ensayos realizados.

Badajoz 15 de marzo de 2022

DIRECTOR DE LABORATORIO
Elías Diéguez Navas

RESPONSABLE DE ÁREA
Eusebio Rubio Ceferino

Polígono "El Nevero" C/ Quince, Nº44, 06006 BADAJOZ, Tel: 924 20 70 50 Fax: 924 20 73 93 Web: www.elaborex.es

Elaborex S.L.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz - Folio 211 - Tomo 391 - Hoja BA -18,400 - Inscripción 1ª

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Extremadura con nº EXT-L-014

CLIENTE: **EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A (TRAGSA)**

OBRA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA — Código: 9411

Dirección:MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS — Población:

MATERIAL ENSAYADO: SUELOS

Fecha de toma: 24/02/2022 Muestra nº: 1014 Acta Obra: 7 Albaran nº:

Procedencia: SC II- Cata 2 a 1.70 m

Descripción: Gravas silíceas

Operario:Blanca Ferreira García Hora de toma: --- Su albaran nº:

Datos complementarios:

CONTENIDO EN SULFUROS (DIN 50929-3)		
Contenido en sulfuros	mg/L	0

DIRECTOR DE LABORATORIO
Elías Diéguez Navas

Badajoz 15 de marzo de 2022

RESPONSABLE DE ÁREA
Eusebio Rubio Ceferino

Polígono "El Nevero" C/ Quince, Nº44, 06006 BADAJOZ, Tel: 924 20 70 50 Fax: 924 20 73 93 Web: www.elaborex.es
Elaborex S.L.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz - Folio 211 - Tomo 391 - Hoja BA -18,400 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: ELABOREX

Muestra: 1445
Albarán:
Fecha de toma: 12/01/2022
Número Acta: 5058
Código: 1228

ELABOREX
Complejo Albatros nº44 Manzana 4 Nave 1
Polígono El Nevero
06006-BADAJOZ

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA
MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS

Referencia: SC II- Cata 2 a 1,70 m
Procedencia: MUESTRA ELABOREX 1014
Descripción:

Comprobación del poder amortiguador del suelo.
Estudio del comportamiento de un suelo al recibir una solución ácida o básica

Capacidad Tampón a pH 4,3 (mmol/kg)	16,7
Capacidad Tampón a pH 7,0 (mmol/kg)	0,0

Sevilla 24 de marzo de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

elabora

Vicerrectorado de Investigación, Innovación e Infraestructura Científica

INFORME DE ENSAYO

SERVICIO DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN

SERVICIO DE ANÁLISIS ELEMENTAL Y MOLECULAR

Solicitante: Victoriano Henao Dávila	Referencia SAEM: 22-GE-037-038
Descripción de la muestra: Áridos	Referencia Informe: IES 22-031
Embalaje muestra: Bolsa plástica	
Fecha recepción: 14/03/2022	
Fecha comienzo del ensayo: 15/03/2022	Fecha finalización ensayo: 16/03/2022
TIPO DE ENSAYO REQUERIDO: Ver tabla.	

MUESTRA	DETERMINACIÓN	RESULTADO	TÉCNICA
Muestra 1014	Cloruros (mg/Kg)	30.12	I.C.
	Sulfatos (mg/Kg)	16.01	I.C.
	pH	7.84	Electrometría
Muestra 1015	Cloruros (mg/Kg)	7.31	I.C.
	Sulfatos (mg/Kg)	14.77	I.C.
	pH	8.11	Electrometría

VºBº: Responsable SAEM

Mª Dolores López

Los resultados obtenidos únicamente se refieren a las muestras sometidas a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización escrita del laboratorio.

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
Avda. Elvas s/n
06071 Badajoz
España

SERVICIO APOYO A LA INVESTIGACIÓN
Servicio de Análisis Elemental y Molecular
Edificio Guadiana, SAIUEx 1
Tlf.: 924 28 93 00 ext.: 86558
e-mail: loles@unex.es

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ANEJO 3: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número **77906**
Number

SERVICIOS INTEGRALES DE METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN S.L.
Escuela Superior de Ingenieros
Edif. Talleres y Laboratorios. Módulo L3.
C/ Camino de los Descubrimientos, s/n.
Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla.
Teléfono +34 954 487 383 / 476
simetrycal@simetrycal.com

OBJETO : *Item*	**MULTÍMETRO DIGITAL**
MARCA : *Manufacturer*	**PEAKTECH**
MODELO : *Model*	**3355**
IDENTIFICACIÓN : *Identification*	**200100354**
SOLICITANTE : *Applicant*	**ELABOREX, S.L.**
DIRECCIÓN : *Address*	**Poligono Industrial El Nevero 06006 BADAJOZ (BADAJOZ)**
FECHA/S DE CALIBRACIÓN : *Date of calibration*	**20/09/2021**

PERSONA(S) QUE AUTORIZA(N)/
Person(s)authorizing

Fecha de emisión (junto a la firma)
Date os issue (next to the signature)

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI) u otras referencias internacionalmente aceptadas (cuando no es posible la trazabilidad al SI)

This certificate is issued in accordance with the conditions of the accreditation granted by ENAC which has evaluated the laboratory's calibration and measurement capabilities and its measurement traceability to the SI system of units or other internationally accepted references (when traceability to SI is not feasible)

CALIBRACIÓN
Nº 231/LC10.192

Las actividades marcadas con (#) no están amparadas por la acreditación de ENAC
Activities marked with (#) are not covered with the ENAC accreditation

ID Item: 39033

ÁREA ELÉCTRICA
Electrical area

DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN
Calibration description

1. Descripción del proceso de calibración
Description of the calibration process

Procedimiento: E-1107 Rev._13
Procedure:

Condiciones ambientales:
Environmental conditions:

Temperatura: 23.0 ºC ± 1.0 ºC
Temperature:

Humedad relativa: ≤ 70% HR
Relative Humidity:

Técnico: FGU
Technical:

Especificación metrológica: Según el manual del fabricante.
Metrological specification:

Método y consideraciones de la calibración:
Method and considerations of the calibration:

La calibración se ha realizado por medida directa, utilizando los elementos que figuran en el apartado 3.
Los resultados obtenidos se refieren sólo al instrumento, momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

The calibration was done using direct measurements, utilizing the elements that are listed in section 3.
The results obtained refer only to the instrument, moment and conditions in which the measurements were made.

Observaciones:
Observations

N/A.

2. Lugar de calibración
Place of calibration

La calibración ha sido realizada en el Área Eléctrica de Simetrycal.
The calibration has been carried up in the Simetrycal electrical area.

3. Incertidumbre de calibración
Uncertainty of calibration

Para estimar la incertidumbre de calibración se han considerado las contribuciones de los patrones, del método de medida, de las condiciones ambientales y del instrumento calibrado. Los valores obtenidos corresponden al momento de la calibración, no considerándose la estabilidad del instrumento a más largo plazo.

La incertidumbre expandida de medida indicada en las tablas de resultados, se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EA4/02 M: 2013 y la guía para la expresión de la incertidumbre de medida JCGM 100.

To estimate the uncertainty of calibration, the contributions of the standards, the measurement method, the environmental conditions and the calibrated instrument have been considered.The values obtained correspond to the moment of the calibration, not considering the stability of the instrument in the longer term.
The expanded measurement uncertainty indicated in the results tables has been obtained by multiplying the standard measurement uncertainty by the coverage factor k = 2, which, for a normal distribution, corresponds to a probability of approximately 95%. The typical uncertainty of measurement has been determined according to document EA4 / 02 M: 2013 and the guide for the expression of measurement uncertainty JCGM 100.

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ÁREA ELÉCTRICA

Electrical area

DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN

Calibration description

4. Trazabilidad

Traceability

Referencia de los patrones utilizados en la calibración: 139

Reference of the standards used in the calibration

La trazabilidad de las medidas está garantizada a través de los patrones e instrumentos utilizados en la calibración. Estos están calibrados periódicamente por laboratorios nacionales o internacionales acreditados por ENAC o por otra entidad reconocida por ENAC.

The standards and instruments used in this calibration enjoy the guarantee of traceability, through the certifications issued by the corresponding national and international recognized laboratories.

5. Resultado de la calibración

Calibration results

Declaración de cumplimiento basada en una comprobación de tipo corrección ± incertidumbre. Los resultados posibles son:
P: El valor obtenido en la calibración está dentro del límite de especificación considerando la incertidumbre de medida.
P(*): No es posible declarar el cumplimento de la especificación considerando la incertidumbre de medida con una probabilidad de cobertura del 95%, aunque el valor obtenido en la calibración está dentro del límite de especificación.
F(*): No es posible declarar el no cumplimento de la especificación considerando la incertidumbre de medida con una probabilidad de cobertura del 95%, aunque el valor obtenido en la calibración está fuera del límite de especificación.
F: El valor obtenido en la calibración está fuera del límite de la especificación considerando la incertidumbre de medida.

Compliance statement based on a checking type of correction ± uncertainty. The possible results are:
P: The obtained value in calibration is within the specifiication limit considering the measurement uncertainty.
P (*): It is not possible to declare the specification compliance considering the measurement uncertainty with a coverage probability of 95%, although the obtained value in calibration is within the specification limit.
F (*): It is not possible to declare the specification non-compliance considering the measurement uncertainty with a coverage probability of 95%, although the obtaines value in calibration is outside the specification limit.
F: The obtained value in calibration is outside the specification limit considering the measurement uncertainty.

6. Definiciones

Definitions

Patrón: Instrumento que proporciona en la medida el valor de referencia de la magnitud.

UBP: Unidad Bajo Prueba.

Rango: Rango del instrumento calibrado.

Valor patrón: Valor de referencia generado/medido con el patrón.

Valor UBP: Valor generado/medido por la UBP.

Corrección: Valor patrón - Valor UBP. Valor medio de la serie de medidas realizadas.

Tolerancia: Límite de especificación de la UBP para esa medida.

Incertidumbre: Incertidumbre de calibración expandida asociada a la medida. En su estimación se ha considerado el factor de cobertura k indicado.

Nota: En caso de existir discrepancias en el texto como consecuencia de la traducción, prevalecerá el texto en español.
In the event of any discrepancies in the text arising from translation, the Spanish text shall prevail.

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

Simetrycal INDUSTRIAL METROLOGY SERVICES

ENAC-231/LC10.192
CERTIFICADO Nº 77906
Certificate nº

ÁREA ELÉCTRICA
Electrical area

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
Calibration results

MEDIDA DE TENSIÓN CONTINUA:

Unidad	Rango	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
mV	400.0	-360.000	-360.2	0.200	2.000	0.086	P
mV	400.0	40.000	40.0	0.000	0.400	0.082	P
mV	400.0	360.000	360.2	-0.200	2.000	0.086	P
V	4.000	-3.60000	-3.596	-0.00400	0.04520	0.00086	P
V	4.000	0.40000	0.399	0.00100	0.00680	0.00082	P
V	4.000	3.60000	3.596	0.00400	0.04520	0.00086	P
V	40.00	-36.0000	-36.00	0.0000	0.4520	0.0087	P
V	40.00	-20.0000	-19.99	-0.0100	0.2600	0.0083	P
V	40.00	4.0000	4.00	0.0000	0.0680	0.0082	P
V	40.00	20.0000	20.00	0.0000	0.2600	0.0083	P
V	40.00	36.0000	36.00	0.0000	0.4520	0.0087	P
V	400.0	-360.000	-360.5	0.500	4.520	0.086	P
V	400.0	40.000	40.0	0.000	0.680	0.082	P
V	400.0	360.000	360.6	-0.600	4.520	0.086	P
V	1000	-900.00	-905	5.00	15.50	0.82	P
V	1000	100.00	100	0.00	3.50	0.82	P
V	1000	900.00	906	-6.00	15.50	0.82	P

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ENAC-231/LC10.192
CERTIFICADO Nº 77906
Certificate nº

ÁREA ELÉCTRICA

Electrical area

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Calibration results

MEDIDA DE TENSIÓN ALTERNA:

Unidad	Rango	Frecuencia	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
mV	400.0	50 Hz	40.000	40.0	0.000	0.900	0.075	P
mV	400.0	400 Hz	40.000	39.7	0.300	0.900	0.075	P
mV	400.0	50 Hz	360.00	360.4	-0.40	4.10	0.22	P
mV	400.0	400 Hz	360.00	358.9	1.10	4.10	0.22	P
V	4.000	50 Hz	3.6000	3.610	-0.0100	0.0390	0.0026	P
V	4.000	400 Hz	3.6000	3.602	-0.0020	0.0390	0.0026	P
V	40.00	50 Hz	4.0000	4.00	0.0000	0.0700	0.0064	P
V	40.00	50 Hz	20.000	20.07	-0.070	0.230	0.015	P
V	40.00	50 Hz	36.000	36.14	-0.140	0.390	0.032	P
V	40.00	400 Hz	36.000	36.15	-0.150	0.390	0.032	P
V	400.0	50 Hz	360.00	361.9	-1.90	3.90	0.39	P
V	400.0	400 Hz	360.00	361.7	-1.70	3.90	0.39	P
V	1000	50 Hz	675.00	680	-5.00	9.75	0.84	P
V	1000	400 Hz	675.00	680	-5.00	9.75	0.83	P

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ENAC-231/LC10.192
CERTIFICADO Nº 77906
Certificate nº

ÁREA ELÉCTRICA

Electrical area

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Calibration results

MEDIDA DE RESISTENCIA:

Unidad	Rango	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado	
Ω	400.0	0.000	0.0	0.000	-	-	-	(#)
Ω	400.0	360.00	359.0	1.00	4.72	0.13	P	
kΩ	4.000	3.6000	3.600	-0.0000	0.0380	0.0013	P	
kΩ	40.00	36.000	36.00	0.000	0.452	0.013	P	
kΩ	400.0	360.00	360.0	0.00	4.52	0.14	P	
MΩ	4.000	3.600	3.602	-0.002	0.045	0.015	P	
MΩ	40.00	36.00	35.93	0.07	0.75	0.22	P	

MEDIDA DE INTENSIDAD CONTINUA:

Unidad	Rango	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
uA	400.0	360.00	361.2	-1.20	3.90	0.14	P
uA	4000	3600.00	3605	-5.00	57.00	0.97	P
mA	40.00	36.000	35.85	0.150	0.570	0.011	P
mA	400.0	-360.00	-358.0	-2.00	5.70	0.20	P
mA	400.0	360.00	358.0	2.00	5.70	0.20	P
A	10.00	1.0000	1.00	0.0000	0.0750	0.0058	P
A	10.00	5.0000	5.01	-0.0100	0.1750	0.0070	P
A	10.00	9.0000	9.02	-0.0200	0.2750	0.0089	P

MEDIDA DE INTENSIDAD ALTERNA:

Unidad	Rango	Frecuencia	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
uA	400.0	50 Hz	360.0	362.5	-2.5	5.9	1.1	P
uA	400.0	400 Hz	360.00	362.3	-2.30	5.90	0.92	P
uA	4000	50 Hz	3600.0	3600	0.0	69.8	9.4	P
uA	4000	400 Hz	3600.0	3611	-11.0	69.8	8.5	P
mA	40.00	50 Hz	36.000	35.98	0.020	1.150	0.094	P
mA	40.00	400 Hz	36.000	35.96	0.040	0.698	0.085	P
mA	400.0	50 Hz	360.00	359.3	0.70	6.98	0.96	P
mA	400.0	400 Hz	360.0	358.9	1.1	7.0	1.1	P
A	10.00	50 Hz	1.0000	0.99	0.0100	0.1000	0.0062	P
A	10.00	400 Hz	1.0000	0.98	0.0200	0.1000	0.0062	P
A	10.00	50 Hz	9.000	9.04	-0.040	0.340	0.013	P
A	10.00	400 Hz	9.000	9.04	-0.040	0.340	0.016	P

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número **77907**
Number

SERVICIOS INTEGRALES DE METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN S.L.
Escuela Superior de Ingenieros
Edif. Talleres y Laboratorios. Módulo L3.
C/ Camino de los Descubrimientos, s/n.
Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla.
Teléfono +34 954 487 383 / 476
simetrycal@simetrycal.com

OBJETO : *Item*	**MULTÍMETRO DIGITAL**
MARCA : *Manufacturer*	**PEAKTECH**
MODELO : *Model*	**3355**
IDENTIFICACIÓN : *Identification*	**200100345**
SOLICITANTE : *Applicant*	**ELABOREX, S.L.**
DIRECCIÓN : *Address*	**Poligono Industrial El Nevero 06006 BADAJOZ (BADAJOZ)**
FECHA/S DE CALIBRACIÓN : *Date of calibration*	**20/09/2021**

PERSONA(S) QUE AUTORIZA(N)/
Person(s)authorizing

Fecha de emisión (junto a la firma)
Date os issue (next to the signature)

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI) u otras referencias internacionalmente aceptadas (cuando no es posible la trazabilidad al SI)

This certificate is issued in accordance with the conditions of the accreditation granted by ENAC which has evaluated the laboratory's calibration and measurement capabilities and its measurement traceability to the SI system of units or other internationally accepted references (when traceability to SI is not feasible)

CALIBRACIÓN
Nº 231/LC10.192

Las actividades marcadas con (#) no están amparadas por la acreditación de ENAC
Activities marked with (#) are not covered with the ENAC accreditation

ID Item: 39032

ÁREA ELÉCTRICA
Electrical area

DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN
Calibration description

1. Descripción del proceso de calibración
Description of the calibration process

Procedimiento: E-1107 Rev._13
Procedure:

Condiciones ambientales:
Environmental conditions:

Temperatura: 23.0 ºC ± 1.0 ºC
Temperature:

Humedad relativa: ≤ 70% HR
Relative Humidity:

Técnico: FGU
Technical:

Especificación metrológica: Según el manual del fabricante.
Metrological specification:

Método y consideraciones de la calibración:
Method and considerations of the calibration:

La calibración se ha realizado por medida directa, utilizando los elementos que figuran en el apartado 3.
Los resultados obtenidos se refieren sólo al instrumento, momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

The calibration was done using direct measurements, utilizing the elements that are listed in section 3.
The results obtained refer only to the instrument, moment and conditions in which the measurements were made.

Observaciones:
Observations

N/A.

2. Lugar de calibración
Place of calibration

La calibración ha sido realizada en el Área Eléctrica de Simetrycal.
The calibration has been carried up in the Simetrycal electrical area.

3. Incertidumbre de calibración
Uncertainty of calibration

Para estimar la incertidumbre de calibración se han considerado las contribuciones de los patrones, del método de medida, de las condiciones ambientales y del instrumento calibrado. Los valores obtenidos corresponden al momento de la calibración, no considerándose la estabilidad del instrumento a más largo plazo.

La incertidumbre expandida de medida indicada en las tablas de resultados, se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EA4/02 M: 2013 y la guía para la expresión de la incertidumbre de medida JCGM 100.

To estimate the uncertainty of calibration, the contributions of the standards, the measurement method, the environmental conditions and the calibrated instrument have been considered.The values obtained correspond to the moment of the calibration, not considering the stability of the instrument in the longer term.
The expanded measurement uncertainty indicated in the results tables has been obtained by multiplying the standard measurement uncertainty by the coverage factor k = 2, which, for a normal distribution, corresponds to a probability of approximately 95%. The typical uncertainty of measurement has been determined according to document EA4 / 02 M: 2013 and the guide for the expression of measurement uncertainty JCGM 100.

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ÁREA ELÉCTRICA

Electrical area

DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN

Calibration description

4. Trazabilidad

Traceability

Referencia de los patrones utilizados en la calibración: 139

Reference of the standards used in the calibration

La trazabilidad de las medidas está garantizada a través de los patrones e instrumentos utilizados en la calibración. Estos están calibrados periódicamente por laboratorios nacionales o internacionales acreditados por ENAC o por otra entidad reconocida por ENAC.

The standards and instruments used in this calibration enjoy the guarantee of traceability, through the certifications issued by the corresponding national and international recognized laboratories.

5. Resultado de la calibración

Calibration results

Declaración de cumplimiento basada en una comprobación de tipo corrección ± incertidumbre. Los resultados posibles son:
P: El valor obtenido en la calibración está dentro del límite de especificación considerando la incertidumbre de medida.
P(*): No es posible declarar el cumplimento de la especificación considerando la incertidumbre de medida con una probabilidad de cobertura del 95%, aunque el valor obtenido en la calibración está dentro del límite de especificación.
F(*): No es posible declarar el no cumplimento de la especificación considerando la incertidumbre de medida con una probabilidad de cobertura del 95%, aunque el valor obtenido en la calibración está fuera del límite de especificación.
F: El valor obtenido en la calibración está fuera del límite de la especificación considerando la incertidumbre de medida.

Compliance statement based on a checking type of correction ± uncertainty. The possible results are:
P: The obtained value in calibration is within the specifiication limit considering the measurement uncertainty.
P (*): It is not possible to declare the specification compliance considering the measurement uncertainty with a coverage probability of 95%, although the obtained value in calibration is within the specification limit.
F (*): It is not possible to declare the specification non-compliance considering the measurement uncertainty with a coverage probability of 95%, although the obtaines value in calibration is outside the specification limit.
F: The obtained value in calibration is outside the specification limit considering the measurement uncertainty.

6. Definiciones

Definitions

Patrón: Instrumento que proporciona en la medida el valor de referencia de la magnitud.

UBP: Unidad Bajo Prueba.

Rango: Rango del instrumento calibrado.

Valor patrón: Valor de referencia generado/medido con el patrón.

Valor UBP: Valor generado/medido por la UBP.

Corrección: Valor patrón - Valor UBP. Valor medio de la serie de medidas realizadas.

Tolerancia: Límite de especificación de la UBP para esa medida.

Incertidumbre: Incertidumbre de calibración expandida asociada a la medida. En su estimación se ha considerado el factor de cobertura k indicado.

Nota: En caso de existir discrepancias en el texto como consecuencia de la traducción, prevalecerá el texto en español.
In the event of any discrepancies in the text arising from translation, the Spanish text shall prevail.

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

Simetrycal INDUSTRIAL METROLOGY SERVICES

ENAC-231/LC10.192
CERTIFICADO Nº 77907
Certificate nº

ÁREA ELÉCTRICA
Electrical area

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
Calibration results

MEDIDA DE TENSIÓN CONTINUA:

Unidad	Rango	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
mV	400.0	-360.000	-360.3	0.300	2.000	0.086	P
mV	400.0	40.000	39.9	0.100	0.400	0.082	P
mV	400.0	360.000	360.2	-0.200	2.000	0.086	P
V	4.000	-3.60000	-3.595	-0.00500	0.04520	0.00086	P
V	4.000	0.40000	0.399	0.00100	0.00680	0.00082	P
V	4.000	3.60000	3.595	0.00500	0.04520	0.00086	P
V	40.00	-36.0000	-35.93	-0.0700	0.4520	0.0087	P
V	40.00	-20.0000	-19.96	-0.0400	0.2600	0.0083	P
V	40.00	4.0000	3.99	0.0100	0.0680	0.0082	P
V	40.00	20.0000	19.96	0.0400	0.2600	0.0083	P
V	40.00	36.0000	35.93	0.0700	0.4520	0.0087	P
V	400.0	-360.000	-359.2	-0.800	4.520	0.086	P
V	400.0	40.000	40.0	0.000	0.680	0.082	P
V	400.0	360.000	359.2	0.800	4.520	0.086	P
V	1000	-900.00	-901	1.00	15.50	0.82	P
V	1000	100.00	100	0.00	3.50	0.82	P
V	1000	900.00	901	-1.00	15.50	0.82	P

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

Simetrycal INDUSTRIAL METROLOGY SERVICES

ENAC-231/LC10.192
CERTIFICADO Nº 77907
Certificate nº

ÁREA ELÉCTRICA

Electrical area

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Calibration results

MEDIDA DE TENSIÓN ALTERNA:

Unidad	Rango	Frecuencia	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
mV	400.0	50 Hz	40.000	39.1	0.900	0.900	0.075	P(*)
mV	400.0	400 Hz	40.000	39.7	0.300	0.900	0.075	P
mV	400.0	50 Hz	360.00	358.4	1.60	4.10	0.22	P
mV	400.0	400 Hz	360.00	358.4	1.60	4.10	0.22	P
V	4.000	50 Hz	3.6000	3.603	-0.0030	0.0390	0.0026	P
V	4.000	400 Hz	3.6000	3.596	0.0040	0.0390	0.0026	P
V	40.00	50 Hz	4.0000	3.99	0.0100	0.0700	0.0064	P
V	40.00	50 Hz	20.000	20.00	0.000	0.230	0.015	P
V	40.00	50 Hz	36.000	36.02	-0.020	0.390	0.032	P
V	40.00	400 Hz	36.000	36.03	-0.030	0.390	0.032	P
V	400.0	50 Hz	360.00	360.1	-0.10	3.90	0.39	P
V	400.0	400 Hz	360.00	360.0	0.00	3.90	0.39	P
V	1000	50 Hz	675.00	677	-2.00	9.75	0.84	P
V	1000	400 Hz	675.00	676	-1.00	9.75	0.83	P

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ENAC-231/LC10.192
CERTIFICADO Nº 77907
Certificate nº

ÁREA ELÉCTRICA

Electrical area

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Calibration results

MEDIDA DE RESISTENCIA:

Unidad	Rango	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado	
Ω	400.0	0.000	0.0	0.000	-	-	-	(#)
Ω	400.0	360.00	359.1	0.90	4.72	0.13	P	
kΩ	4.000	3.6000	3.589	0.0110	0.0380	0.0013	P	
kΩ	40.00	36.000	36.03	-0.030	0.452	0.013	P	
kΩ	400.0	360.00	360.2	-0.20	4.52	0.14	P	
MΩ	4.000	3.600	3.600	-0.000	0.045	0.015	P	
MΩ	40.00	36.00	35.95	0.05	0.75	0.22	P	

MEDIDA DE INTENSIDAD CONTINUA:

Unidad	Rango	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
uA	400.0	360.00	360.2	-0.20	3.90	0.14	P
uA	4000	3600.00	3583	17.00	57.00	0.97	P
mA	40.00	36.000	35.78	0.220	0.570	0.011	P
mA	400.0	-360.00	-356.1	-3.90	5.70	0.20	P
mA	400.0	360.00	356.1	3.90	5.70	0.20	P
A	10.00	1.0000	1.00	0.0000	0.0750	0.0058	P
A	10.00	5.0000	5.01	-0.0100	0.1750	0.0070	P
A	10.00	9.0000	9.02	-0.0200	0.2750	0.0089	P

MEDIDA DE INTENSIDAD ALTERNA:

Unidad	Rango	Frecuencia	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
uA	400.0	50 Hz	360.0	361.1	-1.1	5.9	1.1	P
uA	400.0	400 Hz	360.00	361.1	-1.10	5.90	0.92	P
uA	4000	50 Hz	3600.0	3594	6.0	69.8	9.4	P
uA	4000	400 Hz	3600.0	3598	2.0	69.8	8.5	P
mA	40.00	50 Hz	36.000	35.88	0.120	1.150	0.094	P
mA	40.00	400 Hz	36.000	35.86	0.140	0.698	0.085	P
mA	400.0	50 Hz	360.00	359.3	0.70	6.98	0.96	P
mA	400.0	400 Hz	360.0	358.9	1.1	7.0	1.1	P
A	10.00	50 Hz	1.0000	0.99	0.0100	0.1000	0.0062	P
A	10.00	400 Hz	1.0000	0.98	0.0200	0.1000	0.0062	P
A	10.00	50 Hz	9.000	9.05	-0.050	0.340	0.013	P
A	10.00	400 Hz	9.000	9.04	-0.040	0.340	0.016	P

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

Hukseflux Thermal Sensors B.V.
www.hukseflux.com
info@hukseflux.com

Product certificate

Pages: 1
Release date: 20 APR, 2021

Product code	**TP09**
Product identification	**serial number 595**
Product type	thermal needle
Measurand	thermal conductivity

Calibration result

Electrical resistance / meter	**R_e = 83.30 Ω/m**
Calibration uncertainty	**± 0.83 Ω/m**
	the number following the ± symbol is the expanded uncertainty with a coverage factor k = 2, and defines an interval estimated to have a level of confidence of 95 percent

Product specifications

1:	functional check	**verified**

Measurement process

Metrological characteristic	R_e in [Ω/m]: sensitivity to electrical resistance
Calibration method	Hukseflux TNC
Uncertainty of the method	the expanded uncertainty is ± 1 %

Metrological traceability

Calibration traceability	traceability of calibration is to the SI units of m and the derived SI unit of Ω
Calibration hierarchy	from SI through international standards

Evaluation of the uncertainty of the calibration result

Uncertainty calculation	based on nominal values and rectangular distribution, k = 2 [GUM]

Table 0.1 *connections*

PIN	NEEDLE	
4	Yellow	heater [+]
2	Yellow	heater [−]
1	Red	signal measure [−]
8	Red	signal current [−]
7	White	signal measure [+]
3	White	signal current [+]

Calibration performed by:
M. Rietveld

Date:
19 APR, 2021

Person authorising acceptance and release of product:
K. Ismail

Date:
20 APR, 2021

Anexo 2: Informe geotécnico Sector III

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es.CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

INFORME GEOTÉCNICO
INFORME: 17/22, CÓDIGO: 9411/22

PFV SECTOR III

Corbillo de los Oteros

(León)

Peticionario:

EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A.

Badajoz, 19 de abril de 2022

ELABOREX S.L.
ENTRADA Nº:
SALIDA Nº: 172
FECHA: 19/04/22

ELABOREX se encuentra inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción y Obra Pública de la Consejería de Movilidad, Transporte y Vivienda de la Junta de Extremadura con el número EXT-L-014 (BADAJOZ) y EXT-L-036 (CÁCERES).

Edificación:
GT- Geotecnia.
VS - Viales.
PS - Pruebas de servicio.
EH – Hormigón estructural.
EA – Acero estructural.
EFA -Obras de fábrica y Albañilería.

Ingeniería Civil:
A – Suelos, firmes bituminosos y otros materiales.
B – Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados.
C – Productos metálicos y señalización.
D – Ensayos de reconocimiento geotécnico.

ELABOREX se encuentra inscrito en el Registro de Entidades de Control de Calidad de la Construcción y Obra Pública de la Consejería de Movilidad, Transporte y Vivienda de la Junta de Extremadura con el número EXT-E-003.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 3
2 INFORMACIÓN GENERAL 4
2.1 DENOMINACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA OBRA 4
2.2 DOCUMENTOS DE LA OFERTA 4
2.3 BIBLIOGRAFÍA 5
3 DATOS DEL EMPLAZAMIENTO 6
3.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL EMPLAZAMIENTO 6
3.2 MARCO GEOLÓGICO 7
3.2.1 Geología regional 9
3.2.2 Litología 10
3.2.3 Grado de sismicidad de la zona 10
4 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO 12
4.1 TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO EFECTUADOS 12
4.1.1 Calicatas 12
4.1.2 Pruebas continuas de penetración 13
4.1.3 Investigación del nivel freático 14
4.1.4 Toma de muestras 15
4.1.5 Ensayos de laboratorio 15
5 DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS 17
5.1 UNIDADES GEOTÉCNICAS DETECTADAS 17
5.2 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO 18
5.2.1 Análisis de los ensayos de penetración 18
5.2.2 Caracterización geotécnica de los niveles 20
6 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA 22
7 RESISTIVIDAD TÉRMICA 25
8 ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL TERRENO EN HORMIGONES 26
9 PARÁMETROS CONDICIONANTES DE LA CORROSIÓN EN ACEROS 27
9.1 AGRESIVIDAD SEGÚN LA DIN 50 929-3 27
9.2 AGRESIVIDAD AL ZINC 30
10 CRITERIOS DE RIPABILIDAD 32
11 RESUMEN Y CONCLUSIONES 33

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN

Este informe tiene por objeto la exposición de forma ordenada y clara de toda la información obtenida de las investigaciones y ensayos realizados en la campaña geotécnica.

Desde finales de febrero del 2022 se ha realizado una campaña de exploración, destinada a caracterizar los parámetros geotécnicos de los terrenos donde se emplazará la planta fotovoltaica.

Los trabajos realizados, que dan lugar a la emisión de este informe, son los siguientes:

1. Reconocimiento geológico – geotécnico extensivo: calicatas y ensayos de penetración dinámica.

2. Realización de ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas en las calicatas.

3. Campaña de geofísica. Esta campaña ha consistido en una medida de resistividad eléctrica empleando una disposición de electrodos tipo Wenner, así como la realización de una resistividad térmica *in situ.*

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

2 INFORMACIÓN GENERAL

2.1 DENOMINACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA OBRA

El presente estudio geotécnico se redacta a petición de Empresa de Transformación Agraria, S.A. para el proyecto que se detalla en la tabla siguiente:

PROYECTO	PFV Sector III
TÉRMINO MUNICIPAL	Corbillo de los Oteros
PROVINCIA	León

2.2 DOCUMENTOS DE LA OFERTA

Los trabajos del presente informe se han realizado conforme a nuestra oferta de referencia 9411/22 convenientemente aceptada.

No obstante, debido a que dicha oferta se basa en una estimación de los reconocimientos y ensayos, es posible que la realidad de estos difiera en su medición final debido a diferencia en profundidades, imposibilidad de ejecución de ensayos, etc.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

2.3 BIBLIOGRAFÍA

Para la redacción de este informe, así como para la planificación de los trabajos, se han consultado las siguientes fuentes bibliográficas:

- Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. Ministerio de Fomento, 2002.
- Mapa geológico de España (IGME) Escala 1:50.000. Hoja 195 (Mansilla de las Mulas).
- Geología de España. J.A. Vera. Ministerios de Educación y Ciencia e IGME.
- Fotografía aérea y planos procedente del Instituto Geográfico Nacional.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

3 DATOS DEL EMPLAZAMIENTO

La zona de estudio se encuentra situada en las inmediaciones del término municipal de Corbillo de los Oteros, en la provincia de León. Esta localización se muestra seguidamente tomando una vista aérea de *Google Earth:*

En los anejos de este informe se incluyen mapas con la localización de la zona de estudio y de los reconocimientos de campo realizados.

3.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL EMPLAZAMIENTO

Con la herramienta del comparador de ortofotos del PNOA del Instituto Geográfico Nacional, se han obtenido las siguientes imágenes satelitales:

- Interministerial (1973-86)
- PNOA (2017)

Estas imágenes han sido comparadas con las actuales con la finalidad de poder detectar variaciones en los terrenos tanto de la zona de estudio como de los alrededores.

Del análisis de las imágenes, puede observarse como esta área ha cambiado morfológicamente debido a la canalización del arroyo que pasaba por las inmediaciones de la parcela en estudio.

Comparación entre la imagen satelital del Vuelo Interministerial (1973-1986) y la del PNOA (2017)

3.2 MARCO GEOLÓGICO

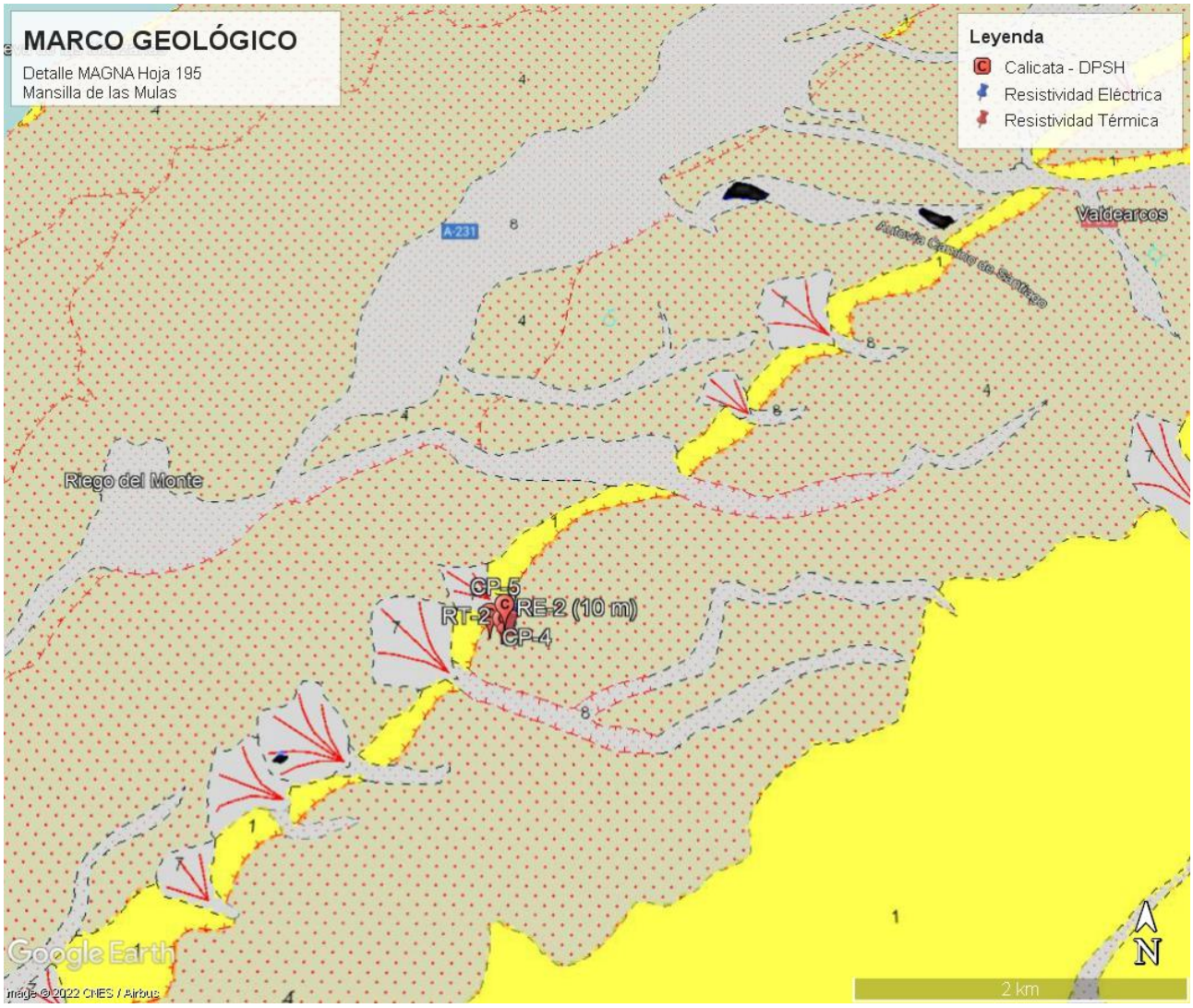
En base a la cartografía y documentación técnica oficial, así como a la visita realizada al solar, a continuación, se describen los aspectos más relevantes del mismo desde el punto de vista geológico.

La zona objeto de estudio se encuadra en la Hoja 195 (Mansilla de las Mulas) de la serie MAGNA a escala 1:50.000 del Instituto Geológico Minero de España, cuyo extracto se recoge a continuación:

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

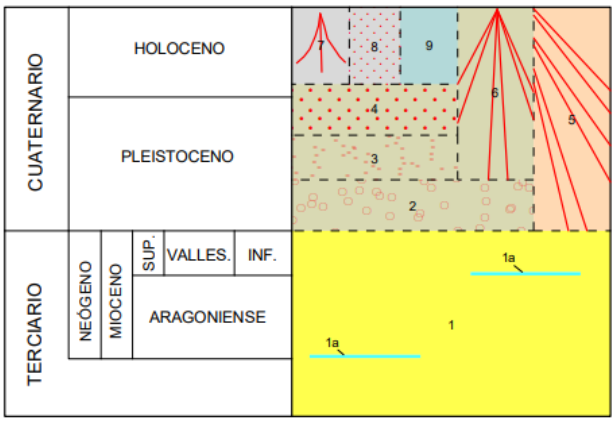
Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª



Mapa geológico detallado del área de estudio con los diferentes ensayos realizados. Hoja 195 (Mansilla de las Mulas). Escala: 1:50.000. Serie MAGNA. IGME

LEYENDA



9 Gravas, arenas y limos. Llanura de inundación
8 Gravas, arenas y limos. Lecho actual y fondos de valle
7 Cantos, limos y arenas. Abanicos y conos aluviales
6 Gravas, arenas y limos. Glacis
5 Gravas, arenas y limos. Glacis
4 Gravas silíceas y limos. Terrazas bajas
3 Gravas silíceas y limos. Terrazas medias
2 Gravas silíceas y limos. Terrazas altas
1a Niveles de calcretas
1 Arenas y limos con concrecciones carbonatadas. Conglomerados polimícticos (cantos calcáreos y silíceos)

Leyenda del mapa geológico del área de estudio. Hoja 195 (Mansilla de las Mulas). Serie MAGNA. IGME

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

3.2.1 Geología regional

La Hoja de MANSILLA DE LAS MULAS (195) se encuentra situada en la Submeseta Septentrional, en el sector noroccidental de Cuenca del Duero, próxima al borde con la Cordillera Cantábrica.

Por lo que respecta a la red fluvial, el rasgo más característico es la confluencia de los ríos Esla y Porma en el extremo NO de la Hoja. Precisamente el Río Esla es el principal colector del sector NO de la Cuenca del Duero y de las áreas adyacentes, aportando sus aguas al Río Duero. El resto de la Hoja está caracterizada por una serie de arroyos de escasa importancia que vierten aguas bien hacia el Esla o bien hacia el Cea, que surca la parte meridional de la vecina Hoja de Valencia de Don Juan. La divisoria de aguas entre estos dos tipos de arroyos se encuentra aproximadamente hacia la mitad de la Hoja, con una directriz norte-sur desde Matadeón de los Oteros hasta Santas Martas, donde adquiere un rumbo NE-SO hasta el límite norte de la Hoja.

El relieve en general es suave oscilando la altitud entre los 918 m al norte de Villamuñío y los 760 m en la esquina SO de la Hoja. La zona más elevada se encuentra en el extremo NE y corresponde al interfluvio entre las terrazas más altas del Río del Esla y las del Río Cea, situadas ya en la Hoja de Sahagún.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja de Mansilla de las Mulas, se ubica dentro de la Cuenca del Duero aflorando en ella sedimentos continentales pertenecientes al Terciario y al Cuaternario. Se encuentra, además, próxima al borde centro-meridional de la Cordillera Cantábrica. La importante elevación y el carácter de borde tectónicamente activo, correspondiente al flanco sur de dicha Cordillera, han condicionado la sedimentación terciaria adyacente.

El sistema fundamental de entrada y distribución de materiales a la cuenca a través de este borde tuvo lugar mediante un conjunto de grandes abanicos aluviales, que, con diferente desarrollo y composición, se solapan y superponen en un lapso de tiempo comprendido, entre el Paleógeno inferior y el Pleistoceno inferior. La Cuenca del Duero, y en concreto el entorno que nos ocupa, durante el Cuaternario ha sufrido un importante proceso de erosión, ocupando las formaciones superficiales de origen fluvial, amplias extensiones.

La Hoja se caracteriza por la presencia de sedimentos neógenos correspondientes a la Cuenca del Duero. Los materiales que afloran se pueden asignar a dos grandes conjuntos pertenecientes a ciclos sedimentarios con distinto significado. Por un lado, los sedimentos terciarios correspondientes al relleno continental de la depresión, y por otro, los asociados al proceso de erosión y vaciado de la Cuenca, que tienen carácter de recubrimiento, son asignados al Cuaternario.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

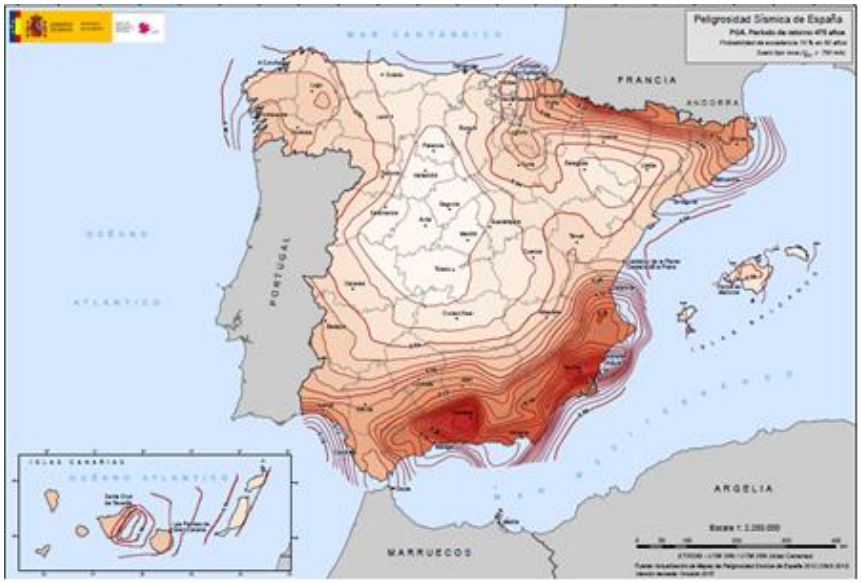
3.2.2 Litología

Desde la rasante actual, los materiales que componen el subsuelo están formados por un nivel de terreno vegetal, con un espesor entre 0,20 y 0,50 metros.

A continuación, se ha observado un nivel de arcillas con algo de arenas de tonalidad marronácea con algunos cantos silíceos dispersos, hasta la profundidad máxima alcanzada por la retroexcavadora (2,60 m).

3.2.3 Grado de sismicidad de la zona

La peligrosidad en España se define por medio del siguiente mapa de peligrosidad sísmica, según la norma sismorresistente NCSE-02, en vigor. Este mapa suministra, para cada punto del territorio y expresada en relación con el valor de la gravedad, la aceleración sísmica básica a_b, un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de 500 años.



El mapa suministra además los valores del coeficiente de contribución *K*, que tiene en cuenta la influencia en la peligrosidad sísmica de cada punto de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo.

Siguiendo los criterios marcados en el apartado 1.2.3. publicada en el BOE del 11 de octubre de 2002, de aplicación a todas las estructuras cuya orden de estudio no se hubiese cursado con anterioridad, se indica que no será necesaria la consideración de acciones sísmicas cuando:

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

$$a_b < 0{,}04g$$

$$a_c < 0{,}04g$$

a_b: aceleración sísmica horizontal básica.

a_c: aceleración sísmica horizontal de cálculo.

En el término municipal de Mansilla de las Mulas la aceleración sísmica es inferior a 0,04g, por lo que no es necesario tener en cuenta los posibles efectos del sismo.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

4 RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

4.1 TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO EFECTUADOS

Los trabajos de reconocimiento del terreno realizados se resumen en la siguiente tabla:

CALICATAS	**Nº**	3		
ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH	**Nº**	3	**Longitud (m)**	1,4-5,0-1,4
GEOFISICA	**Resistividad eléctrica**		**Nº**	1
	Resistividad térmica			1

Esta programación se ha desarrollado en su totalidad y ha sido coordinada y supervisada por personal técnico especialista de ELABOREX.

Hay que mencionar que no obstante la representatividad de los reconocimientos avalada por el diseño de la campaña y la experiencia del equipo redactor del presente informe, los resultados recogidos en el mismo se corresponden con investigaciones puntuales realizadas en una época determinada. Por ello, no son descartables irregularidades o heterogeneidades no sistemáticas cuya detección excedería con creces el alcance del presente.

4.1.1 Calicatas

Se han realizado tres calicatas con la siguiente denominación, ubicación (sistema de coordenadas: UTM y Uso 30N) y profundidad alcanzada:

Denominación	Coordenadas		Profundidad de ensayo (m)
	X	Y	
C-1	299209	4700699	2,60
C-2	299288	4700663	2,50
C-3	299304	4700754	2,50

Se entienden como calicatas las excavaciones de formas diversas (pozos, zanjas, rozas, etc.) que permiten una observación directa del terreno, así como la toma de muestras y eventualmente la realización de ensayos *in situ*. Este tipo de reconocimiento es recomendable en casos de:

a) Profundidad de reconocimiento moderada (< 3 metros).

b) Terrenos excavables con pala mecánica o manualmente.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

c) Ausencia de nivel freático en la profundidad reconocida o cuando existan aportaciones de agua moderadas en terrenos de baja permeabilidad.

d) Terrenos preferentemente cohesivos.

e) Terrenos granulares en los que las perforaciones de pequeño diámetro no serían representativas.

El reconocimiento del terreno mediante calicatas es especialmente adecuado cuando:

a) Se puede alcanzar en todos los puntos el estrato firme o resistente con garantía suficiente.

b) No sea necesario realizar pruebas *in situ* asociadas a sondeos (por ejemplo, ensayos de penetración estándar).

Se excluye esta posibilidad cuando el terreno de apoyo puede deteriorarse con la excavación y afectar a las futuras cimentaciones o crear problemas de inestabilidad para estructuras próximas.

En las paredes del terreno excavado, se pueden realizar ensayos *in situ* como el penetrómetro de bolsillo, con el fin de obtener una indicación orientativa del comportamiento del terreno, si bien no permiten deducir, en ningún caso, valores cuantitativos de la resistencia del terreno.

4.1.2 Pruebas continuas de penetración

Se han realizado tres ensayos de penetración dinámica tipo DPSH con la siguiente denominación, localización (sistema de coordenadas: UTM y Uso 30N) y profundidad:

Denominación	Coordenadas		Profundidad (m)
	X	Y	
P1	299209	4700699	1,40
P2	299288	4700663	5,00
P3	299304	4700754	1,40

Las pruebas de penetración proporcionan una medida indirecta, continua en el caso del ensayo DPSH o Borro, de la resistencia o deformabilidad del terreno, determinándose estas propiedades a través de correlaciones empíricas. Estos ensayos proporcionan una medición de la resistencia a la penetración de una puntaza mediante golpeo con una energía normalizada.

El empleo de penetrómetros normalizados garantiza que las correlaciones empleadas tienen la suficiente garantía y justificación. Es el caso de las pruebas tipo Borro, regulado por la

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

NLT-261 y extensamente documentadas en la bibliografía técnica, o de las de tipo DPSH, reguladas por la norma UNE 103802 y UNE 103803.

De igual manera permite utilizar las pruebas de penetración para la identificación de unidades geotécnicas, como complemento a los sondeos mecánicos o las calicatas.

Los penetrómetros mencionados tienen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	ENSAYO	
	DPSH	BORRO
Forma de la puntaza	Circular	Cuadrada
Sección de la puntaza (*A*)	20 cm^2	4*4 cm^2
Peso de la maza (*W*)	63,5 kg	63,5 kg
Altura de caída (*h*)	76 cm	50 cm
Avance de la puntaza (*d*)	20 cm	20 cm
Criterio de rechazo	*N* > 100	*N* > 200

No obstante, estas diferencias es posible establecer una equivalencia relativa entre los resultados de los ensayos en base a la energía específica aplicada mediante la expresión:

$$N_2\left(\frac{W_1 \cdot h_1}{d_1 \cdot A_1}\right) = N_1\left(\frac{W_2 \cdot h_2}{d_2 \cdot A_2}\right)$$

Donde para cada ensayo comparado, 1 y 2:

N es el número de golpes para la penetración característica *d*;

A es la sección transversal de la puntaza;

H, la altura de caída de la maza, de peso *W*.

En el presente reconocimiento las pruebas se han realizado con un penetrómetro dinámico portátil sobre orugas con golpeo automático de la marca TECOINSA.

4.1.3 Investigación del nivel freático

No se ha detectado nivel freático en ninguna de las calicatas realizadas en la zona de estudio.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

4.1.4 Toma de muestras

De los trabajos de reconocimientos en campo se han obtenido muestras para ejecutar sobre ellas con una fiabilidad suficiente los ensayos de laboratorio pertinentes según las determinaciones perseguidas.

Concretamente se han extraído las siguientes muestras a distintas profundidades, según sigue:

Ensayo de campo	Código de muestra	Profundidad (m)	Tipo de muestra
Calicata 1	MA-1015	2,60	MA
Calicata 2	MA-1016	2,50	MA
Calicata 3	Ma-1017	2,50	MA

En función del proceso de toma, se pueden identificar tres tipos de muestras, atendiendo a la clasificación contenida en el Documento Básico SE-C “Cimientos”, que condicionan los tipos de ensayos que son posibles aplicar sobre ellas:

a) Muestras de categoría A: Son aquellas que mantiene inalteradas las siguientes propiedades del suelo: estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables. Es el caso de las que se identifican en el presente informe como “muestras inalteradas” (MI). Para su obtención es preciso emplear tomamuestras con unas dimensiones normalizadas según la siguiente tabla:

Tabla 3.13. Especificaciones categoría A de tomamuestras

Tipo de suelo	Sistema de hincado	Diámetro interior D_i	Despeje interior D	Relación de Areas R_a	Espesor zapata E	Angulo de zapata de corte
Arcillas, Limos, Arenas finas	Presión	> 70 mm	≤ 1%	≤ 15	≤ 2 mm	≤ 5º
Arenas medias Arenas gruesas Mezclas	Presión golpeo	> 80 mm	≤ 3 %	≤ 15	≤ 5 mm	≤ 10º

b) Muestras de categoría B: Son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables. Se incluyen aquí los denominados “testigos parafinados” (TP).

c) Muestras de categoría C: Se incluyen aquí todas aquellas muestras que no cumplen las especificaciones de la categoría B, conocidas como “muestras alteradas” (MA).

4.1.5 Ensayos de laboratorio

Sobre las muestras tomadas en campo se han realizado ensayos de laboratorio para conocer las características de identificación, estado y agresividad del terreno.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

El total de ensayos realizados se resume en la siguiente tabla:

DETERMINACIÓN	NORMA	CANTIDAD
Granulometría	UNE-EN ISO 17892-4	3
Límites de Atterberg	UNE-EN ISO 17892-12	3
Humedad	UNE-EN ISO 17892-1	2
Capacidad tampón pH 4,3	DIN 50929	1
Capacidad tampón pH 7,0	DIN 50929	1
Ion sulfato	UNE 83963:2008	1
Ion cloruro	UNE EN 1744-1	1
pH	UNE ISO 10390:12	1
Sulfuros	DIN 50929	1

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

5 DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

En base a los criterios de naturaleza litológica, identificación y comportamiento mecánico es posible diferenciar los materiales detectados en los reconocimientos en una serie de niveles relativamente homogéneos. Esta caracterización se detalla en el siguiente apartado.

5.1 UNIDADES GEOTÉCNICAS DETECTADAS

El perfil geológico-geotécnico se distribuye en dos niveles que consisten, de techo a muro, en un recubrimiento de terreno vegetal bajo el cual se encuentra un suelo arcilloso con gravas.

NIVEL 1: Terreno vegetal

Forma una capa con un espesor comprendido entre los 0,20 y 0,50 metros, encontrándose en la superficie de la zona objeto de estudio en el presente informe.

Se ha detectado su presencia en las calicatas con los siguientes espesores:

NIVEL 1: Terreno vegetal			
PROFUNDIDAD DETECTADA (m)			
ENSAYO	**TECHO**	**BASE**	**POTENCIA**
CALICATA 1	0,00	0,30	0,30
CALICATA 2	0,00	0,20	0,20
CALICATA 3	0,00	0,50	0,50
VALORES CARACTERÍSTICOS			
MÁXIMO	0,00	0,50	0,50
MÍNIMO	0,00	0,20	0,20
MEDIA	0,00	0,33	0,33
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0,00%	45,83%	45,83%

NIVEL 2: Suelo arcilloso

Constituye una capa con un espesor de al menos 2,00 metros, situándose por debajo del nivel de terreno vegetal.

Se ha identificado su presencia en las calicatas con los siguientes espesores:

NIVEL 2: Suelo arcilloso			
PROFUNDIDAD DETECTADA (m)			
ENSAYO	TECHO	BASE	POTENCIA
CALICATA 1	0,30	2,60	2,30
CALICATA 2	0,20	2,50	2,30
CALICATA 3	0,50	2,50	2,00

5.2 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO

Para cada una de las unidades geotécnicas detectadas se identifican a continuación los valores característicos de sus parámetros, deducidos en base a los ensayos y pruebas continuas.

5.2.1 Análisis de los ensayos de penetración

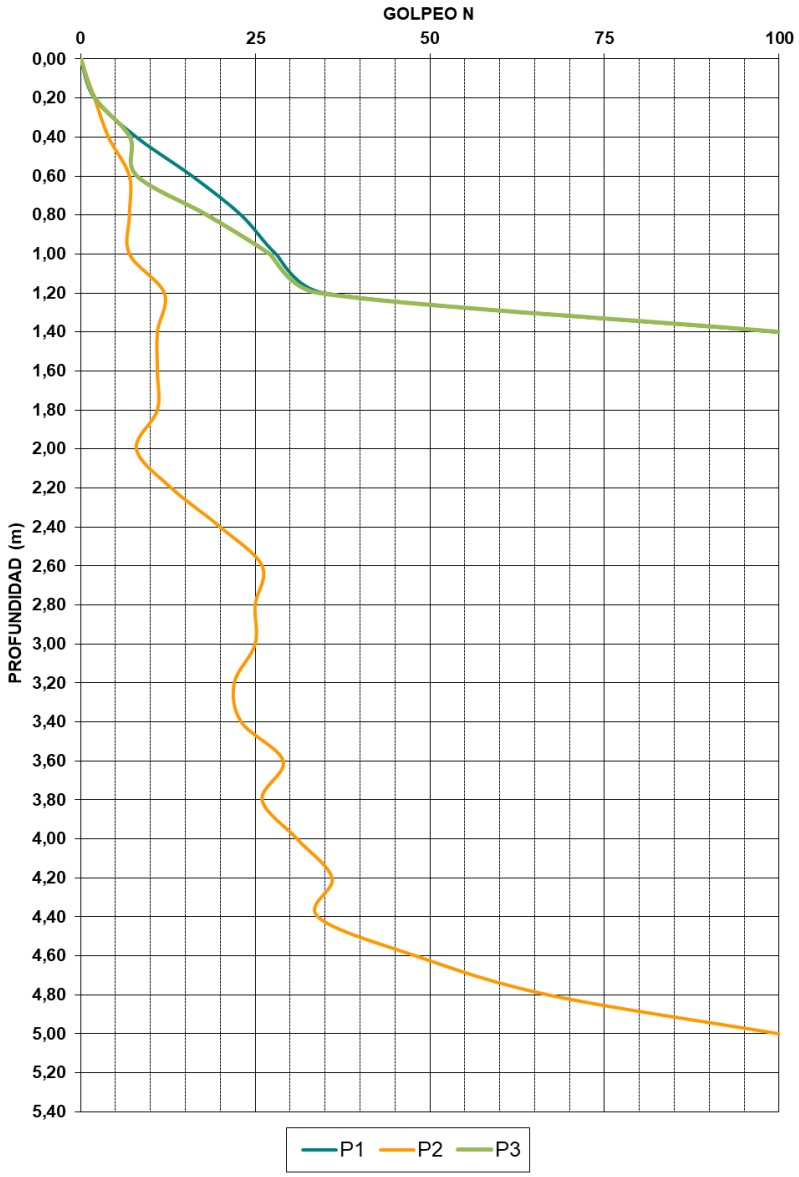
En base a los 3 ensayos de penetración dinámica llevados a cabo en la zona de la implantación de la planta fotovoltaica, se han alcanzado los rechazos en los ensayos a 1,40, 5,00 y 1,40 metros de profundidad.

El resultado de la superposición de los golpeos obtenidos en las distintas pruebas continuas de penetración dinámica se resume en el siguiente gráfico ilustrativo:

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª



Según las propiedades de los materiales presentes y las pruebas dinámicas de penetración DPSH llevadas a cabo, es previsible la adopción de hinca directa para la cimentación de los módulos fotovoltaicos en la totalidad de la parcela, especialmente para profundidades a 1,50 metros. Esta hipótesis debería ser confirmada con la realización de ensayos p*ull out* y dependerá del tipo de perfil que se utilice.

Hay que mencionar que, aun siendo los resultados coherentes con la identificación propuesta, los resultados de penetración deben considerarse tan solo a modo de indicativo, dado que no permiten testificar los materiales atravesados. Además, sería preciso para una mejor correlación, nivelar topográficamente los puntos de reconocimiento y corregir las profundidades relativas aportadas.

5.2.2 Caracterización geotécnica de los niveles

De los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras extraídas se obtienen las principales características desde el punto de vista geotécnico de los materiales atravesados, que se resumen en las siguientes tablas:

- **NIVEL 1 (Terreno vegetal):** Este nivel está constituido por terreno vegetal. No se han realizado ensayos de laboratorio debido a su escaso interés desde el punto de vista geotécnico.

- **NIVEL 2 (Suelo arcilloso):** Litológicamente este nivel está constituido por suelo arcilloso con gravas silíceas.

  Se ha tomado una muestra en cada una de las calicatas realizadas para su caracterización.

  Las muestras procedentes de las calicatas quedan clasificadas como arcilla magra arenosa (CL) según la USCS.

  El contenido en finos (<0,08 mm) es del 71,0 % y el contenido en gruesos de tamaño superior a 2 mm presenta un valor del 2,0 %. La muestra analizada presenta una plasticidad media con un límite líquido de 30,3 y un índice de plasticidad de 11,2.

  Relativo a los ensayos químicos, estos se abordan en detalle en los apartados 8 (Análisis de agresividad del terreno en hormigones) y 9 (Parámetros condicionantes de la corrosión en aceros).

  A continuación, se muestra la tabla resumen con los valores característicos:

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

RECONOCIMIENTO	CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3
MUESTRA	1015	1016	1019
TIPO	MA	MA	MA
PROFUNDIDAD (m)	2,60	2,50	2,50

IDENTIFICACIÓN				
Granulometría	% pasa tamiz 2 (mm)	95	99	100
	% pasa tamiz 0,080 (mm)	54	94	65
Plasticidad	Límite líquido	27,6	33,4	29,9
	Límite plástico	18,5	20,3	18,5
	Índice plasticidad	9,1	13,1	11,4

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
Ión sulfato (mg/kg)	14,77	-	-
Ión cloruro (mg/kg)	7,31	-	-
Contenido de sulfuros	0	-	-
pH	8,11	-	-
Humedad a 0,50 m (%)	-	12,7	-
Humedad a 1,00 m (%)	-	17,3	-
Capacidad tampon pH 4,3 (mmol/kg)	18,50	-	-
Capacidad tampon pH 7,0 (mmol/kg)	0	-	-

CLASIFICACIÓN U.S.C.S	CL	CL	CL

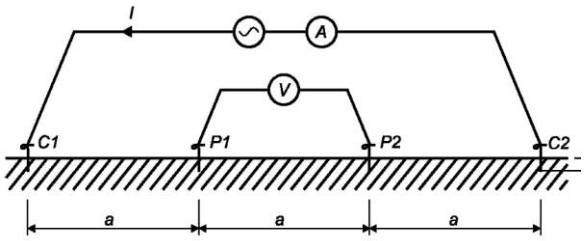
C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

6 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

Se ha realizado un ensayo de resistividad *in situ* a las profundidades de 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0, 6,0 y 10,0 metros. Las medidas se realizaron el día 23 de febrero del 2022 con unas condiciones de temperaturas y humedad medias.

Para la realización de las medidas se ha seguido una disposición de electrodos tipo Wenner. Tal como lo muestra el esquema de medición de la figura, los cuatro electrodos se ubican sobre un mismo eje; se inyecta corriente al terreno a través de los electrodos de corriente extremos y se mide la diferencia de potencial entre los electrodos de potencial internos.



Esquema con la distribución de los electrodos

Cada electrodo se separa de los demás una distancia "*a*" que se irá incrementado a medida que se quiera aumentar la profundidad de estudio. La profundidad de estudio a la cual se mide la resistividad es aproximadamente igual a la separación de los electrodos.

La resistividad viene definida por la ecuación simplificada:

$$\rho = 2\pi aR$$

El dispositivo utilizado es un telurómetro de la marca *GEOHM C* y para la medición de las condiciones ambientales un medidor de temperatura y humedad *PCE-ITF 5*.

Una posible clasificación estimativa de los terrenos de acuerdo con su resistividad como se muestra en la siguiente tabla:

Tipo de Terreno	Resistividad ρ (Ω m)
Terrenos vegetales y húmedos	10-50
Arcillas, limos	20-60
Arenas arcillosas	80-120
Fangos, Turbas	150-300
Arenas	250-500
Suelos pedregosos	300-400

Tipo de Terreno	Resistividad ρ (Ω m)
Rocas	1000-10000
Hormigón húmedo	100-240
Hormigón seco	10000-50000

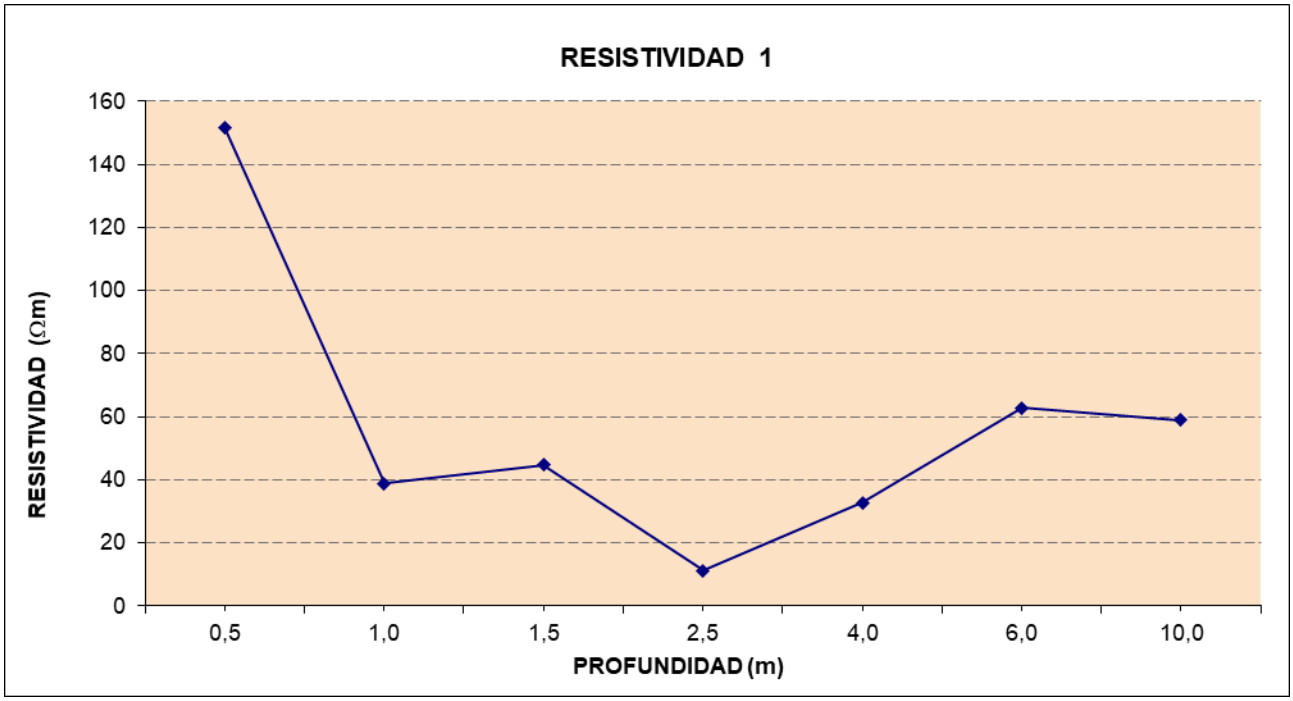
Valores característicos de resistividades para distintos tipos de terreno

Se ha ejecutado un ensayo de resistividad eléctrica distribuido en un único perfil a lo largo de la parcela con las siguientes coordenadas (sistema de coordenadas: UTM y Uso 30N):

Denominación	Coordenadas		Profundidad ensayo (m)
	X	Y	
RE-1	299290	4700715	10,00

Los resultados de las medidas realizadas, junto con las condiciones ambientales en el momento de la realización del ensayo, se muestran a continuación:

RE1							
DATOS DE LA MEDIDA							
FECHA	HORA	TEMPERATURA (ºC)			HUMEDAD (%)		
23/02/2022	8:40	1,1			52		
MEDIDA DE RESISTIVIDAD (Ωm)							
PUNTO	PROFUNDIDAD DE LA MEDIDA (m)						
	0,5	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10,0
X	152	39	45	11	33	63	59



C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

De las medidas de resistividad del terreno de la obra PFV Sector III, se puede concluir que:

- La resistividad eléctrica obtenida en los primeros 1,50 metros de profundidad está comprendida entre 39 y 152 Ω·m, siendo el valor medio de las medidas a esa profundidad de 79 Ω·m.

- No se ha obtenido una tendencia clara en base al ensayo, si bien están en el mismo rango de medidas.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

7 RESISTIVIDAD TÉRMICA

Se ha realizado un ensayo de resistividad térmica con la siguiente denominación y localización (sistema de coordenadas: UTM y Uso 30N):

Denominación	Coordenadas	
	X	Y
RT-1 (C-2)	299288	4700663

En la resistividad térmica llevada a cabo se realizan dos lecturas a 0,50 y 1,00 metro de profundidad.

Los ensayos de resistividad térmica permiten establecer las características de conductividad / resistividad térmica del subsuelo.

Las medidas de resistividad se han tomado hincando los sensores del equipo de medición en las paredes de las calicatas excavadas al efecto. Además, se han anotado medidas de temperatura de la superficie y error del equipo empleado.

Para ello se ha utilizado el siguiente dispositivo:

- Medidor Tempos, equipado con sensor de aguja TR3.

Los valores obtenidos junto con sus fotografías se muestran en la tabla que sigue:

Denominación	Profundidad (m)	Resistividad (°Cm/W)	Conductividad (W/mK)	Temperatura (ºC)	Material	Humedad (%)
C2-RT1	0,50	0,296	1,08	9,05	Gravas silíceas	12,7
	1,00	1,717	0,82	9,64	Arcilla	17,3

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

8 ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL TERRENO EN HORMIGONES

La clasificación de la agresividad química según se recoge en el artículo 27 “Criterios específicos para las estructuras de hormigón” del Código Estructural permite identificar el “tipo de ambiente” al que va a estar sometido un hormigón estructural. Este viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto y que pueden provocar su degradación.

En el Código Estructural, en el apartado 27.1 “Clases de exposición de los elementos de hormigón”, se establece una serie de clases específicas de exposición. Se clasifican de acuerdo con los siguientes criterios:

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Qa	Qb	Qc
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	Valor del pH	6,5 - 5,5	5,5 – 4,5	< 4,5
	CO_2 agresivo (mg/l)	15 – 40	40 – 100	> 100
	Ión Amonio (mg/l)	15 – 30	30 – 60	> 60
	Ión magnesio (mg/l)	300 – 1.000	1.000 – 3.000	> 3.000
	Ión sulfato (mg/l)	200 – 600	600 – 3.000	> 3.000
	Residuo seco (mg/l)	75 – 150	50 – 75	< 50
SUELO	Grado de acidez Baumann-Gully (ml/Kg)	> 200	(*)	(*)
	Ión Sulfato (mg/kg suelo)	2.000 – 3.000	3.000 – 12.000	> 12.000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

Tipo de exposición en función de la agresividad de suelos y agua según EHE

De los ensayos de agresividad del terreno realizados sobre las muestras de suelo tomadas, procedentes del nivel geotécnico 2 (suelo arcilloso), se deduce que presentan un grado de agresividad nulo al hormigón según el contenido en sulfatos, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Prospección	Muestra	NG	Sulfatos (mg/kg)	Grado de acidez Baumann-Gully (ml/kg)	Grado de agresividad	Clase específica de exposición
CALICATA 1	1015	2	14,77	-	Nulo	Nulo

Agresividad de los suelos ensayados del nivel geotécnico 2 (suelo arcilloso)

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

9 PARÁMETROS CONDICIONANTES DE LA CORROSIÓN EN ACEROS

Se ha ensayado en laboratorio una muestra procedente de la calicata 1 para determinar varios parámetros que influyen en la corrosión del acero. En concreto se han determinado el potencial de hidrógeno (pH), contenido en cloruros, contenido en sulfatos, sulfuros, capacidad tampón, así como la resistividad eléctrica medida *in situ* y la humedad. Los resultados obtenidos son los siguientes:

RECONOCIMIENTO		CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3
MUESTRA		1015	1016	1019
TIPO		MA	MA	MA
PROFUNDIDAD (m)		2,60	2,50	2,50
IDENTIFICACIÓN				
Granulometría	% pasa tamiz 2 (mm)	95	99	100
	% pasa tamiz 0,080 (mm)	54	94	65
Plasticidad	Límite líquido	27,6	33,4	29,9
	Límite plástico	18,5	20,3	18,5
	Índice plasticidad	9,1	13,1	11,4
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
Ión sulfato (mg/kg)		14,77	-	-
Ión cloruro (mg/kg)		7,31	-	-
Contenido de sulfuros		0	-	-
pH		8,11	-	-
Humedad a 0,50 m (%)		-	12,7	-
Humedad a 1,00 m (%)		-	17,3	-
Capacidad tampon pH 4,3 (mmol/kg)		18,50	-	-
Capacidad tampon pH 7,0 (mmol/kg)		0	-	-
CLASIFICACIÓN U.S.C.S		CL	CL	CL

Resultados de los ensayos para cuantificar la corrosión de muestras analizadas del nivel geotécnico 2 (suelo arcilloso)

Del total de ensayos de resistividad eléctrica realizados, se ha obtenido un valor de resistividad promedio de las medidas realizadas a 1,50 metros de profundidad de 79 Ω·m.

9.1 AGRESIVIDAD SEGÚN LA DIN 50 929-3

La norma DIN 50 929-3 (2018) puede servir como base para estimar la probabilidad de corrosión de materiales metálicos cuyas superficies externas están en contacto con suelo o agua.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

La probabilidad de la corrosión de estos objetos se rige no solo por las propiedades de los materiales y los agentes corrosivos, sino también por su diseño, tamaño y efectos electroquímicos externos que no siempre pueden ser descritos con una precisión adecuada, de ahí que la probabilidad de corrosión sólo pueda ser estimada.

Esta aproximación, junto con la información del tipo y extensión de la corrosión que se puede prever, sirve también como base para decidir qué medidas protectoras podrían tenerse en cuenta.

A cada uno de los parámetros analizados se le asigna una puntuación entre +4 (no corrosivo) y -12 (extremadamente corrosivo). La suma de todos ellos determina el grado de potencial corrosivo de los suelos mediante la siguiente expresión:

$$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9 + Z_{10}$$

Los valores de estos índices se obtienen mediante ensayos de campo y laboratorio. En la tabla siguiente se resumen los valores asignados a cada una de las variables en función de los resultados obtenidos:

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

PARÁMETROS DEL SUELO	RESULTADOS	VALORES	ÍNDICE PARCIAL
Z_1: Tipo de suelo	69,13	a. Contenido de finos (%peso < 0,063mm):	
		<10	+4
		10-30	+2
		30-50	0
		50-80	-2
		>80	-4
		b. Turba, humus, carbón, fango orgánico (% peso)	
		>5	-12
		c. Suelos fuertemente contaminados	-12
Z_2: Resistividad eléctrica (ohm.m)	79	> 500	+4
		200-500	+2
		50-200	0
		20-50	-2
		10-20	-4
		< 10	-6
Z_3: Humedad (%)	15	< 20	0
		> 20	-1
Z_4: pH	8,11	> 9	+2
		6,0-9,0	0
		4,0-6,0	-1
		< 4,0	-3
Z_5: Capacidad de taponamiento hasta pH 4,3 (mmol/kg)	18,5	> 1000	+3
		200-1000	+1
		< 200	0
Z_6: Capacidad de taponamiento hasta pH 7 (mmol/kg)	0	< 2,5	0
		2,5-5	-2
		5-10	-4
		10-20	-6
		20-30	-8
		> 30	-10
Z_7: Sulfuros (mg/kg)	0	< 5	0
		5-10	-3
		> 10	-6
Z_8: Sulfatos (mg/kg)	14,77	200	0
		200-500	-1
		500-1000	-2
		> 1000	-3
Z_9: Sales neutras ($Cl^- + 2SO_4^{2-}$) (mg/kg)	36,85	< 300	0
		300-1000	-1
		1000-3000	-2
		3000-10000	-3
		> 10000	-4
Z_{10}: Localización de nivel freático	Ausente	Nivel freático ausente	0
		Nivel freático presente	-1
		Nivel freático variable	-2

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

De acuerdo con la suma de los valores de los factores anteriormente recogidos en la tabla 1 de la norma DIN 50 929 Parte 3, el resultado obtenido para el nivel geotécnico detectado es:

Resultado	Valor B_0	Categoría del suelo	Agresividad del suelo
	≥0	I a	Virtualmente no agresivo
NG2: -2	-1 a -4	I b	Débilmente agresivo
	-5 a -10	II	Agresivo
	<-10	III	Fuertemente agresivo

Así, el nivel geotécnico 2 (suelo arcilloso) queda clasificado como Débilmente agresivo al acero.

9.2 AGRESIVIDAD AL ZINC

La aplicación de recubrimientos de zinc es un método eficaz para retardar o prevenir la corrosión de los materiales férreos. Los recubrimientos de zinc se utilizan con esta finalidad porque protegen el hierro y el acero tanto por efecto barrera como por acción galvánica.

La variedad tanto en propiedades físicas como químicas de los suelos, debido a su gran heterogeneidad, hace que la corrosión de los recubrimientos de zinc en el suelo sea raramente uniforme en la naturaleza.

Los suelos arenosos y calcáreos, siempre que estén libres de cloruros, son por lo general menos corrosivos, mientras que los suelo con un mayor contenido en arcillas son corrosivos hasta un cierto límite.

A fin de establecer el nivel de corrosividad del suelo para el zinc, se ha evaluado a partir de los resultados obtenidos de la determinación del pH y la resistividad eléctrica, tal y como sigue:

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

pH	Resistividad (Ω m)	Corrosión
<3,5	Cualquiera	Alta
3,5-4,5	<45	Alta
	>45	Media-alta
4,5-5,5	<45	Alta
	45-50	Media-Alta
	>50	Media
5,5-6,0	<10	Alta
	10-50	Media-Alta
	50-100	Media
	>100	Media-Baja
6,0-9,5	<10	Alta
	10-30	Media-Alta
	30-100	Media
	100-200	Media-Baja
	>200	Baja

De esta forma, según los parámetros de la tabla anterior el nivel geotécnico 2 (suelo arcilloso) presenta una corrosión media al zinc.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

10 CRITERIOS DE RIPABILIDAD

Ateniéndonos a las características de los materiales atravesados en las calicatas, es necesario mencionar que, de modo orientativo, podemos considerar los datos que se recogen en la siguiente tabla:

RIPABILIDAD		MAQUINARIA	GRADO ALTERACIÓN
EXCAVABLE		PEQUEÑA	VI. COMPLETO
	FÁCIL	CLASE 1 (LIGERA)	V. MUY ALTO
RIPABLE	MODERADO	CLASE 2 (MEDIA)	IV. ALTO
	DIFÍCIL	CLASE 3 (PESADA)	III. MODERADO
	MARGINAL	CLASE 4 (MUY PESADA)	II. LIGERO
NO RIPABLE			I. NULO

Los criterios de ripabilidad se establecen para un escarificado con rendimiento óptimo, pudiendo ser posible el mismo con maquinaria más pequeña a bajo rendimiento. Estos criterios se ven definidos, básicamente, mediante tablas de rendimiento de Caterpillar.

En este caso, el nivel geotécnico 1 (terreno vegetal), puede considerarse de ripabilidad fácil para maquinaria ligera; mientas que para el nivel geotécnico 2 (suelo arcilloso), puede suponerse de ripabilidad moderada para maquinaria media.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

11 RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente estudio geotécnico se redacta a petición de Empresa de Transformación Agraria, S.A. para el proyecto que se detalla en la tabla siguiente:

PROYECTO	PFV Sector III
TÉRMINO MUNICIPAL	Corbillo de los Oteros
PROVINCIA	León

Como resumen de todo el contenido recogido en los apartados anteriores se llega a las conclusiones siguientes:

i. Perfil geológico – geotécnico

El perfil geológico-geotécnico se distribuye en dos niveles que consisten, de techo a muro, en un recubrimiento de terreno vegetal bajo el cual se encuentran un suelo arcilloso con gravas.

- Nivel geotécnico 1 (Terreno vegetal): Forma una capa con un espesor comprendido entre los 0,20 y 0,50 metros, encontrándose en la superficie de la zona objeto de estudio en el presente informe.

- Nivel geotécnico 2 (Suelo arcilloso): Constituye una capa con un espesor de al menos 2,00 metros, situándose por debajo del nivel de terreno vegetal.

  Se ha tomado una muestra en cada una de las calicatas realizadas para su caracterización.

  Las muestras procedentes de las calicatas quedan clasificadas como arcilla magra arenosa (CL) según la USCS.

  El contenido en finos (<0,08 mm) es del 71,0 % y el contenido en gruesos de tamaño superior a 2 mm presenta un valor del 2,0 %. La muestra analizada presenta una plasticidad media con un límite líquido de 30,3 y un índice de plasticidad de 11,2.

ii. Ensayos de penetración

En base a los tres ensayos de penetración dinámica llevados a cabo en la zona de la implantación de la planta fotovoltaica, se han alcanzado los rechazos en todos los ensayos entre 1,40 y 5,00 metros de profundidad.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Según las propiedades de los materiales presentes y las pruebas dinámicas de penetración DPSH llevadas a cabo, es previsible la adopción de hinca directa para la cimentación de los módulos fotovoltaicos en la totalidad de la parcela, especialmente para profundidades a 1,50 metros. Esta hipótesis debería ser confirmada con la realización de ensayos P*ull Out* y dependerá del tipo de perfil que se utilice.

iii. Resistividad eléctrica

De las medidas de resistividad del terreno de la obra PFV Sector III, se puede concluir que:

- La resistividad eléctrica obtenida en los primeros 1,50 metros de profundidad está comprendida entre 39 y 152 Ω·m, siendo el valor medio de las medidas a esa profundidad de 79 Ω·m.
- No se ha obtenido una tendencia clara en base al ensayo, si bien están en el mismo rango de medidas.

iv. Resistividades térmicas

Se ha realizado un ensayo de resistividad térmica. En la resistividad térmica llevada a cabo se realizan dos lecturas a 0,50 y 1,00 metro de profundidad.

Denominación	Profundidad (m)	Resistividad (°Cm/W)	Conductividad (W/mK)	Temperatura (ºC)	Material	Humedad (%)
C2-RT1	0,50	0,296	1,08	9,05	Gravas silíceas	12,7
	1,00	1,717	0,82	9,64	Arcilla	17,3

v. Criterios de ripabilidad

En este caso, el nivel geotécnico 1 (terreno vegetal), puede considerarse de ripabilidad fácil para maquinaria ligera; mientas que para el nivel geotécnico 2 (suelo arcilloso), puede suponerse de ripabilidad moderada para maquinaria media.

vi. Agresividad del terreno

- Parámetros condicionantes de la corrosión en aceros (DIN 50 929-3):

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Se han ensayado en el laboratorio muestras procedentes de calicatas para determinar varios parámetros que influyen en la corrosión del acero. De acuerdo con la suma de los valores de los factores anteriormente recogidos en la tabla 1 de la norma DIN 50 929 Parte 3, el resultado obtenido para el nivel geotécnico detectado es:

Resultado	Valor B_0	Categoría del suelo	Agresividad del suelo
	≥0	I a	Virtualmente no agresivo
NG2: -2	-1 a -4	I b	Débilmente agresivo
	-5 a -10	II	Agresivo
	<-10	III	Fuertemente agresivo

Así, el nivel geotécnico 2 (suelo arcilloso), queda clasificado como Débilmente agresivo al acero.

- Agresividad al zinc:

A fin de establecer el nivel de corrosividad del suelo para el zinc, se ha evaluado a partir de los resultados obtenidos de la determinación del pH y la resistividad eléctrica.

pH	Resistividad (Ω m)	Corrosión
<3,5	Cualquiera	Alta
3,5-4,5	<45	Alta
	>45	Media-alta
4,5-5,5	<45	Alta
	45-50	Media-Alta
	>50	Media
5,5-6,0	<10	Alta
	10-50	Media-Alta
	50-100	Media
	>100	Media-Baja
6,0-9,5	<10	Alta
	10-30	Media-Alta
	30-100	Media
	100-200	Media-Baja
	>200	Baja

De esta forma, según los parámetros de la tabla anterior el nivel geotécnico 2 (suelo arcilloso) presenta una corrosión media al zinc.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

- Agresividad al hormigón:

De los ensayos de agresividad del terreno realizados sobre las muestras de suelo tomadas, procedentes del nivel geotécnico 2 (suelo arcilloso), se deduce que presentan un grado de agresividad nulo al hormigón según el contenido en sulfatos, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Prospección	Muestra	NG	Sulfatos (mg/kg)	Grado de acidez Baumann-Gully (ml/kg)	Grado de agresividad	Clase específica de exposición
CALICATA 1	1015	2	14,77	-	Nulo	Nulo

Badajoz, 19 de abril de 2022

Fdo.: Carmen Valenzuela Abril

Graduada en Geología

Fdo.: Blanca Ferreira García

Graduada en Geología
Máster en Recursos Geológicos e Ingeniería Geológica

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

El presente estudio geotécnico consta de una Memoria de 43 páginas numeradas acompañada por los siguientes Anejos:

- Anejo 1: Plano de situación
- Anejo 2: Informe del reconocimiento del terreno: Actividades de campo y ensayos de laboratorio
- Anejo 3: Certificados de calibración

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ANEJO 1: PLANO DE SITUACIÓN

PFV SECTOR III

Ubicación ensayos

Leyenda

- Calicatas-DPSH
- Ressiitividad eléctrica
- Resistividad térmica

Cam. de la Paloma

CP-3

RE-1 (10 m)

CP-1

CP-2

RT-1

Google Earth

N

100 m

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ANEJO 2: INFORME DEL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

LEVANTAMIENTO DE LAS CALICATAS Y FOTOGRAFÍAS DE ESTAS

elaborex	**PETICIONARIO:**	TRAGSA S.A.	**CALICATA 1**
	PROYECTO:	PFV SECTOR III PORMA	**SUPERVISOR:** Blanca Ferreira
	LOCALIDAD:	CORBILLO DE LOS OTEROS	**FECHA:** 23/02/2022

Trama	Profundidad (m)	DESCRIPCIÓN	Estabilidad taludes	Excavabilidad	Nivel freático	Nº Muestra	Cota Muestra (m)	Humedad (%)	Den. apar. (g/cm^3)	Granulometría % T100	% T5	% T2	% T0,40	% T0,08	WL	IP	Hinch. Lambe (MPa)	Clasificación USCS	M.O.	Contenido en sulfuros (mg/L)	Ión sulfato (mg/Kg)	Sales Solubles	Proctor Modif Dens Max (g/cm3)	Proctor Modif Hum. Ópt (%)	CBR ICBR 100%	CBR ICBR 95%	CBR Absor. (%)	CBR Hinch. (%)
	0,30	Terreno vegetal	1	1	No																							
	2,60	Gravas silíceas en matriz arenosa de tonalidad marrón, hacia muro pasa a suelo arcilloso con algo de gravas				1015	2,6	-	-	100	96	95	88	54	27,6	9,1	-	CL	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-

1 m

2 m

3 m

ESTABILIDAD: 1 Paredes estables, 2 Caída de gravas y bolos, 3 Caída de bloques, 4 Inestabilidad por descalce, 5 Inestabilidad por rotura, 6 Desplome.

EXCAVABILIDAD: 1 Fácilmente excavable con excavadora mixta, 2 Difícilmente excavable con excavadora pesada, 3 No excavable o avance con martillo, 4 No excavable, explosivos.

elaborex	**PETICIONARIO:**	TRAGSA S.A.	**CALICATA 2**
	PROYECTO:	PFV SECTOR III PORMA	**SUPERVISOR:** Blanca Ferreira
	LOCALIDAD:	CORBILLO DE LOS OTEROS	**FECHA:** 23/02/2022

	Trama	Profundidad (m)	DESCRIPCIÓN	Estabilidad taludes	Excavabilidad	Nivel freático	Nº Muestra	Cota Muestra (m)	Humedad (%)	Den. apar. (g/cm^3)	Granulometría					WL	IP	Hinch. Lambe (MPa)	Clasificación USCS	M.O.	Ión sulfato (mg/Kg)	Sales Solubles	Proctor Modif		CBR			
											% T100	% T5	% T2	% T0,40	% T0,08								Dens Max (g/cm3)	Hum. Ópt (%)	ICBR 100%	ICBR 95%	Absor. (%)	Hinch. (%)
1 m		0,20	Terreno vegetal	1	1	No																						
2 m		2,50	Suelo arcilloso con gravas silíceas redondeadas dispersas				1016	2,5	-	-	100	100	99	98	94	33,4	13,1	-	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 m																												

ESTABILIDAD: 1 Paredes estables, 2 Caída de gravas y bolos, 3 Caída de bloques, 4 Inestabilidad por descalce, 5 Inestabilidad por rotura, 6 Desplome.

EXCAVABILIDAD: 1 Fácilmente excavable con excavadora mixta, 2 Difícilmente excavable con excavadora pesada, 3 No excavable o avance con martillo, 4 No excavable, explosivos.

elaborex	**PETICIONARIO:**	TRAGSA S.A.	**CALICATA 3**
	PROYECTO:	PFV SECTOR III PORMA	**SUPERVISOR:** Blanca Ferreira
	LOCALIDAD:	CORBILLO DE LOS OTEROS	**FECHA:** 23/02/2022

	Trama	Profundidad (m)	DESCRIPCIÓN	Estabilidad taludes	Excavabilidad	Nivel freático	Nº Muestra	Cota Muestra (m)	Humedad (%)	Den. apar. (g/cm^3)	Granulometría % T100	% T5	% T2	% T0,40	% T0,08	WL	IP	Hinch. Lambe (MPa)	Clasificación USCS	M.O.	Ión sulfato (mg/Kg)	Sales Solubles	Proctor Modif Dens Max (g/cm3)	Proctor Modif Hum. Ópt (%)	CBR ICBR 100%	CBR ICBR 95%	CBR Absor. (%)	CBR Hinch. (%)
		0,50	Terreno vegetal																									
1 m		2,50	Gravas silíceas en matriz arenosa de tonalidad marrón, hacia muro pasa a suelo arcilloso con algunas gravas redondeadas dispersas.	1	1	No																						
2 m							1019	2,5	-	-	100	100	100	93	65	29,9	11,4	-	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 m																												

ESTABILIDAD: 1 Paredes estables, 2 Caída de gravas y bolos, 3 Caída de bloques, 4 Inestabilidad por descalce, 5 Inestabilidad por rotura, 6 Desplome.

EXCAVABILIDAD: 1 Fácilmente excavable con excavadora mixta, 2 Difícilmente excavable con excavadora pesada, 3 No excavable o avance con martillo, 4 No excavable, explosivos.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

REGISTROS DE LOS PENETRÓMETROS DINÁMICOS

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH

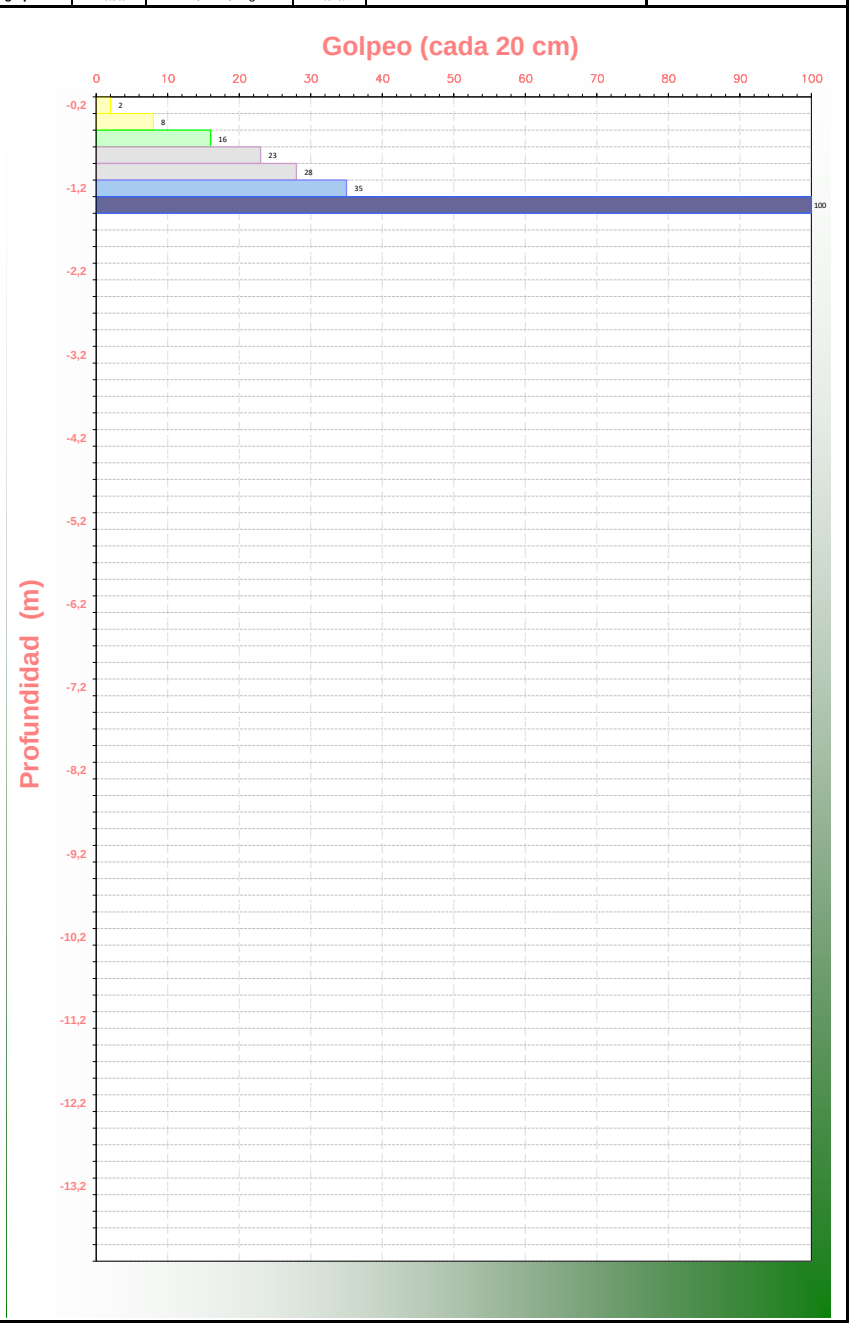
Fecha:	23/02/2022	**Hora:**	10:08	**Duración:**	
Peticionario:	TRAGSA S.A.				
Obra:	PFV SECTOR III PORMA				
Situación:	CORBILLO DE LOS OTEROS				

Características

Equipo	TECOINSA TP 05.10D				**Tipo:**	DPSH-B		
Puntaza	Perdida		**Cabeza**		Fija			
Varillaje	Diámetro:	35 mm	Longitud:	1 m	Desviación:	< 2 %	Masa (kg):	< 8 kg
Dispositivo de golpeo	Masa:	63,5 ± 0,5 kg			Altura:	750 ± 20 mm		

P-1

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	2	7,2	
0,4	8	7,4	
0,6	16	7,6	
0,8	23	7,8	
1	28	8	
1,2	35	8,2	
1,4	100	8,4	
1,6		8,6	
1,8		8,8	
2		9	
2,2		9,2	
2,4		9,4	
2,6		9,6	
2,8		9,8	
3		10	
3,2		10,2	
3,4		10,4	
3,6		10,6	
3,8		10,8	
4		11	
4,2		11,2	
4,4		11,4	
4,6		11,6	
4,8		11,8	
5		12	
5,2		12,2	
5,4		12,4	
5,6		12,6	
5,8		12,8	
6		13,0	
6,2		13,2	
6,4		13,4	
6,6		13,6	
6,8		13,8	
7		14	



Profundidad de rechazo (m):	1,40

Aarón Trigo Marzal
Operador

Eusebio Rubio Ceferino
Geólogo

OBSERVACIONES:

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH

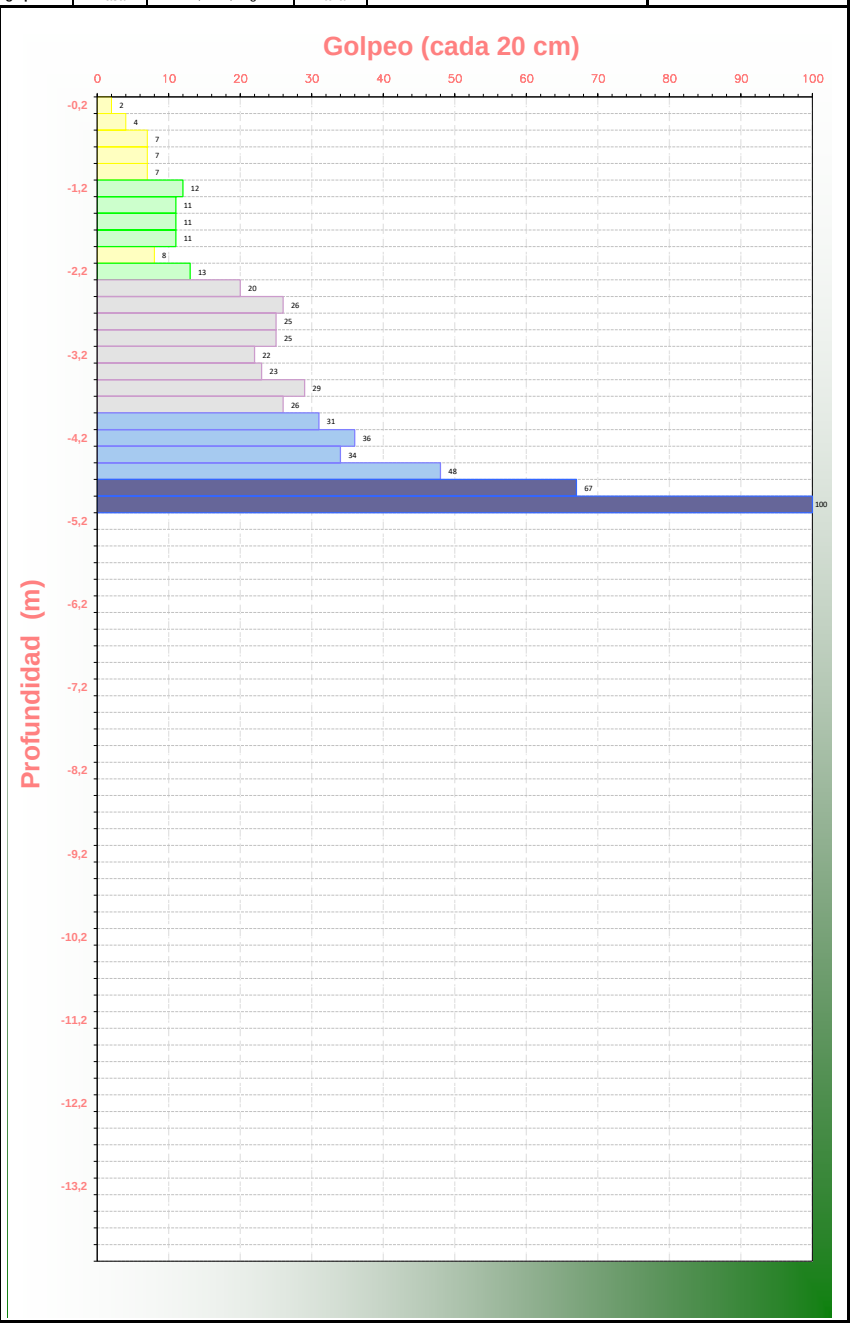
Fecha:	23/02/2022	**Hora:**	10:08	**Duración:**	
Peticionario:	TRAGSA S.A.				
Obra:	PFV SECTOR III PORMA				
Situación:	CORBILLO DE LOS OTEROS				

Características

Equipo	TECOINSA TP 05.10D				**Tipo:**	DPSH-B		
Puntaza	Perdida		**Cabeza**		Fija			
Varillaje	Diámetro:	35 mm	Longitud:	1 m	Desviación:	< 2 %	Masa (kg):	< 8 kg
Dispositivo de golpeo	Masa:	63,5 ± 0,5 kg			Altura:	750 ± 20 mm		

P-2

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	2	7,2	
0,4	4	7,4	
0,6	7	7,6	
0,8	7	7,8	
1	7	8	
1,2	12	8,2	
1,4	11	8,4	
1,6	11	8,6	
1,8	11	8,8	
2	8	9	
2,2	13	9,2	
2,4	20	9,4	
2,6	26	9,6	
2,8	25	9,8	
3	25	10	
3,2	22	10,2	
3,4	23	10,4	
3,6	29	10,6	
3,8	26	10,8	
4	31	11	
4,2	36	11,2	
4,4	34	11,4	
4,6	48	11,6	
4,8	67	11,8	
5	100	12	
5,2		12,2	
5,4		12,4	
5,6		12,6	
5,8		12,8	
6		13,0	
6,2		13,2	
6,4		13,4	
6,6		13,6	
6,8		13,8	
7		14	



Profundidad de rechazo (m):	5,00

Aarón Trigo Marzal
Operador

Eusebio Rubio Ceferino
Geólogo

OBSERVACIONES:

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH

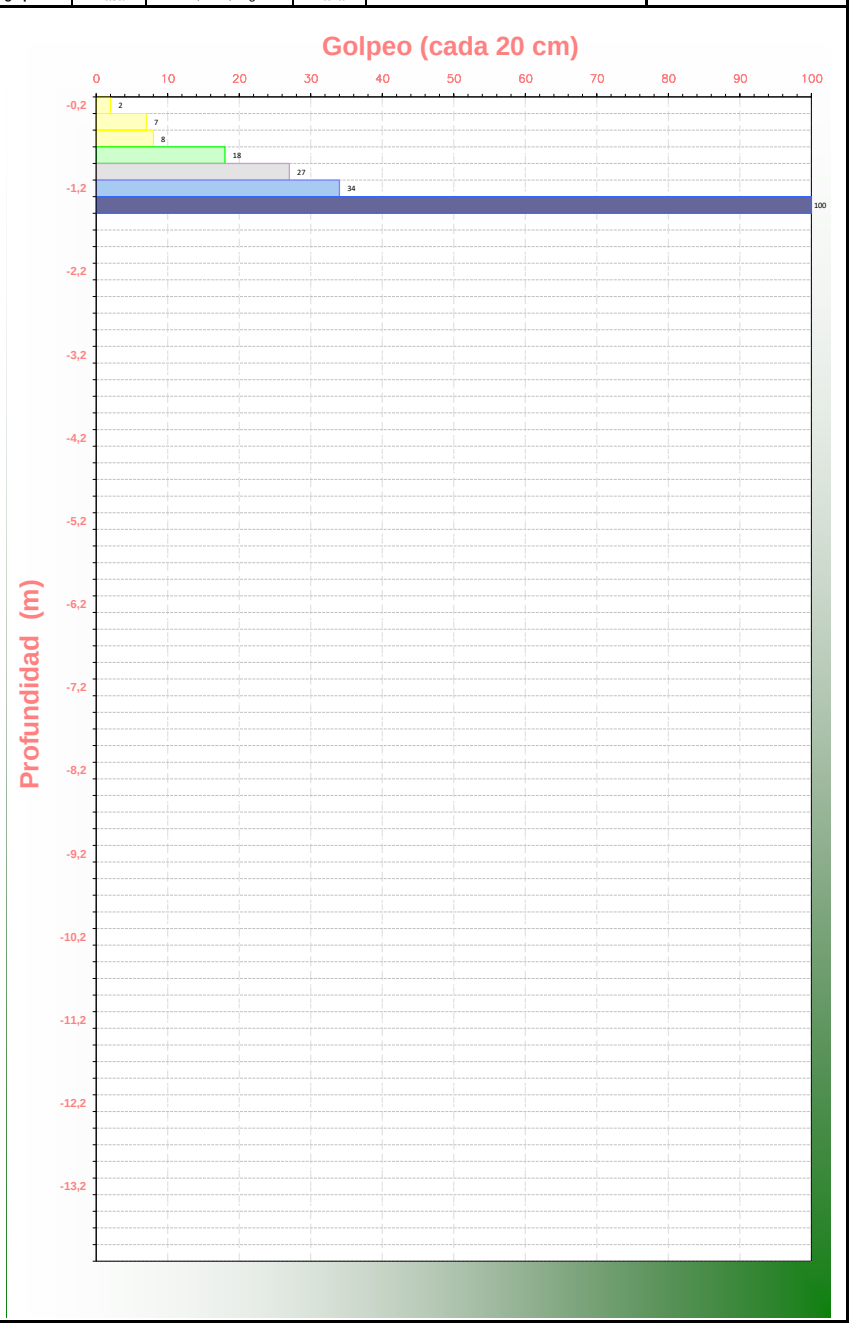
Fecha:	23/02/2022	**Hora:**	9:12	**Duración:**	
Peticionario:	TRAGSA S.A.				
Obra:	PFV SECTOR III PORMA				
Situación:	CORBILLO DE LOS OTEROS				

Características

Equipo	TECOINSA TP 05.10D				**Tipo:**	DPSH-B		
Puntaza	Perdida		**Cabeza**		Fija			
Varillaje	Diámetro:	35 mm	Longitud:	1 m	Desviación:	< 2 %	Masa (kg):	< 8 kg
Dispositivo de golpeo	Masa:	63,5 ± 0,5 kg			Altura:	750 ± 20 mm		

P-3

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	2	7,2	
0,4	7	7,4	
0,6	8	7,6	
0,8	18	7,8	
1	27	8	
1,2	34	8,2	
1,4	100	8,4	
1,6		8,6	
1,8		8,8	
2		9	
2,2		9,2	
2,4		9,4	
2,6		9,6	
2,8		9,8	
3		10	
3,2		10,2	
3,4		10,4	
3,6		10,6	
3,8		10,8	
4		11	
4,2		11,2	
4,4		11,4	
4,6		11,6	
4,8		11,8	
5		12	
5,2		12,2	
5,4		12,4	
5,6		12,6	
5,8		12,8	
6		13,0	
6,2		13,2	
6,4		13,4	
6,6		13,6	
6,8		13,8	
7		14	



Profundidad de rechazo (m):	1,40

Aarón Trigo Marzal
Operador

Eusebio Rubio Ceferino
Geólogo

OBSERVACIONES:

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ENSAYOS DE LABORATORIO

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Extremadura con nº EXT-L-014

CLIENTE: **EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A (TRAGSA)**

OBRA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA — Código: 9411

Dirección:MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS — Población:

MATERIAL ENSAYADO: SUELOS

Fecha de toma: 24/02/2022 Muestra nº: 1015 Acta Obra: 10 Albaran nº:

Procedencia: SC III- Cata 1 a 2.60 m

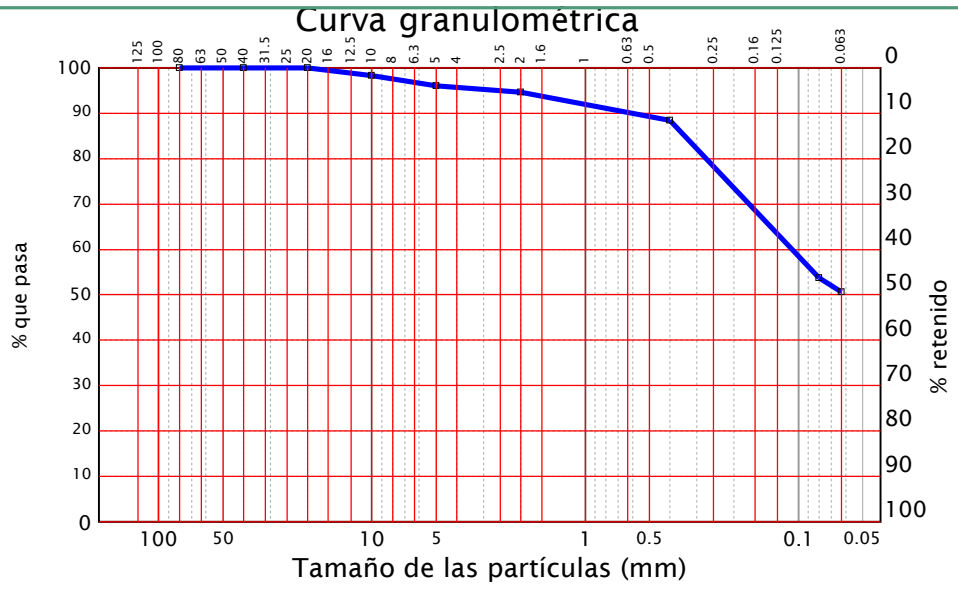
Descripción: Gravas silíceas

Planta: Hora de toma: --- Su albaran nº:

Datos complementarios:

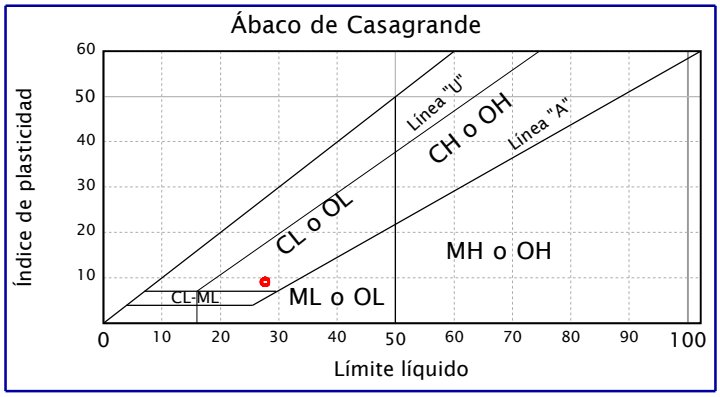
Operario:Blanca Ferreira García

Granulometría (UNE EN ISO 17892-4)	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100
40	100
20	100
10	98
5	96
2	95
0,4	88
0,08	54
0,063	50,6
------	------



L. Atterberg (UNE EN 17892-12)	
Límite líquido	27,6
Límite plástico	18,5
Índice de plasticidad	9,1

Sales solubles en agua (UNE EN 103205)	%	-.--
Cont. en materia orgánica (UNE 103204)	%	-.--
Yeso soluble en suelos (UNE EN 103206)	%	



Tipo de suelo según PG-3	Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)	Clasificación USCS S/ASTM D2487
Tolerable	Grupo: A-4 (2) Materiales limosos arcillosos. Suelos limosos	CL : Arcilla magra arenosa

OBSERVACIONES: Clasificación PG3 según los ensayos realizados.

DIRECTOR DE LABORATORIO
Elías Diéguez Navas

Badajoz 15 de marzo de 2022

RESPONSABLE DE ÁREA
Eusebio Rubio Ceferino

Polígono "El Nevero" C/ Quince, Nº44, 06006 BADAJOZ, Tel: 924 20 70 50 Fax: 924 20 73 93 Web: www.elaborex.es

Elaborex S.L.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz - Folio 211 - Tomo 391 - Hoja BA -18,400 - Inscripción 1ª

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Extremadura con nº EXT-L-014

CLIENTE: **EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A (TRAGSA)**

OBRA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA — Código: 9411

Dirección:MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS — Población:

MATERIAL ENSAYADO: SUELOS

Fecha de toma: 24/02/2022 Muestra nº: 1015 Acta Obra: 9 Albaran nº:

Procedencia: SC III- Cata 1 a 2.60 m

Descripción: Gravas silíceas

Operario:Blanca Ferreira García Hora de toma: --- Su albaran nº:

Datos complementarios:

CONTENIDO EN SULFUROS (DIN 50929-3)		
Contenido en sulfuros	mg/L	0

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz - Folio 211 - Tomo 391 - Hoja BA -18,400 - Inscripción 1ª

DIRECTOR DE LABORATORIO
Elías Diéguez Navas

Badajoz 15 de marzo de 2022

RESPONSABLE DE ÁREA
Eusebio Rubio Ceferino

Polígono "El Nevero" C/ Quince, Nº44, 06006 BADAJOZ, Tel: 924 20 70 50 Fax: 924 20 73 93 Web: www.elaborex.es
Elaborex S.L.

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Extremadura con nº EXT-L-014

CLIENTE: **EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A (TRAGSA)**

OBRA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA — Código: 9411

Dirección:MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS — Población:

MATERIAL ENSAYADO: SUELOS

Fecha de toma: 24/02/2022 Muestra nº: 1016 Acta Obra: 11 Albaran nº:

Procedencia: SC III- Cata 2 a 2.50 m

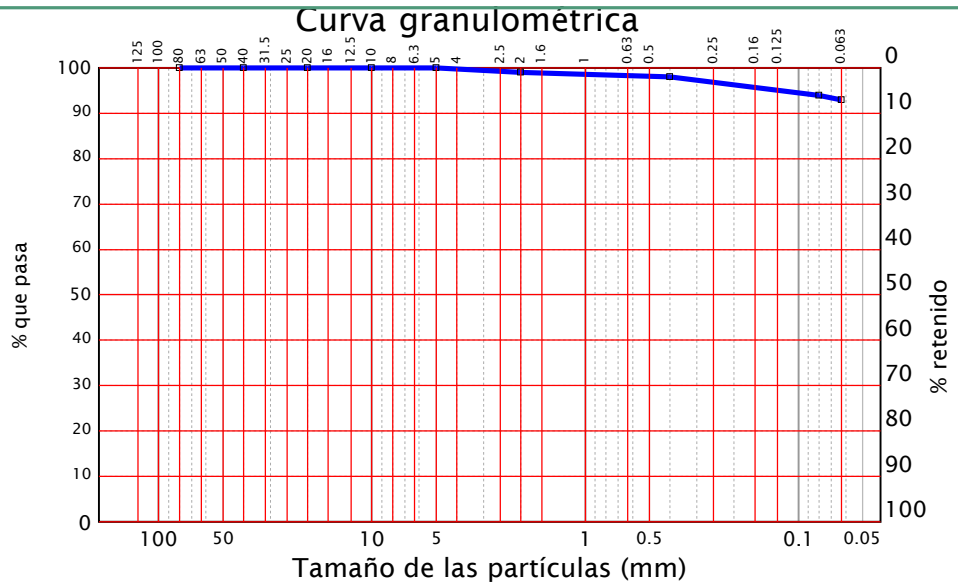
Descripción: Suelo arcilloso

Planta: Hora de toma: --- Su albaran nº:

Datos complementarios:

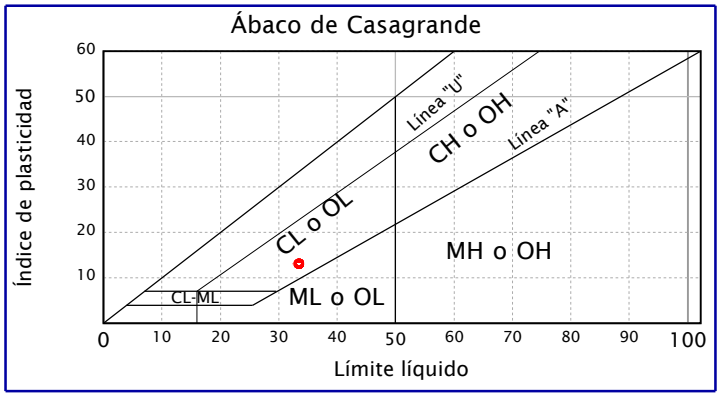
Operario:Blanca Ferreira García

Granulometría (UNE EN ISO 17892-4)	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100
40	100
20	100
10	100
5	100
2	99
0,4	98
0,08	94
0,063	92,9
------	------



L. Atterberg (UNE EN 17892-12)	
Límite líquido	33,4
Límite plástico	20,3
Índice de plasticidad	13,1

Sales solubles en agua (UNE EN 103205)	%	-.--
Cont. en materia orgánica (UNE 103204)	%	-.--
Yeso soluble en suelos (UNE EN 103206)	%	



Tipo de suelo según PG-3	Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)	Clasificación USCS S/ASTM D2487
Tolerable	Grupo: A-6 (12) Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos	CL : Arcilla magra

OBSERVACIONES: Clasificación PG3 según los ensayos realizados.

DIRECTOR DE LABORATORIO
Elías Diéguez Navas

Badajoz 15 de marzo de 2022

RESPONSABLE DE ÁREA
Eusebio Rubio Ceferino

Polígono "El Nevero" C/ Quince, Nº44, 06006 BADAJOZ, Tel: 924 20 70 50 Fax: 924 20 73 93 Web: www.elaborex.es

Elaborex S.L.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz - Folio 211 - Tomo 391 - Hoja BA -18,400 - Inscripción 1ª

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Extremadura con nº EXT-L-014

CLIENTE: **EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A (TRAGSA)**

OBRA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA — Código: 9411

Dirección:MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS — Población:

MATERIAL ENSAYADO: SUELOS

Fecha de toma: 24/02/2022 Muestra nº: 1017 Acta Obra: 5 Albaran nº:

Procedencia: SC III- Cata 2 a 0.50 m

Descripción: Suelo arcilloso

Operario:Blanca Ferreira García Hora de toma: --- Su albaran nº:

Datos complementarios:

PARÁMETROS FÍSICOS

Humedad mediante secado en estufa (UNE EN ISO 17892-1		
Contenido en humedad	%	12,7

Densidad aparente de un suelo (UNE EN 17892-2)		
Densidad aparente húmeda.	gr/cm³	-,---
Densidad aparente seca	gr/cm³	-,---

Densidad de las partículas de un suelo (UNE EN ISO 17892-3)		
Densidad de las partículas	gr/cm³	-,---

DIRECTOR DE LABORATORIO
Elías Diéguez Navas

Badajoz 8 de marzo de 2022

RESPONSABLE DE ÁREA
Eusebio Rubio Ceferino

Polígono "El Nevero" C/ Quince, Nº44, 06006 BADAJOZ, Tel: 924 20 70 50 Fax: 924 20 73 93 Web: www.elaborex.es

Elaborex S.L.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz - Folio 211 - Tomo 391 - Hoja BA -18,400 - Inscripción 1ª

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Extremadura con nº EXT-L-014

CLIENTE: **EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A (TRAGSA)**

OBRA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA — Código: 9411

Dirección:MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS — Población:

MATERIAL ENSAYADO: SUELOS

Fecha de toma: 24/02/2022 Muestra nº: 1018 Acta Obra: 6 Albaran nº:

Procedencia: SC III- Cata 2 a 1.00 m

Descripción: Suelo arcilloso

Operario:Blanca Ferreira García Hora de toma: --- Su albaran nº:

Datos complementarios:

PARÁMETROS FÍSICOS

Humedad mediante secado en estufa (UNE EN ISO 17892-1		
Contenido en humedad	%	17,3

Densidad aparente de un suelo (UNE EN 17892-2)		
Densidad aparente húmeda.	gr/cm³	-,---
Densidad aparente seca	gr/cm³	-,---

Densidad de las partículas de un suelo (UNE EN ISO 17892-3)		
Densidad de las partículas	gr/cm³	-,---

DIRECTOR DE LABORATORIO
Elías Diéguez Navas

Badajoz 8 de marzo de 2022

RESPONSABLE DE ÁREA
Eusebio Rubio Ceferino

Polígono "El Nevero" C/ Quince, Nº44, 06006 BADAJOZ, Tel: 924 20 70 50 Fax: 924 20 73 93 Web: www.elaborex.es

Elaborex S.L.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz - Folio 211 - Tomo 391 - Hoja BA -18,400 - Inscripción 1ª

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad inscrita en el registro de laboratorios de ensayos de la Junta de Extremadura con nº EXT-L-014

CLIENTE: **EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN AGRARIA, S.A (TRAGSA)**

OBRA

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA — Código: 9411

Dirección:MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS — Población:

MATERIAL ENSAYADO: SUELOS

Fecha de toma: 24/02/2022 Muestra nº: 1019 Acta Obra: 13 Albaran nº:

Procedencia: SC III- Cata 3 a 2.50 m

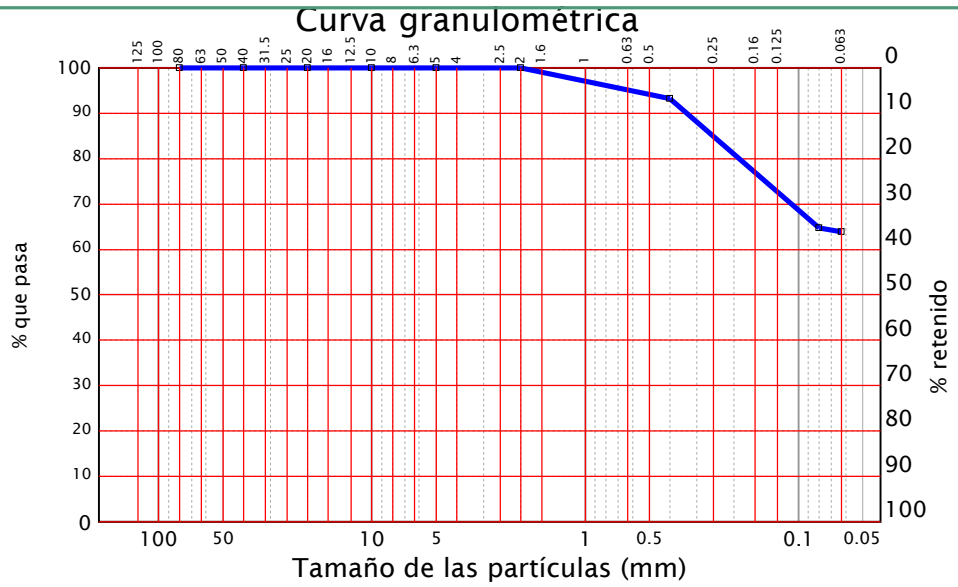
Descripción: Suelo arcilloso

Planta: Hora de toma: --- Su albaran nº:

Datos complementarios:

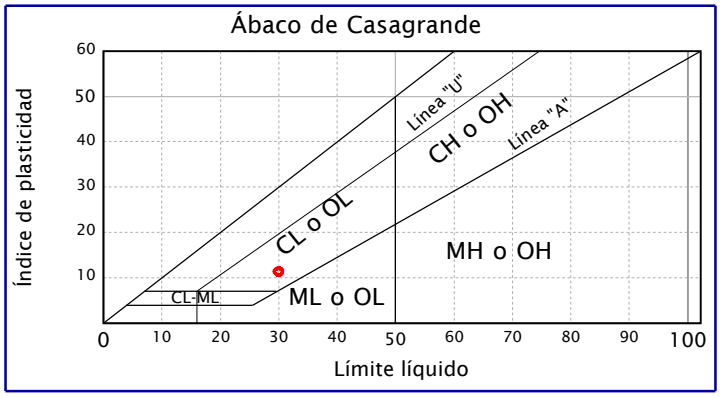
Operario:Blanca Ferreira García

Granulometría (UNE EN ISO 17892-4)	
Tamiz (mm)	Pasa (%)
80	100
40	100
20	100
10	100
5	100
2	100
0,4	93
0,08	65
0,063	63,9
------	------



L. Atterberg (UNE EN 17892-12)	
Límite líquido	29,9
Límite plástico	18,5
Índice de plasticidad	11,4

Sales solubles en agua (UNE EN 103205)	%	-.--
Cont. en materia orgánica (UNE 103204)	%	-.--
Yeso soluble en suelos (UNE EN 103206)	%	



Tipo de suelo según PG-3	Clasificación AASHTO M145 (ASTM D3282)	Clasificación USCS S/ASTM D2487
Tolerable	Grupo: A-6 (5) Materiales limosos arcillosos. Suelos arcillosos	CL : Arcilla magra arenosa

OBSERVACIONES: Clasificación PG3 según los ensayos realizados.

DIRECTOR DE LABORATORIO
Elías Diéguez Navas

Badajoz 21 de marzo de 2022

RESPONSABLE DE ÁREA
Carmen Valenzuela Abril

Polígono "El Nevero" C/ Quince, Nº44, 06006 BADAJOZ, Tel: 924 20 70 50 Fax: 924 20 73 93 Web: www.elaborex.es

Elaborex S.L.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz - Folio 211 - Tomo 391 - Hoja BA -18,400 - Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: ELABOREX

Muestra: 1446
Albarán:
Fecha de toma: 12/01/2022
Número Acta: 5059
Código: 1228

ELABOREX
Complejo Albatros nº44 Manzana 4 Nave 1
Polígono El Nevero
06006-BADAJOZ

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO Y PULL OUT PFV II-III PORMA
MANSILLA DE LAS MULAS - CORBILLOS DE LOS OTEROS

Referencia: SC III- Cata 1 a 2,60 m
Procedencia: MUESTRA ELABOREX 1015 Descripción:

Comprobación del poder amortiguador del suelo.
Estudio del comportamiento de un suelo al recibir una solución ácida o básica

Capacidad Tampón a pH 4,3 (mmol/kg)	18,5
Capacidad Tampón a pH 7,0 (mmol/kg)	0,0

Sevilla 24 de marzo de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

elabora

Vicerrectorado de Investigación, Innovación e Infraestructura Científica

INFORME DE ENSAYO

SERVICIO DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN

SERVICIO DE ANÁLISIS ELEMENTAL Y MOLECULAR

Solicitante: Victoriano Henao Dávila	Referencia SAEM: 22-GE-037-038
Descripción de la muestra: Áridos	Referencia Informe: IES 22-031
Embalaje muestra: Bolsa plástica	
Fecha recepción: 14/03/2022	
Fecha comienzo del ensayo: 15/03/2022	Fecha finalización ensayo: 16/03/2022
TIPO DE ENSAYO REQUERIDO: Ver tabla.	

MUESTRA	DETERMINACIÓN	RESULTADO	TÉCNICA
Muestra 1014	Cloruros (mg/Kg)	30.12	I.C.
	Sulfatos (mg/Kg)	16.01	I.C.
	pH	7.84	Electrometría
Muestra 1015	Cloruros (mg/Kg)	7.31	I.C.
	Sulfatos (mg/Kg)	14.77	I.C.
	pH	8.11	Electrometría

VºBº: Responsable SAEM

Mª Dolores López

Los resultados obtenidos únicamente se refieren a las muestras sometidas a ensayo. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización escrita del laboratorio.

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
Avda. Elvas s/n
06071 Badajoz
España

SERVICIO APOYO A LA INVESTIGACIÓN
Servicio de Análisis Elemental y Molecular
Edificio Guadiana, SAIUEx 1
Tlf.: 924 28 93 00 ext.: 86558
e-mail: loles@unex.es

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB0649489

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ANEJO 3: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número **77906**
Number

SERVICIOS INTEGRALES DE METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN S.L.
Escuela Superior de Ingenieros
Edif. Talleres y Laboratorios. Módulo L3.
C/ Camino de los Descubrimientos, s/n.
Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla.
Teléfono +34 954 487 383 / 476
simetrycal@simetrycal.com

OBJETO : *Item*	**MULTÍMETRO DIGITAL**
MARCA : *Manufacturer*	**PEAKTECH**
MODELO : *Model*	**3355**
IDENTIFICACIÓN : *Identification*	**200100354**
SOLICITANTE : *Applicant*	**ELABOREX, S.L.**
DIRECCIÓN : *Address*	**Poligono Industrial El Nevero 06006 BADAJOZ (BADAJOZ)**
FECHA/S DE CALIBRACIÓN : *Date of calibration*	**20/09/2021**

PERSONA(S) QUE AUTORIZA(N)/
Person(s)authorizing

Fecha de emisión (junto a la firma)
Date os issue (next to the signature)

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI) u otras referencias internacionalmente aceptadas (cuando no es posible la trazabilidad al SI)

This certificate is issued in accordance with the conditions of the accreditation granted by ENAC which has evaluated the laboratory's calibration and measurement capabilities and its measurement traceability to the SI system of units or other internationally accepted references (when traceability to SI is not feasible)

CALIBRACIÓN
Nº 231/LC10.192

Las actividades marcadas con (#) no están amparadas por la acreditación de ENAC
Activities marked with (#) are not covered with the ENAC accreditation

ID Item: 39033

ÁREA ELÉCTRICA
Electrical area

DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN
Calibration description

1. Descripción del proceso de calibración
Description of the calibration process

Procedimiento: E-1107 Rev._13
Procedure:

Condiciones ambientales:
Environmental conditions:

Temperatura: 23.0 ºC ± 1.0 ºC
Temperature:

Humedad relativa: ≤ 70% HR
Relative Humidity:

Técnico: FGU
Technical:

Especificación metrológica: Según el manual del fabricante.
Metrological specification:

Método y consideraciones de la calibración:
Method and considerations of the calibration:

La calibración se ha realizado por medida directa, utilizando los elementos que figuran en el apartado 3.
Los resultados obtenidos se refieren sólo al instrumento, momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

The calibration was done using direct measurements, utilizing the elements that are listed in section 3.
The results obtained refer only to the instrument, moment and conditions in which the measurements were made.

Observaciones:
Observations

N/A.

2. Lugar de calibración
Place of calibration

La calibración ha sido realizada en el Área Eléctrica de Simetrycal.
The calibration has been carried up in the Simetrycal electrical area.

3. Incertidumbre de calibración
Uncertainty of calibration

Para estimar la incertidumbre de calibración se han considerado las contribuciones de los patrones, del método de medida, de las condiciones ambientales y del instrumento calibrado. Los valores obtenidos corresponden al momento de la calibración, no considerándose la estabilidad del instrumento a más largo plazo.

La incertidumbre expandida de medida indicada en las tablas de resultados, se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EA4/02 M: 2013 y la guía para la expresión de la incertidumbre de medida JCGM 100.

To estimate the uncertainty of calibration, the contributions of the standards, the measurement method, the environmental conditions and the calibrated instrument have been considered.The values obtained correspond to the moment of the calibration, not considering the stability of the instrument in the longer term.
The expanded measurement uncertainty indicated in the results tables has been obtained by multiplying the standard measurement uncertainty by the coverage factor k = 2, which, for a normal distribution, corresponds to a probability of approximately 95%. The typical uncertainty of measurement has been determined according to document EA4 / 02 M: 2013 and the guide for the expression of measurement uncertainty JCGM 100.

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ÁREA ELÉCTRICA

Electrical area

DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN

Calibration description

4. Trazabilidad

Traceability

Referencia de los patrones utilizados en la calibración: 139

Reference of the standards used in the calibration

La trazabilidad de las medidas está garantizada a través de los patrones e instrumentos utilizados en la calibración. Estos están calibrados periódicamente por laboratorios nacionales o internacionales acreditados por ENAC o por otra entidad reconocida por ENAC.

The standards and instruments used in this calibration enjoy the guarantee of traceability, through the certifications issued by the corresponding national and international recognized laboratories.

5. Resultado de la calibración

Calibration results

Declaración de cumplimiento basada en una comprobación de tipo corrección ± incertidumbre. Los resultados posibles son:
P: El valor obtenido en la calibración está dentro del límite de especificación considerando la incertidumbre de medida.
P(*): No es posible declarar el cumplimento de la especificación considerando la incertidumbre de medida con una probabilidad de cobertura del 95%, aunque el valor obtenido en la calibración está dentro del límite de especificación.
F(*): No es posible declarar el no cumplimento de la especificación considerando la incertidumbre de medida con una probabilidad de cobertura del 95%, aunque el valor obtenido en la calibración está fuera del límite de especificación.
F: El valor obtenido en la calibración está fuera del límite de la especificación considerando la incertidumbre de medida.

Compliance statement based on a checking type of correction ± uncertainty. The possible results are:
P: The obtained value in calibration is within the specifiication limit considering the measurement uncertainty.
P (*): It is not possible to declare the specification compliance considering the measurement uncertainty with a coverage probability of 95%, although the obtained value in calibration is within the specification limit.
F (*): It is not possible to declare the specification non-compliance considering the measurement uncertainty with a coverage probability of 95%, although the obtaines value in calibration is outside the specification limit.
F: The obtained value in calibration is outside the specification limit considering the measurement uncertainty.

6. Definiciones

Definitions

Patrón: Instrumento que proporciona en la medida el valor de referencia de la magnitud.

UBP: Unidad Bajo Prueba.

Rango: Rango del instrumento calibrado.

Valor patrón: Valor de referencia generado/medido con el patrón.

Valor UBP: Valor generado/medido por la UBP.

Corrección: Valor patrón - Valor UBP. Valor medio de la serie de medidas realizadas.

Tolerancia: Límite de especificación de la UBP para esa medida.

Incertidumbre: Incertidumbre de calibración expandida asociada a la medida. En su estimación se ha considerado el factor de cobertura k indicado.

Nota: En caso de existir discrepancias en el texto como consecuencia de la traducción, prevalecerá el texto en español.
In the event of any discrepancies in the text arising from translation, the Spanish text shall prevail.

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

Simetrycal INDUSTRIAL METROLOGY SERVICES

ENAC-231/LC10.192
CERTIFICADO Nº 77906
Certificate nº

ÁREA ELÉCTRICA
Electrical area

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
Calibration results

MEDIDA DE TENSIÓN CONTINUA:

Unidad	Rango	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
mV	400.0	-360.000	-360.2	0.200	2.000	0.086	P
mV	400.0	40.000	40.0	0.000	0.400	0.082	P
mV	400.0	360.000	360.2	-0.200	2.000	0.086	P
V	4.000	-3.60000	-3.596	-0.00400	0.04520	0.00086	P
V	4.000	0.40000	0.399	0.00100	0.00680	0.00082	P
V	4.000	3.60000	3.596	0.00400	0.04520	0.00086	P
V	40.00	-36.0000	-36.00	0.0000	0.4520	0.0087	P
V	40.00	-20.0000	-19.99	-0.0100	0.2600	0.0083	P
V	40.00	4.0000	4.00	0.0000	0.0680	0.0082	P
V	40.00	20.0000	20.00	0.0000	0.2600	0.0083	P
V	40.00	36.0000	36.00	0.0000	0.4520	0.0087	P
V	400.0	-360.000	-360.5	0.500	4.520	0.086	P
V	400.0	40.000	40.0	0.000	0.680	0.082	P
V	400.0	360.000	360.6	-0.600	4.520	0.086	P
V	1000	-900.00	-905	5.00	15.50	0.82	P
V	1000	100.00	100	0.00	3.50	0.82	P
V	1000	900.00	906	-6.00	15.50	0.82	P

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ENAC-231/LC10.192
CERTIFICADO Nº 77906
Certificate nº

ÁREA ELÉCTRICA

Electrical area

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Calibration results

MEDIDA DE TENSIÓN ALTERNA:

Unidad	Rango	Frecuencia	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
mV	400.0	50 Hz	40.000	40.0	0.000	0.900	0.075	P
mV	400.0	400 Hz	40.000	39.7	0.300	0.900	0.075	P
mV	400.0	50 Hz	360.00	360.4	-0.40	4.10	0.22	P
mV	400.0	400 Hz	360.00	358.9	1.10	4.10	0.22	P
V	4.000	50 Hz	3.6000	3.610	-0.0100	0.0390	0.0026	P
V	4.000	400 Hz	3.6000	3.602	-0.0020	0.0390	0.0026	P
V	40.00	50 Hz	4.0000	4.00	0.0000	0.0700	0.0064	P
V	40.00	50 Hz	20.000	20.07	-0.070	0.230	0.015	P
V	40.00	50 Hz	36.000	36.14	-0.140	0.390	0.032	P
V	40.00	400 Hz	36.000	36.15	-0.150	0.390	0.032	P
V	400.0	50 Hz	360.00	361.9	-1.90	3.90	0.39	P
V	400.0	400 Hz	360.00	361.7	-1.70	3.90	0.39	P
V	1000	50 Hz	675.00	680	-5.00	9.75	0.84	P
V	1000	400 Hz	675.00	680	-5.00	9.75	0.83	P

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ENAC-231/LC10.192
CERTIFICADO Nº 77906
Certificate nº

ÁREA ELÉCTRICA

Electrical area

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Calibration results

MEDIDA DE RESISTENCIA:

Unidad	Rango	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado	
Ω	400.0	0.000	0.0	0.000	-	-	-	(#)
Ω	400.0	360.00	359.0	1.00	4.72	0.13	P	
kΩ	4.000	3.6000	3.600	-0.0000	0.0380	0.0013	P	
kΩ	40.00	36.000	36.00	0.000	0.452	0.013	P	
kΩ	400.0	360.00	360.0	0.00	4.52	0.14	P	
MΩ	4.000	3.600	3.602	-0.002	0.045	0.015	P	
MΩ	40.00	36.00	35.93	0.07	0.75	0.22	P	

MEDIDA DE INTENSIDAD CONTINUA:

Unidad	Rango	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
uA	400.0	360.00	361.2	-1.20	3.90	0.14	P
uA	4000	3600.00	3605	-5.00	57.00	0.97	P
mA	40.00	36.000	35.85	0.150	0.570	0.011	P
mA	400.0	-360.00	-358.0	-2.00	5.70	0.20	P
mA	400.0	360.00	358.0	2.00	5.70	0.20	P
A	10.00	1.0000	1.00	0.0000	0.0750	0.0058	P
A	10.00	5.0000	5.01	-0.0100	0.1750	0.0070	P
A	10.00	9.0000	9.02	-0.0200	0.2750	0.0089	P

MEDIDA DE INTENSIDAD ALTERNA:

Unidad	Rango	Frecuencia	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
uA	400.0	50 Hz	360.0	362.5	-2.5	5.9	1.1	P
uA	400.0	400 Hz	360.00	362.3	-2.30	5.90	0.92	P
uA	4000	50 Hz	3600.0	3600	0.0	69.8	9.4	P
uA	4000	400 Hz	3600.0	3611	-11.0	69.8	8.5	P
mA	40.00	50 Hz	36.000	35.98	0.020	1.150	0.094	P
mA	40.00	400 Hz	36.000	35.96	0.040	0.698	0.085	P
mA	400.0	50 Hz	360.00	359.3	0.70	6.98	0.96	P
mA	400.0	400 Hz	360.0	358.9	1.1	7.0	1.1	P
A	10.00	50 Hz	1.0000	0.99	0.0100	0.1000	0.0062	P
A	10.00	400 Hz	1.0000	0.98	0.0200	0.1000	0.0062	P
A	10.00	50 Hz	9.000	9.04	-0.040	0.340	0.013	P
A	10.00	400 Hz	9.000	9.04	-0.040	0.340	0.016	P

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número **77907**
Number

SERVICIOS INTEGRALES DE METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN S.L.
Escuela Superior de Ingenieros
Edif. Talleres y Laboratorios. Módulo L3.
C/ Camino de los Descubrimientos, s/n.
Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla.
Teléfono +34 954 487 383 / 476
simetrycal@simetrycal.com

OBJETO : *Item*	**MULTÍMETRO DIGITAL**
MARCA : *Manufacturer*	**PEAKTECH**
MODELO : *Model*	**3355**
IDENTIFICACIÓN : *Identification*	**200100345**
SOLICITANTE : *Applicant*	**ELABOREX, S.L.**
DIRECCIÓN : *Address*	**Poligono Industrial El Nevero 06006 BADAJOZ (BADAJOZ)**
FECHA/S DE CALIBRACIÓN : *Date of calibration*	**20/09/2021**

PERSONA(S) QUE AUTORIZA(N)/
Person(s)authorizing

Fecha de emisión (junto a la firma)
Date os issue (next to the signature)

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI) u otras referencias internacionalmente aceptadas (cuando no es posible la trazabilidad al SI)

This certificate is issued in accordance with the conditions of the accreditation granted by ENAC which has evaluated the laboratory's calibration and measurement capabilities and its measurement traceability to the SI system of units or other internationally accepted references (when traceability to SI is not feasible)

CALIBRACIÓN
Nº 231/LC10.192

Las actividades marcadas con (#) no están amparadas por la acreditación de ENAC
Activities marked with (#) are not covered with the ENAC accreditation

ID Item: 39032

ÁREA ELÉCTRICA
Electrical area

DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN
Calibration description

1. Descripción del proceso de calibración
Description of the calibration process

Procedimiento: E-1107 Rev._13
Procedure:

Condiciones ambientales:
Environmental conditions:

Temperatura: 23.0 ºC ± 1.0 ºC
Temperature:

Humedad relativa: ≤ 70% HR
Relative Humidity:

Técnico: FGU
Technical:

Especificación metrológica: Según el manual del fabricante.
Metrological specification:

Método y consideraciones de la calibración:
Method and considerations of the calibration:

La calibración se ha realizado por medida directa, utilizando los elementos que figuran en el apartado 3.
Los resultados obtenidos se refieren sólo al instrumento, momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

The calibration was done using direct measurements, utilizing the elements that are listed in section 3.
The results obtained refer only to the instrument, moment and conditions in which the measurements were made.

Observaciones:
Observations

N/A.

2. Lugar de calibración
Place of calibration

La calibración ha sido realizada en el Área Eléctrica de Simetrycal.
The calibration has been carried up in the Simetrycal electrical area.

3. Incertidumbre de calibración
Uncertainty of calibration

Para estimar la incertidumbre de calibración se han considerado las contribuciones de los patrones, del método de medida, de las condiciones ambientales y del instrumento calibrado. Los valores obtenidos corresponden al momento de la calibración, no considerándose la estabilidad del instrumento a más largo plazo.

La incertidumbre expandida de medida indicada en las tablas de resultados, se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EA4/02 M: 2013 y la guía para la expresión de la incertidumbre de medida JCGM 100.

To estimate the uncertainty of calibration, the contributions of the standards, the measurement method, the environmental conditions and the calibrated instrument have been considered.The values obtained correspond to the moment of the calibration, not considering the stability of the instrument in the longer term.
The expanded measurement uncertainty indicated in the results tables has been obtained by multiplying the standard measurement uncertainty by the coverage factor k = 2, which, for a normal distribution, corresponds to a probability of approximately 95%. The typical uncertainty of measurement has been determined according to document EA4 / 02 M: 2013 and the guide for the expression of measurement uncertainty JCGM 100.

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ÁREA ELÉCTRICA

Electrical area

DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN

Calibration description

4. Trazabilidad

Traceability

Referencia de los patrones utilizados en la calibración: 139

Reference of the standards used in the calibration

La trazabilidad de las medidas está garantizada a través de los patrones e instrumentos utilizados en la calibración. Estos están calibrados periódicamente por laboratorios nacionales o internacionales acreditados por ENAC o por otra entidad reconocida por ENAC.

The standards and instruments used in this calibration enjoy the guarantee of traceability, through the certifications issued by the corresponding national and international recognized laboratories.

5. Resultado de la calibración

Calibration results

Declaración de cumplimiento basada en una comprobación de tipo corrección ± incertidumbre. Los resultados posibles son:
P: El valor obtenido en la calibración está dentro del límite de especificación considerando la incertidumbre de medida.
P(*): No es posible declarar el cumplimento de la especificación considerando la incertidumbre de medida con una probabilidad de cobertura del 95%, aunque el valor obtenido en la calibración está dentro del límite de especificación.
F(*): No es posible declarar el no cumplimento de la especificación considerando la incertidumbre de medida con una probabilidad de cobertura del 95%, aunque el valor obtenido en la calibración está fuera del límite de especificación.
F: El valor obtenido en la calibración está fuera del límite de la especificación considerando la incertidumbre de medida.

Compliance statement based on a checking type of correction ± uncertainty. The possible results are:
P: The obtained value in calibration is within the specifiication limit considering the measurement uncertainty.
P (*): It is not possible to declare the specification compliance considering the measurement uncertainty with a coverage probability of 95%, although the obtained value in calibration is within the specification limit.
F (*): It is not possible to declare the specification non-compliance considering the measurement uncertainty with a coverage probability of 95%, although the obtaines value in calibration is outside the specification limit.
F: The obtained value in calibration is outside the specification limit considering the measurement uncertainty.

6. Definiciones

Definitions

Patrón: Instrumento que proporciona en la medida el valor de referencia de la magnitud.

UBP: Unidad Bajo Prueba.

Rango: Rango del instrumento calibrado.

Valor patrón: Valor de referencia generado/medido con el patrón.

Valor UBP: Valor generado/medido por la UBP.

Corrección: Valor patrón - Valor UBP. Valor medio de la serie de medidas realizadas.

Tolerancia: Límite de especificación de la UBP para esa medida.

Incertidumbre: Incertidumbre de calibración expandida asociada a la medida. En su estimación se ha considerado el factor de cobertura k indicado.

Nota: En caso de existir discrepancias en el texto como consecuencia de la traducción, prevalecerá el texto en español.
In the event of any discrepancies in the text arising from translation, the Spanish text shall prevail.

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

Simetrycal INDUSTRIAL METROLOGY SERVICES

ENAC-231/LC10.192
CERTIFICADO Nº 77907
Certificate nº

ÁREA ELÉCTRICA
Electrical area

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
Calibration results

MEDIDA DE TENSIÓN CONTINUA:

Unidad	Rango	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
mV	400.0	-360.000	-360.3	0.300	2.000	0.086	P
mV	400.0	40.000	39.9	0.100	0.400	0.082	P
mV	400.0	360.000	360.2	-0.200	2.000	0.086	P
V	4.000	-3.60000	-3.595	-0.00500	0.04520	0.00086	P
V	4.000	0.40000	0.399	0.00100	0.00680	0.00082	P
V	4.000	3.60000	3.595	0.00500	0.04520	0.00086	P
V	40.00	-36.0000	-35.93	-0.0700	0.4520	0.0087	P
V	40.00	-20.0000	-19.96	-0.0400	0.2600	0.0083	P
V	40.00	4.0000	3.99	0.0100	0.0680	0.0082	P
V	40.00	20.0000	19.96	0.0400	0.2600	0.0083	P
V	40.00	36.0000	35.93	0.0700	0.4520	0.0087	P
V	400.0	-360.000	-359.2	-0.800	4.520	0.086	P
V	400.0	40.000	40.0	0.000	0.680	0.082	P
V	400.0	360.000	359.2	0.800	4.520	0.086	P
V	1000	-900.00	-901	1.00	15.50	0.82	P
V	1000	100.00	100	0.00	3.50	0.82	P
V	1000	900.00	901	-1.00	15.50	0.82	P

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

Simetrycal INDUSTRIAL METROLOGY SERVICES

ENAC-231/LC10.192
CERTIFICADO Nº 77907
Certificate nº

ÁREA ELÉCTRICA

Electrical area

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Calibration results

MEDIDA DE TENSIÓN ALTERNA:

Unidad	Rango	Frecuencia	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
mV	400.0	50 Hz	40.000	39.1	0.900	0.900	0.075	P(*)
mV	400.0	400 Hz	40.000	39.7	0.300	0.900	0.075	P
mV	400.0	50 Hz	360.00	358.4	1.60	4.10	0.22	P
mV	400.0	400 Hz	360.00	358.4	1.60	4.10	0.22	P
V	4.000	50 Hz	3.6000	3.603	-0.0030	0.0390	0.0026	P
V	4.000	400 Hz	3.6000	3.596	0.0040	0.0390	0.0026	P
V	40.00	50 Hz	4.0000	3.99	0.0100	0.0700	0.0064	P
V	40.00	50 Hz	20.000	20.00	0.000	0.230	0.015	P
V	40.00	50 Hz	36.000	36.02	-0.020	0.390	0.032	P
V	40.00	400 Hz	36.000	36.03	-0.030	0.390	0.032	P
V	400.0	50 Hz	360.00	360.1	-0.10	3.90	0.39	P
V	400.0	400 Hz	360.00	360.0	0.00	3.90	0.39	P
V	1000	50 Hz	675.00	677	-2.00	9.75	0.84	P
V	1000	400 Hz	675.00	676	-1.00	9.75	0.83	P

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ENAC-231/LC10.192
CERTIFICADO Nº 77907
Certificate nº

ÁREA ELÉCTRICA

Electrical area

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Calibration results

MEDIDA DE RESISTENCIA:

Unidad	Rango	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado	
Ω	400.0	0.000	0.0	0.000	-	-	-	(#)
Ω	400.0	360.00	359.1	0.90	4.72	0.13	P	
kΩ	4.000	3.6000	3.589	0.0110	0.0380	0.0013	P	
kΩ	40.00	36.000	36.03	-0.030	0.452	0.013	P	
kΩ	400.0	360.00	360.2	-0.20	4.52	0.14	P	
MΩ	4.000	3.600	3.600	-0.000	0.045	0.015	P	
MΩ	40.00	36.00	35.95	0.05	0.75	0.22	P	

MEDIDA DE INTENSIDAD CONTINUA:

Unidad	Rango	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
uA	400.0	360.00	360.2	-0.20	3.90	0.14	P
uA	4000	3600.00	3583	17.00	57.00	0.97	P
mA	40.00	36.000	35.78	0.220	0.570	0.011	P
mA	400.0	-360.00	-356.1	-3.90	5.70	0.20	P
mA	400.0	360.00	356.1	3.90	5.70	0.20	P
A	10.00	1.0000	1.00	0.0000	0.0750	0.0058	P
A	10.00	5.0000	5.01	-0.0100	0.1750	0.0070	P
A	10.00	9.0000	9.02	-0.0200	0.2750	0.0089	P

MEDIDA DE INTENSIDAD ALTERNA:

Unidad	Rango	Frecuencia	Valor Patrón	Valor UBP	Corrección	Tolerancia	Incertidumbre (k=2) (±)	Resultado
uA	400.0	50 Hz	360.0	361.1	-1.1	5.9	1.1	P
uA	400.0	400 Hz	360.00	361.1	-1.10	5.90	0.92	P
uA	4000	50 Hz	3600.0	3594	6.0	69.8	9.4	P
uA	4000	400 Hz	3600.0	3598	2.0	69.8	8.5	P
mA	40.00	50 Hz	36.000	35.88	0.120	1.150	0.094	P
mA	40.00	400 Hz	36.000	35.86	0.140	0.698	0.085	P
mA	400.0	50 Hz	360.00	359.3	0.70	6.98	0.96	P
mA	400.0	400 Hz	360.0	358.9	1.1	7.0	1.1	P
A	10.00	50 Hz	1.0000	0.99	0.0100	0.1000	0.0062	P
A	10.00	400 Hz	1.0000	0.98	0.0200	0.1000	0.0062	P
A	10.00	50 Hz	9.000	9.05	-0.050	0.340	0.013	P
A	10.00	400 Hz	9.000	9.04	-0.040	0.340	0.016	P

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

Hukseflux Thermal Sensors B.V.
www.hukseflux.com
info@hukseflux.com

Product certificate

Pages: 1
Release date: 20 APR, 2021

Product code	**TP09**
Product identification	**serial number 595**
Product type	thermal needle
Measurand	thermal conductivity

Calibration result

Electrical resistance / meter	**R_e = 83.30 Ω/m**
Calibration uncertainty	**± 0.83 Ω/m**
	the number following the ± symbol is the expanded uncertainty with a coverage factor k = 2, and defines an interval estimated to have a level of confidence of 95 percent

Product specifications

1:	functional check	**verified**

Measurement process

Metrological characteristic	R_e in [Ω/m]: sensitivity to electrical resistance
Calibration method	Hukseflux TNC
Uncertainty of the method	the expanded uncertainty is ± 1 %

Metrological traceability

Calibration traceability	traceability of calibration is to the SI units of m and the derived SI unit of Ω
Calibration hierarchy	from SI through international standards

Evaluation of the uncertainty of the calibration result

Uncertainty calculation	based on nominal values and rectangular distribution, k = 2 [GUM]

Table 0.1 *connections*

PIN	NEEDLE	
4	Yellow	heater [+]
2	Yellow	heater [−]
1	Red	signal measure [−]
8	Red	signal current [−]
7	White	signal measure [+]
3	White	signal current [+]

Calibration performed by:
M. Rietveld

Date:
19 APR, 2021

Person authorising acceptance and release of product:
K. Ismail

Date:
20 APR, 2021

Anexo 3: Informe de resultados de ensayos pull out test

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es.CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS PULL OUT TEST

Informe nº**: 028**
Código Obra nº**: 9411-22**

Peticionario:

TRAGSA S.A.

Obra:

PLANTA FOTOVOLTAICA PORMA SECTOR II Y III (LEÓN)

Badajoz, a 01 de abril de 2022

ELABOREX S.L.
ENTRADA Nº:
SALIDA Nº: D - 1 5 3
FECHA: 0 1 - 0 4 - 2 0 2 2

ELABOREX se encuentra inscrito en el Registro de Laboratorios de Ensayos de Control de Calidad de la Construcción y Obra Pública de la Consejería de Movilidad, Transporte y Vivienda de la Junta de Extremadura con el número EXT-L-014 (BADAJOZ) y EXT-L-036 (CÁCERES).

Edificación:
GT- Geotecnia.
VS - Viales.
PS - Pruebas de servicio.

EH – Hormigon estructural.
EA – Acero estructural.
EFA -Obras de fábrica y Albañileria.

Ingeniería Civil:
A – Suelos, firmes bituminosos y otros materiales.
B – Conglomerantes, áridos, agua, hormigon y prefabricados.
C – Productos metálicos y señalización.
D – Ensayos de reconocimiento geotécnico.

ELABOREX se encuentra inscrito en el Registro de Entidades de Control de Calidad de la Construcción y Obra Pública de la Consejería de Movilidad, Transporte y Vivienda de la Junta de Extremadura con el número EXT-E-003.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ÍNDICE

1. DATOS PREVIOS 3
1.1. ENCARGO 3
1.2. DOCUMENTACIÓN DE LA OFERTA 3
1.3. DOCUMENTACIÓN PREVIA 3
2. OBJETO Y ALCANCE 3
3. DATOS DEL PROYECTO 4
3.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA 4
4. CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS 5
4.1. ENSAYOS DE PENETRACIÓN (DPSH) 5
4.2. CALICATAS 5
5. PROGRAMACIÓN DE LA CAMPAÑA DE ENSAYOS PULL OUT TEST 6
6. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS 7
6.1. INSTALACIÓN DE LOS PERFILES 7
6.1.1. Hincado 7
6.2. ENSAYOS SOBRE LOS PERFILES INSTALADOS 9
6.2.1. Ensayo de tracción (carga axial simple) 9
6.2.2. Ensayo de carga lateral simple. 11
6.3. EQUIPO DE INSTRUMENTACIÓN Y MEDIDA 13
7. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS 13
7.1. RESULTADOS DEL PROCESO DE HINCADO 13
7.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS: TRACCIÓN Y CARGA LATERAL 16
8. RESUMEN Y CONCLUSIONES 19
ANEXO 1: PLANO DE LAS POSICIONES DE ENSAYO 21
ANEXO 2: TABLA RESUMEN DE RESULTADOS 22
ANEXO 3: ACTAS DE ENSAYO 23
ANEXO 4: FICHAS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS 24

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

1. DATOS PREVIOS

1.1. ENCARGO

A petición de TRAGSA S.A., se redacta el presente INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS PULL OUT TEST. La campaña se realizó entre el 7 y 8 de marzo de 2022, en la superficie donde se situarán las futuras plantas fotovoltaicas “PORMA SECTOR II y III” ubicadas en las cercanías de Mansilla de las Mulas (León) y de Corbillo de los Oteros (León), respectivamente.

OBRA	PLANTA FOTOVOLTAICA PORMA SECTOR II y III
TÉRMINO MUNICIPAL	MANSILLA DE LAS MULAS Y DE CORBILLO DE LOS OTEROS
PROVINCIA	LEÓN
TRABAJOS	CAMPAÑA DE ENSAYOS PULL OUT TEST

1.2. DOCUMENTACIÓN DE LA OFERTA

Los trabajos recogidos en el presente informe se han realizado conforme a nuestra oferta, con número de referencia 9411, convenientemente aceptada.

Los trabajos recogidos en este informe se han realizado de acuerdo al contrato establecido, no obstante, al tratarse de una estimación de los ensayos necesarios para poder caracterizar el terreno, su número final puede diferir al reflejado en la oferta.

1.3. DOCUMENTACIÓN PREVIA

Para la elaboración del presente informe se ha empleado, a parte de la bibliografía y normativa técnica habitual, la siguiente documentación:

- Plano de implantación: Incluyendo las ubicaciones de ensayos, accesos, viales, etc.
- 3800192_I-Rammprofil außen S100-PF-SR_2,4m S355J2 IPE120.
- 3800312_I-Rammprofil mitte S100-PF-DR_2,4m S355J2 HE-A-140.
- S100-PF-SR-000 64x 1960x992x35.
- Especificaciones técnicas para la realización de los ensayos pull out test, validadas por el peticionario con fecha 8 de marzo de 2022.

2. OBJETO Y ALCANCE

El objetivo principal de esta campaña ha sido evaluar el comportamiento de los perfiles de tipología similar a los que se emplearán en la estructura soporte de los paneles fotovoltaicos donde se ubicarán las futuras plantas fotovoltaicas, a fin de definir las soluciones de cimentación óptimas, verificando o descartando la viabilidad de hincado directo, así como las profundidades de empotramiento en el terreno más adecuadas para los esfuerzos solicitantes.

Los ensayos de la campaña inicialmente programados consistieron en ensayos a tracción y a carga lateral, sobre perfiles metálicos de las siguiente tipología, a petición del interesado:

- **IPE-120.** Calidad del acero S275.
- **HEA-140.** Calidad del acero S275.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

3. DATOS DEL PROYECTO

3.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Las parcelas que son objeto de estudio en el presente informe se sitúan en las cercanías de Mansilla de las Mulas y de Corbillo de los Oteros, en la provincia de León. Se ubican en las siguientes fotografías de la aplicación Google Earth:

Planta fotovoltaica Porma. Ubicación Sector II.

Planta fotovoltaica Porma. Ubicación Sector III.

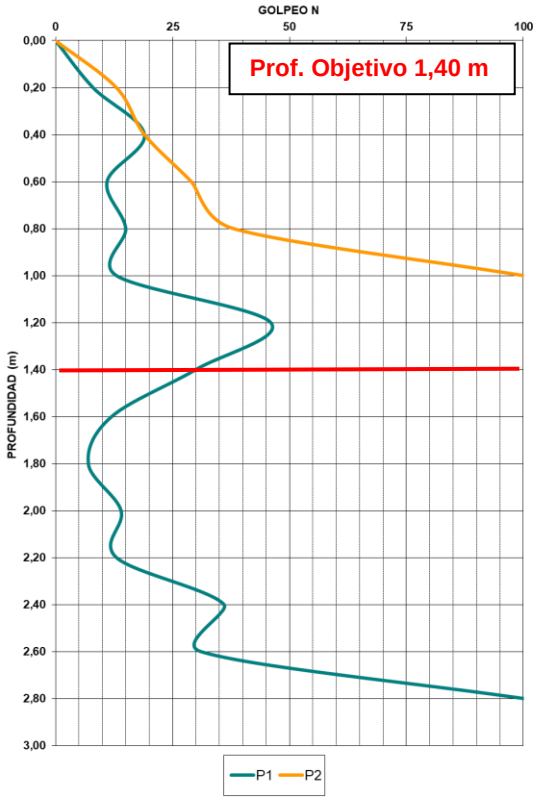
C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

4. CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

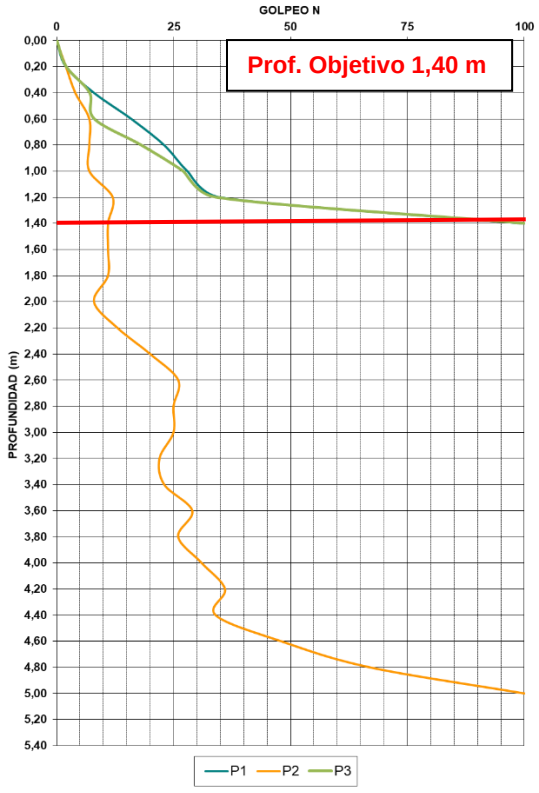
4.1. ENSAYOS DE PENETRACIÓN (DPSH)

Las pruebas de penetración proporcionan una medida indirecta, continua en el caso de los DSPH, de la resistencia o deformabilidad del terreno, determinándose estas propiedades a través de correlaciones empíricas.

Se muestran a continuación los resultados obtenidos tras la realización de los 5 ensayos de penetración:



Ensayos DPSH Sector II



Ensayos DPSH Sector III

Como se puede apreciar en las gráficas, se produjeron 3 rechazos que no superaron la cota de 1,40 metros (cota objetivo del hincado), posiblemente debido a la presencia de gravas silíceas a dicha profundidad.

4.2. CALICATAS

El perfil geológico-geotécnico se distribuye en dos niveles que consisten, de techo a muro, en un recubrimiento de terreno vegetal bajo el cual se encuentran unas gravas silíceas de tonalidad marronácea.

NIVEL 1: Terreno vegetal

Forma una capa con un espesor de hasta 0,50 metros. Se encuentra en la superficie de todas las zonas objeto de estudio en el presente informe.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

NIVEL 2: Gravas silíceas

Este nivel se encuentra a muro del terreno vegetal y se ha reconocido hasta la profundidad máxima alcanzada en las calicatas (2,60 metros). Está formado principalmente gravas silíceas en matriz arcillo-arenosa de tonalidad marronácea.

En las dos calicatas realizadas en el Sector II, apareció el nivel freático a una profundidad comprensidad entre 1,80 y 2,10 metros.

5. PROGRAMACIÓN DE LA CAMPAÑA DE ENSAYOS PULL OUT TEST

Se programó una campaña cuyo objetivo principal fue testar la viabilidad del hincado directo en las parcelas, en 4 posiciones por cada sector, validadas por el peticionario:

Posiciones POT Sector II

Posiciones POT Sector III

En la tabla siguiente se recoge la programación validada por el peticionario previo al inicio de los trabajos:

Posición	Sector	X	Y	Perfil	Prof. (m)	Tipo	Ensayo
POT-1	II	301298	4704688	HEA-140	1,40	Hinca directa	Tracción/Lateral
POT-2	II	301413	4704715	IPE-120	1,40	Hinca directa	Tracción/Lateral
POT-3	II	301263	4704579	IPE-120	1,40	Hinca directa	Tracción/Lateral
POT-4	II	301343	4704721	HEA-140	1,40	Hinca directa	Tracción/Lateral
POT-5	III	299209	4700699	HEA-140	1,40	Hinca directa	Tracción/Lateral
POT-6	III	299288	4700663	IPE-120	1,40	Hinca directa	Tracción/Lateral
POT-7	III	299304	4700754	IPE-120	1,40	Hinca directa	Tracción/Lateral
POT-8	III	299370	4700720	HEA-140	1,40	Hinca directa	Tracción/Lateral

La situación en campo de cada uno de los puntos donde se ha realizado cada uno de los ensayos ha sido registrada mediante un dispositivo adecuado: GPS de marca GARMIN modelo ETREX 20X, contando con una precisión métrica, con una tolerancia de 3 metros.

El sistema de referencia utilizado ha sido el oficial ERTS89 y la proyección la Universal Transversal de Mercator (UTM).

6. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

El objetivo de los trabajos realizados en campo es comprobar el comportamiento de los perfiles metálicos una vez hincados en el terreno en condiciones similares a las de servicio. Se obtienen valores de cargas y deformaciones cuyo seguimiento resulta de gran eficacia para el estudio de elementos estructurales y su cimentación.

6.1. INSTALACIÓN DE LOS PERFILES

6.1.1. Hincado

El hincado se ha conseguido por golpeo progresivo con el martillo de la máquina hincapostes en la cabeza del perfil. Se ha verificado la verticalidad de los perfiles durante el hincado, mediante equipos de medida adecuados en cada caso.

La máquina de hincado empleada para la realización del trabajo ha sido una hincadora marca ORTECO, modelo HD1000 con una energía de golpeo de 1200 julios, año de fabricación 2018

Tras el proceso se comprobó que no se produjeron daños excesivos en la cabeza del perfil hincado. En caso de producirse se indica y toma imagen fotográfica.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

Una vez hincado el perfil, y antes de realizar el ensayo, se midió el desplome final de la hinca en los ejes principales del perfil y se anotó en la ficha de ensayo. También se registraron posibles cambios en el terreno circundante a la hinca: hundimiento, agrietamiento, abombamiento, así como cualquier incidencia que se produjese durante la hinca.

Durante las pruebas,se recogen los datos más interesantes y resultados de los perfiles hincados:

- Posición.
- Profundidad de hincado (dato proporcionado por el peticionario).
- Rotulación y anotación del nº de ensayo.
- Tipo de perfil.
- Sistema de empotramiento.
- Observaciones.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

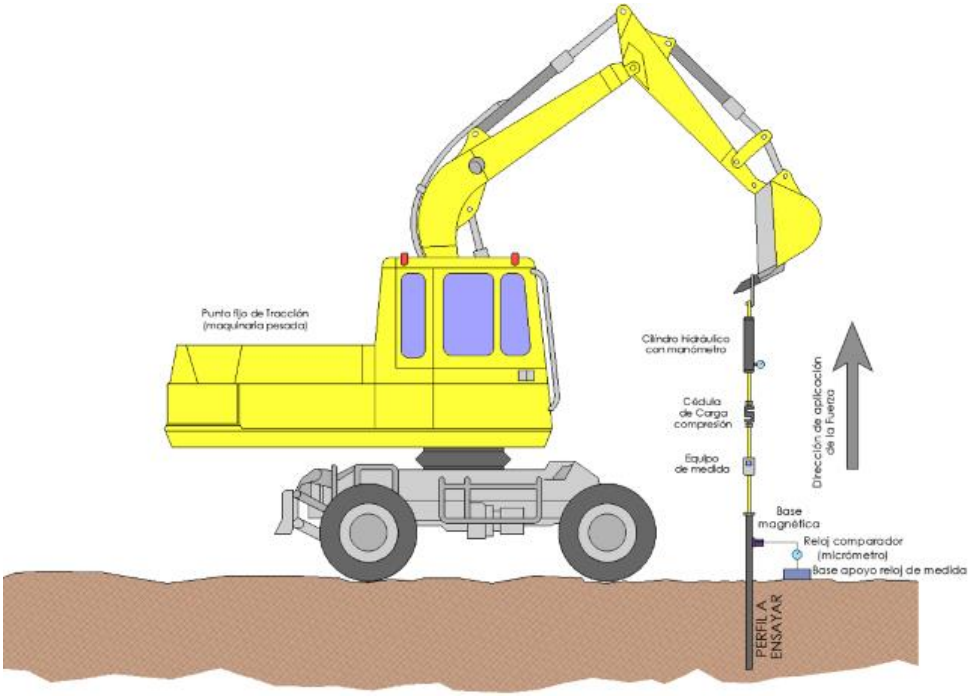
6.2. ENSAYOS SOBRE LOS PERFILES INSTALADOS

Se realizaron ensayos de carga a tracción y carga lateral, siguiendo esta secuencia, como se describe en los siguientes apartados.

6.2.1. Ensayo de tracción (carga axial simple)

El ensayo de tracción o ensayo de carga vertical consiste en el arrancamiento del perfil mediante la acción de una carga vertical ascendente, la medición de la fuerza aplicada y el desplazamiento que se produce.

Para el ensayo se realizó un montaje como el del croquis adjunto. El micrómetro se instaló en la base del perfil. El ensayo se realizó hasta que se superó alguno de los criterios previamente fijados para el ensayo y que se exponen más adelante.



Siendo:

- Reloj comparador MITUTOYO (recorrido 50 mm; precisión 0,01 mm).
- Base magnética para apoyo de los relojes de medida.
- Célula de carga de tracción marca DINACELL CTC (Carga máxima 150 KN). Cilindro hidráulico para aplicación de la carga.
- Display digital con conversor para la lectura de las medidas de tracción.
- Mordaza de tracción.

Las cargas se transmitieron por escalones, midiendo el desplazamiento del perfil al final de cada escalón de carga. Se aplicó de manera progresiva, evitando incrementos bruscos que pudieran afectar al ensayo. La carga se aplicó en dirección vertical.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Una vez alcanzada la carga del escalón, se mantuvo durante un periodo de tiempo establecido en el procedimiento, con estabilización de los desplazamientos medidos en el comparador. Se registró la medida de desplazamiento en cada escalón de carga, anotando el desplazamiento producido. Tras la estabilización del desplazamiento medido en cada escalón, se aplicó un nuevo escalón de carga tomando de nuevo la medida del desplazamiento vertical tras la estabilización.

Se trata de un ensayo que necesita transmitir una importante reacción vertical al terreno, para lo que se utiliza una máquina con masa suficiente para tal fin.

Los escalones de carga que se han aplicado, aprobados por el peticionario y en base a la documentación técnica facilitada, son los siguientes:

	Etapa - Escalón						
Perfil	1	2	3	4	5	6	7
IPE-120	2,50 kN	5,00 kN	10,00 kN	15,00 kN	20,00 kN	25,00 kN	30,00 kN
HEA-140	3,00 kN	6,00 kN	12,00 kN	18,00 kN	24,00 kN	24,00 kN	36,00 kN

El ensayo se realizó hasta que se produjo el primero de los siguientes sucesos:

- El desplazamiento obtenido bajo la aplicación de la carga es superior a 20 mm.
- Se alcance la rotura del terreno.
- Se alcance el límite máximo de carga del equipo.

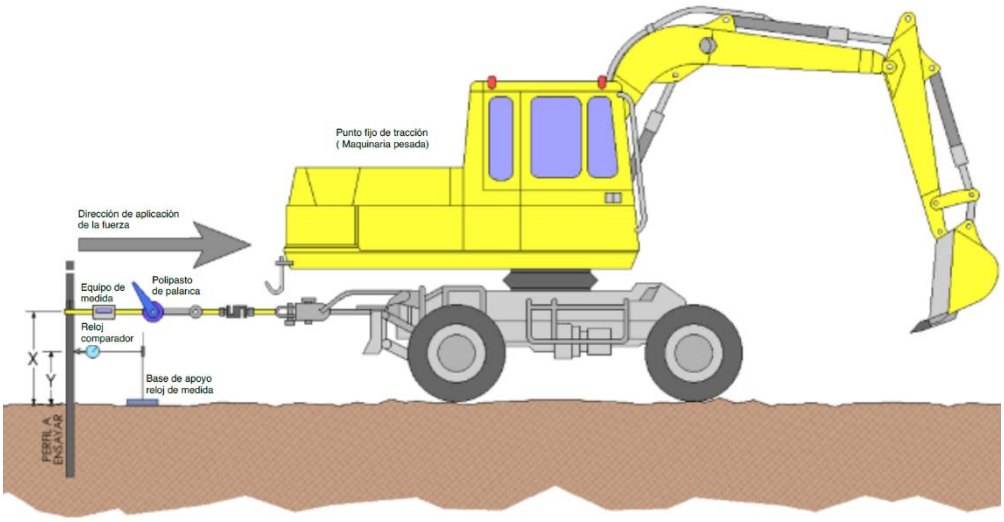
Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

6.2.2. Ensayo de carga lateral simple.

El ensayo de carga lateral simple consiste en la flexión lateral de un perfil metálico hincado en el terreno hasta producir un desplazamiento prefijado con anterioridad, la deformación del propio perfil o alcanzar un nivel de carga determinado. Las cargas se aplican cíclicamente (ciclos de carga/descarga).

Para el ensayo se ha realizado un montaje análogo al croquis adjunto. La altura de aplicación de la carga fue de 1,00 metro. Se instalaron equipos de medida de deformación (micrómetro) en la base del perfil para la medición del desplazamiento horizontal.



Siendo:

- X: Distancia de aplicación de la carga.
- Y: Distancia colocación del reloj comparador: 10,00 cm con la rasante.

Elementos que componen el ensayo:

- Reloj comparador INSIZE (recorrido 100 mm; precisión 0,01 mm).
- Base soporte para apoyo de los relojes de medida.
- Célula de carga de tracción marca DINACELL CTC (Carga máxima 150 kN).
- Display digital con conversor para la lectura de las medidas de tracción.
- Polipasto de palanca de cadenas marca SILVERLINE (Carga máxima 60 kN).

Se trata de un ensayo que necesita transmitir una importante reacción horizontal al terreno, por lo que se necesita una máquina retroexcavadora con masa suficiente para tal fin como punto fijo de reacción. Se emplean cadenas y eslingas para anclar el perfil a la estructura de la máquina.

Los escalones de carga que se han aplicado, aprobados por el peticionario y en base a la documentación técnica facilitada, son los siguientes:

	Etapa - Escalón						
Perfil	1	2	3	4	5	6	7
IPE-120	4,00 kN	8,00 kN	12,00 kN	16,00 kN	20,00 kN	24,00 kN	28,00 kN
HEA-140	3,75 kN	7,50 kN	15,00 kN	22,50 kN	30,00 kN	37,50 kN	45,00 kN

El ensayo se realizó hasta que se produjo el primero de los siguientes sucesos:

- Se produzca un desplazamiento bajo la aplicación de la carga de 30 mm.
- Se produzca un desplazamiento remanente tras la aplicación de la carga de 5 mm.
- Se produzca una deformación del propio perfil.
- Se alcance la rotura del terreno.
- Se alcance el límite máximo de carga del equipo.

Se ha realizado ad-hoc una ficha de ensayo adaptada a las necesidades del peticionario, donde se recogen los datos más interesantes y resultados de los ensayos realizados:

- Tipología de ensayo.
- Tipología de instalación del perfil.
- Día de la instalación.
- Día del ensayo.
- Coordenadas GPS.
- Tabla de resultados.
- Gráficas de resultados.
- Fotografías del ensayo.
- Profundidad de empotramiento.
- Otras.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

6.3. Equipo de instrumentación y medida

Para el montaje y ejecución de los ensayos anteriormente descritos, a parte de todos los elementos auxiliares mecánicos necesarios, se necesitan una serie de elementos que son capaces de establecer y medir con la precisión necesaria tanto el valor de las cargas aplicadas en cada momento como los desplazamientos registrados.

Para ello se han empleado equipos de medida precisos y adecuados al procedimiento de ensayo, cuyas hojas de calibraciones adjuntamos en el *ANEXO 4* del presente informe.

A continuación se resumen los elementos indicados:

RELOJES COMPARADORES						
MARCA	**MODELO**	**RECORRIDO**	**PRECISIÓN**	**CALIBRACIÓN**	**Nº DE SERIE**	**ORG. CALIBRACIÓN**
MITUTOYO	3058S-19	50 mm	0,01 mm	79403	KDG617	Simetrycal
MITUTOYO	3058S-19	50 mm	0,01 mm	79406	ZJX040	Simetrycal

CÉLULAS DE CARGA					
MARCA	**MODELO**	**CAPACIDAD**	**CALIBRACIÓN**	**Nº DE SERIE**	**ORG. CALIBRACIÓN**
DINACELL	CTC T0015 AC	150 kN	78778	18P2347M1	TCC

7. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Se han realizado un total de 8 ensayos de hincado, 4 en cada sector, todos ellos fueron hincados directamente sobre el terreno. Sobre estos se han realizado 16 ensayos de carga axial y lateral.

7.1. Resultados del proceso de hincado

Los trabajos de hincado realizados y sus resultados son los que se resumen en la tabla:

POSICIÓN	SECTOR	X (m)	Y (m)	PERFIL	TIPO(1)	PROF.	TIEMPO
P1	II	301303	4704691	HEA 140	HD	1,40	1' 41"
P2	II	301406	4704704	IPE 120	HD	1,40	31"
P3	II	301263	4704514	IPE 120	HD	1,40	1' 7"
P4	II	301343	4704721	HEA 140	HD	1,40	36"
P5	III	299213	4700699	HEA 140	HD	1,40	2' 27"
P6	III	299290	4700666	IPE 120	HD	1,40	1' 7"
P7	III	299307	4700764	IPE 120	HD	1,40	42"
P8	III	299364	4700721	HEA 140	HD	1,40	1' 47"

(1) HD: Hincado directo

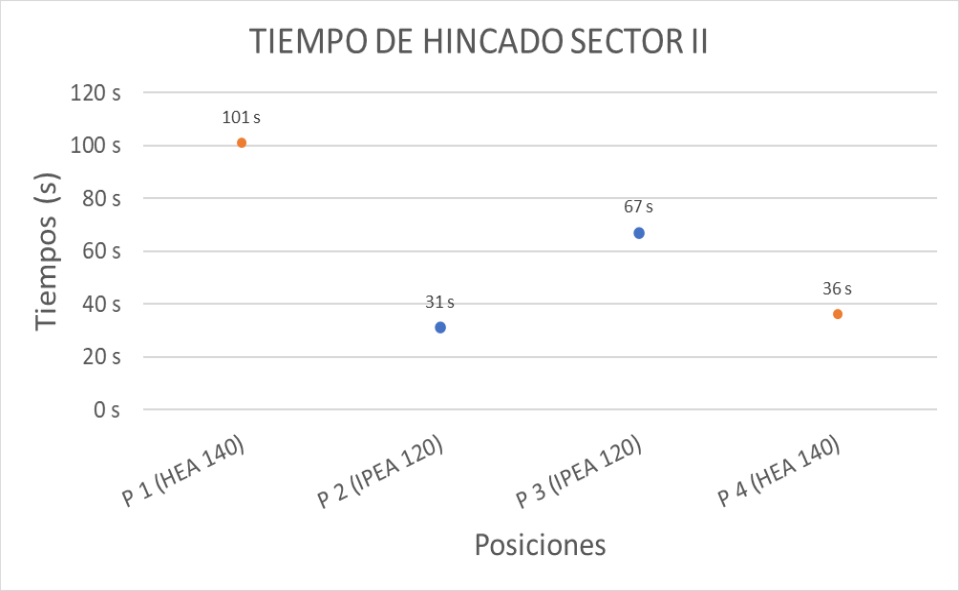
Respecto a los resultados de hincabilidad obtenidos en la campaña, podemos indicar que el hincado directo sobre el terreno, en base al muestreo realizado y perfiles empleados, ha resultado viable, para la profundidad de hincado de 1,40 metros.

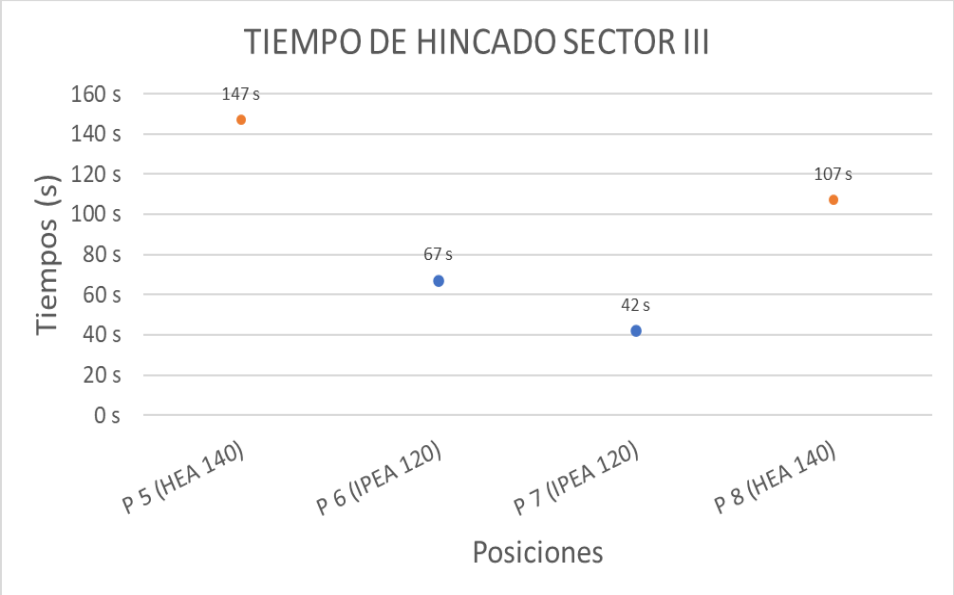
Respecto al estado de los perfiles tras el hincado:

Tras el hincado directo de los perfiles sobre el terreno, en ningún caso se produjo deformación de la cabeza de los perfiles.

Respecto a los tiempos de hincado:

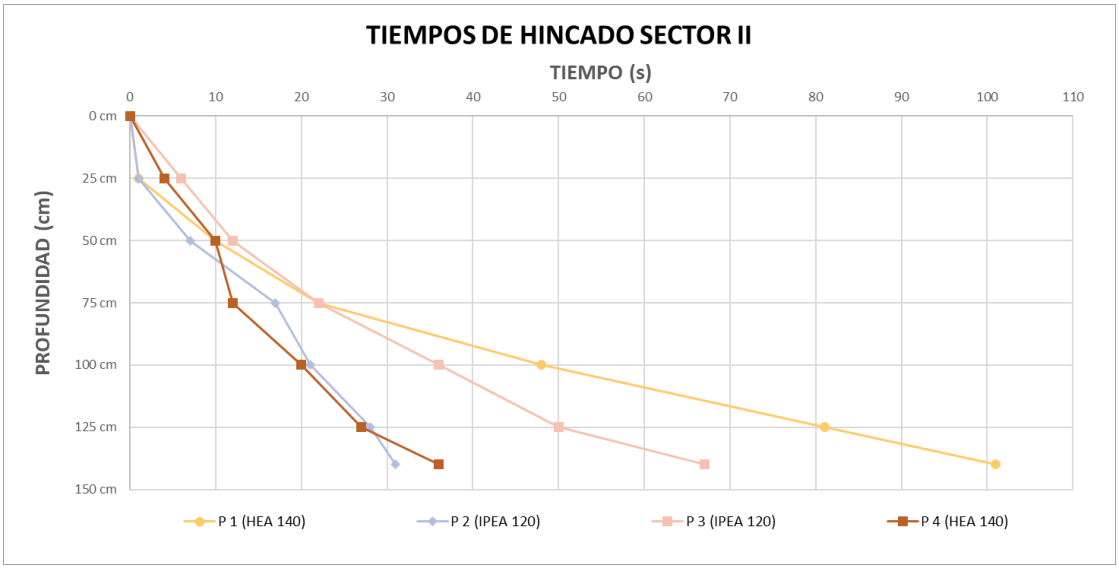
En las siguientes gráficas se muestra el tiempo de hincado empleado para alcanzar la cota objetivo (1,40 metros). En el Sector II se registraron tiempos de hincado desde 31 segundos hasta 101 segundos, mientras que en el Sector III se registraron unos tiempos comprendidos entre 42 y 107 segundos.

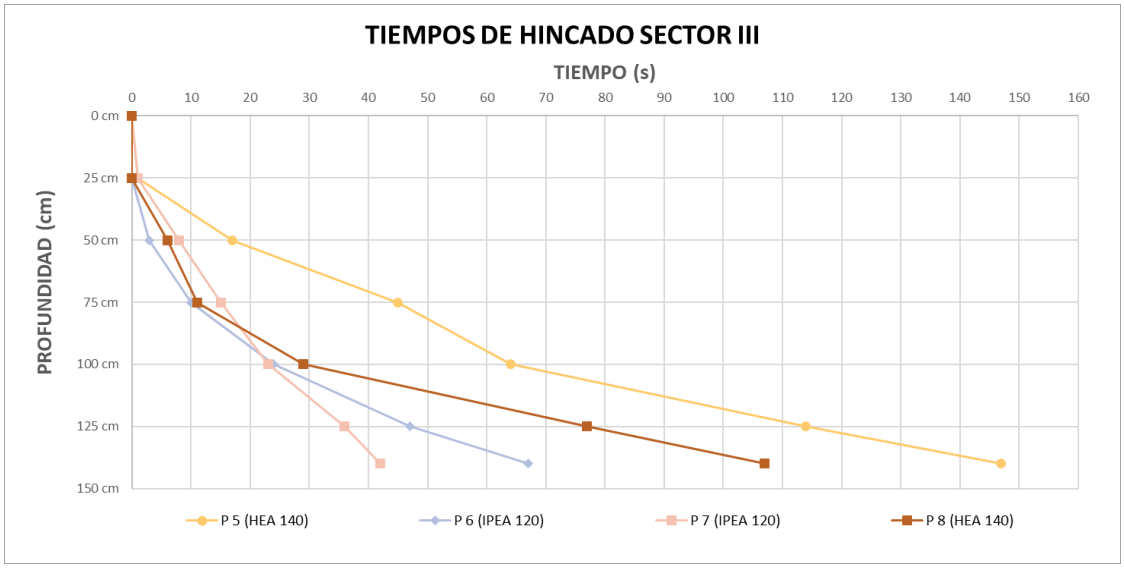




C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Por último, se muestran de manera aglutinada todos los ensayos de hincado realizados. Para la confección de esta gráfica se trazan líneas de hincado en base a los intervalos de tiempo – longitud tomados en campo, quedando registrados cada 25 cm:





C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

7.2. Resultados de los ensayos: Tracción y carga lateral

Se realizaron un total de 4 ensayos de tracción y de 4 ensayos de carga lateral en cada sector de la planta fotovoltaica.

Previo al inicio de los trabajos el peticionario validó las cargas propuestas para el desarrollo de los ensayos. Los escalones de carga aplicados con sus correspondientes desplazamientos se deben comparar con las reacciones facilitadas:

REACTION	WIND VELOCITY 140 KM/HR				WIND VELOCITY 120 KM/HR			
	CENTRAL PILE		SEC. PILES		CENTRAL PILE		SEC. PILES	
	TENSION	COMPRESSION	TENSION	COMPRESSION	TENSION	COMPRESSION	TENSION	COMPRESSION
FX (KN)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FY (KN)	-0,12	0,17	-0,13	0,09	-0,09	0,17	-0,13	0,06
FZ (KN)	-1,16	15,60	-1,16	14,50	-0,08	12,60	-0,01	11,70
MX (KNM)	-14,28	24,36	-0,09	0,14	-10,49	21,36	-0,07	0,14
MY (KNM)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MZ (KNM)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

- Ensayo de tracción:

Los escalones de carga aplicados fueron los indicados en la tabla:

	Etapa - Escalón						
Perfil	1	2	3	4	5	6	7
IPE-120	2,50 kN	5,00 kN	10,00 kN	15,00 kN	20,00 kN	25,00 kN	30,00 kN
HEA-140	3,00 kN	6,00 kN	12,00 kN	18,00 kN	24,00 kN	24,00 kN	36,00 kN

Para una velocidad del viento de 140 km/h la reacción vertical es de 15,60 kN y de 14,50 para el perfil HEA-140 e IPE-120, respectivamente. Se toma la reacción de compresión debido a que habitualmente el ensayo de tracción valida al de compresión.

Para un factor de seguridad de 1,50 la carga que se debió alcanzar es de:

- HEA-140: 23,40 kN.
- IPE-120: 21,75 kN.

Como resumen, se muestra el intervalo de cargas aplicado en el que se encuentra la carga de diseño mayorada por un factor de seguridad de 1,50 y sus correspondientes desplazamientos.

ENSAYO	SECTOR	PERFIL	CARGA (kN)	δ (mm)
P1	II	HEA-140	**18,00-24,00**	**3,54-4,60**
P2	II	IPE-120	**20,00-25,00**	**-**
P3	II	IPE-120	**20,00-25,00**	**2,08-3,13**

ENSAYO	SECTOR	PERFIL	CARGA (kN)	δ (mm)
P4	II	HEA-140	**18,00**	**34,23**
P5	III	HEA-140	**18,00-24,00**	**1,80-3,69**
P6	III	IPE-120	**20,00-25,00**	**0,90-1,03**
P7	III	IPE-120	**20,00-25,00**	**1,42-1,93**
P8	III	HEA-140	**18-24**	**0,31-0,62**

En base a la carga a la que se produjo el arrancamiento del perfil del terreno se han obtenido los coeficientes de seguridad, tanto para una velocidad del viento de 140 km/h como de 120 km/h, resultado del cociente de la carga de rotura entre la carga de diseño:

ENSAYO	SECTOR	PERFIL	CARGA ROTURA(kN)	FS_140 KM/H	FS_120 KM/H
P1	II	HEA-140	**36,00**	2,31	2,86
P2	II	IPE-120	**10,00**	0,69	0,85
P3	II	IPE-120	**30,00**	2,07	2,56
P4	II	HEA-140	**18,00**	1,15	1,43
P5	III	HEA-140	**36,00**	2,31	2,86
P6	III	IPE-120	**30,00**	2,07	2,56
P7	III	IPE-120	**30,00**	2,07	2,56
P8	III	HEA-140	**36,00**	2,31	2,86

Se han señalado en rojo los factores de seguridad que se encuentran por debajo de 1,50.

- <u>Ensayo carga lateral:</u>

Los escalones de carga aplicados fueron los indicados en la tabla:

	Etapa - Escalón						
Perfil	1	2	3	4	5	6	7
IPE-120	4,00 kN	8,00 kN	12,00 kN	16,00 kN	20,00 kN	24,00 kN	28,00 kN
HEA-140	3,75 kN	7,50 kN	15,00 kN	22,50 kN	30,00 kN	37,50 kN	45,00 kN

En los ensayos de carga lateral el desplazamiento máximo admisible tras la descarga se limitó a 5 mm. En la tabla siguiente se muestra el intervalo de cargas que comprenden al desplazamiento remanente límite (5 mm).

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

ENSAYO	SECTOR	PERFIL	CARGA (kN)	δRemanente (mm)
P1	II	HEA 140	**22,50-30,00**	**3,21-6,30**
P2	II	IPEA 120	**8,00 – 12,00**	**1,84-6,64**
P3	II	IPEA 120	**16,00**	**1,98**
P4	II	HEA 140	**15,00-22,50**	**4,86-13,16**
P5	III	HEA 140	**22,50-30,00**	**4,45-5,75**
P6	III	IPEA 120	**12,00-16,00**	**2,30-9,20**
P7	III	IPEA 120	**12,00**	**1,19**
P8	III	HEA 140	**37,50-45,00**	**4,64-7,22**

No se ha obtenido el factor de seguridad dado a que el desplazamiento máximo remanente es la condición límite, por lo que se deberá evaluar si el intervalo de cargas registrado es adecuado en cada caso.

Además, se registró la carga a la cual se produjo un desplazamiento superior a 30 mm:

ENSAYO	SECTOR	PERFIL	CARGA ROTURA(kN)
P1	II	HEA 140	**39,00**
P2	II	IPEA 120	**17,80**
P3	II	IPEA 120	**19,60**
P4	II	HEA 140	**27,30**
P5	III	HEA 140	**43,00**
P6	III	IPEA 120	**18,00**
P7	III	IPEA 120	**15,20**
P8	III	HEA 140	**No alcanza rotura**

En el ANEXO 3 del presente informe se pueden consultar de forma íntegra los resultados obtenidos de cada ensayo de carga.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

OBRA	PLANTA FOTOVOLTAICA PORMA SECTOR II y III
TÉRMINO MUNICIPAL	MANSILLA DE LAS MULAS Y DE CORBILLO DE LOS OTEROS
PROVINCIA	LEÓN
TRABAJOS	CAMPAÑA DE ENSAYOS PULL OUT TEST

Objeto

El objetivo principal de esta campaña ha sido evaluar el comportamiento de los perfiles de tipología similar a los que se emplearán en la estructura soporte de los paneles fotovoltaicos donde se ubicarán las futuras plantas fotovoltaicas, a fin de definir las soluciones de cimentación óptimas, verificando o descartando la viabilidad de hincado directo, así como las profundidades de empotramiento en el terreno más adecuadas para los esfuerzos solicitantes.

Proceso de hincado

Se han realizado un total de 8 ensayos de hincado obteniendo como resultado:

POSICIÓN	SECTOR	X (m)	Y (m)	PERFIL	TIPO(1)	PROF.	TIEMPO
P1	II	301303	4704691	HEA 140	HD	1,40	1' 41"
P2	II	301406	4704704	IPE 120	HD	1,40	31"
P3	II	301263	4704514	IPE 120	HD	1,40	1' 7"
P4	II	301343	4704721	HEA 140	HD	1,40	36"
P5	III	299213	4700699	HEA 140	HD	1,40	2' 27"
P6	III	299290	4700666	IPE 120	HD	1,40	1' 7"
P7	III	299307	4700764	IPE 120	HD	1,40	42"
P8	III	299364	4700721	HEA 140	HD	1,40	1' 47"

(1) HD: Hincado directo

Tras la evaluación de la hincabilidad de las parcelas, en base a las prospecciones realizadas y perfil empleado, podemos indicar que el hincado directo sobre el terreno es viable.

En el Sector II se registraron tiempos de hincado desde 31 segundos hasta 101 segundos, mientras que en el Sector III se registraron unos tiempos comprendidos entre 42 y 107 segundos.

Por último, no se produjo deformación de la cabeza de los perfiles tras el hincado.

Resultados ensayos pull out test

Sobre cada perfil se ha realizado un ensayo de tracción y un ensayo de carga lateral, en esa secuencia. En total se han realizado 4 ensayos de carga a tracción y 4 ensayos de carga lateral en cada sector.

En el ensayo de tracción se realizó hasta registrar un desplazamiento de 20 mm.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

En el ensayo de carga lateral se realizó hasta registrar un desplazamiento de 30 mm bajo la aplicación de la carga, o 5 mm tras la descarga. (Altura de aplicación de la carga 1,00 metro).

Respecto a los resultados de los ensayos a tracción, se han indicado los intervalos de cargas aplicados en los que se encuentra la carga de diseño mayorada por un factor de seguridad de 1,50 y sus correspondientes desplazamientos.

Se han obtenido unos coeficientes de seguridad por encima de 1,50 en todos los casos salvo en los ensayos P2 (IPE-120) y P4 (HEA-140) del Sector II, por lo que se recomienda aumentar la profundidad de hincado al menos en esta zona.

Respecto a los resultados de los ensayos de carga lateral, el desplazamiento máximo admisible tras la descarga se limitó a 5 mm. Se muestra el intervalo de cargas que comprenden al desplazamiento remanente límite (5 mm), que deberá evaluarse si es adecuado en cada caso.

Además, se registró la carga a la cual se produjo un desplazamiento superior a 30 mm.

Sirva este estudio para los fines descritos y de base para proyectar las actuaciones necesarias, atendiendo a criterios de eficiencia técnica y económica que hagan viable el proyecto.

Hay que mencionar que todos los datos incluidos en el presente informe se deducen de los ensayos puntuales realizados para unos perfiles, profundidades de empotramiento y cargas según los criterios marcados por el peticionario, que podrían no ser las definitivas, por lo que en caso de variaciones significativas de los anteriores parámetros, se recomienda realizar una nueva campaña de ensayos adaptada a los nuevos requerimientos.

Badajoz, 01 de abril de 2022

Fdo: Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos
Director Técnico

Fdo: Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

El presente informe de resultados de ensayos pull out test consta de una Memoria de 16 páginas numeradas correlativamente, acompañada por los siguientes Anexos:

ANEXO 1: PLANO DE LAS POSICIONES DE ENSAYO

ANEXO 2: TABLA RESUMEN DE RESULTADOS

ANEXO 3: ACTAS DE ENSAYO

ANEXO 4: FICHAS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

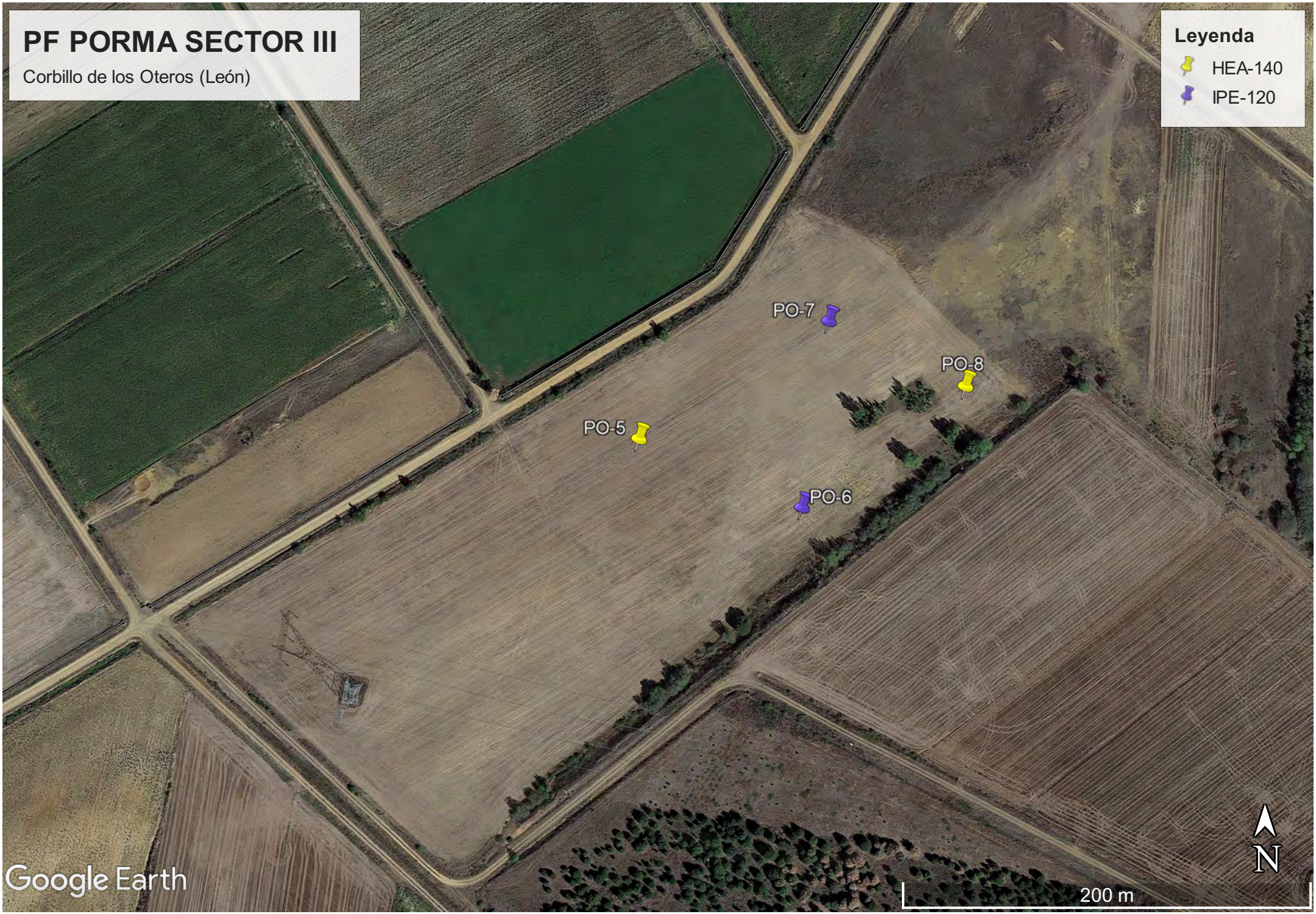
C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ANEXO 1: PLANO DE LAS POSICIONES DE ENSAYO

PF PORMA SECTOR II
Mansilla de las Mulas (León)
Leyenda
HEA-140
IPE-120
PO-4
PO-2
PO-1
PO-3
Arroyo de Valdearcos
Google Earth
N
200 m


PF PORMA SECTOR III
Corbillo de los Oteros (León)
Leyenda
HEA-140
IPE-120
PO-7
PO-8
PO-5
PO-6
Google Earth
200 m
N

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ANEXO 2: TABLA RESUMEN DE RESULTADOS

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

RESULTADOS DE HINCADO

PFV PORMA					PROCESO DE HINCADO							
POSICION	SECTOR	PERFIL	Coordenada X	Coordenada Y	FECHA	TIPO	SOLICITADO m	REAL m	TIEMPO	Ángulo Eje P. º	Ángulo Eje S. º	NOTAS
P 1	2	HEA 140	301303	4704691	08/03/2022	Hinca Directa	1,40	1,40	1' 41"	0,10	0,60	No se observan anomalias durante el hincado.
P 4	2	HEA 140	301343	4704721	08/03/2022	Hinca Directa	1,40	1,40	36"	0,00	0,20	No se observan anomalias durante el hincado.
P 5	3	HEA 140	299213	4700699	07/03/2022	Hinca Directa	1,40	1,40	2' 27"	0,50	0,00	No se observan anomalias durante el hincado.
P 8	3	HEA 140	299364	4700721	07/03/2022	Hinca Directa	1,40	1,40	1' 47"	0,10	0,00	No se observan anomalias durante el hincado.
P 2	2	IPEA 120	301406	4704704	08/03/2022	Hinca Directa	1,40	1,40	31"	0,20	0,30	No se observan anomalias durante el hincado.
P 3	2	IPEA 120	301263	4704514	08/03/2022	Hinca Directa	1,40	1,40	1' 7"	0,10	0,40	No se observan anomalias durante el hincado.
P 6	3	IPEA 120	299290	4700666	07/03/2022	Hinca Directa	1,40	1,40	1' 7"	0,30	0,10	No se observan anomalias durante el hincado.
P 7	3	IPEA 120	299307	4700764	07/03/2022	Hinca Directa	1,40	1,40	42"	0,00	0,30	No se observan anomalias durante el hincado.

RESULTADOS DE ENSAYOS DE CARGA LATERAL

PERFIL HEA-140:

PFV PORMA													
POSICION	SECTOR	PERFIL	CARGA LATERAL										
			ENSAYO	FECHA	TIPOLOGIA TERRENO	0,00 kN 0	3,75 kN 1	7,50 kN 2	15,00 kN 3	22,50 kN 4	30,00 kN 5	37,50 kN 6	45,00 kN 7	0,00 kN 0
P 1	2	HEA 140	LATERAL	08/03/2022	SECO	0,00	1,27	1,96	7,32	12,62	20,04	28,11	33,72	26,85
P 4	2	HEA 140	LATERAL	08/03/2022	SECO	0,00	1,54	4,26	10,22	23,11	36,54	-	-	-
P 5	3	HEA 140	LATERAL	08/03/2022	SECO	0,00	2,95	6,02	11,35	15,29	22,45	27,32	32,22	-
P 8	3	HEA 140	LATERAL	08/03/2022	SECO	0,00	2,40	6,28	7,57	10,76	16,32	19,14	25,36	7,22

PERFIL IPEA-120:

PFV PORMA														
POSICION	SECTOR	PERFIL	CARGA LATERAL											
			ENSAYO	FECHA	TIPOLOGIA TERRENO	POSICIÓN	0,00 kN 0	4,00 kN 1	8,00 kN 2	12,00 kN 3	16,00 kN 4	20,00 kN 5	24,00 kN 6	28,00 kN 7	0,00 kN 0
P 2	2	IPEA 120	LATERAL	08/03/2022	SECO	P 2	0,00	3,79	14,00	15,82	25,73	37,17	-	-	-
P 3	2	IPEA 120	LATERAL	08/03/2022	SECO	P 3	0,00	2,49	3,57	5,92	9,43	-	-	-	-
P 6	3	IPEA 120	LATERAL	08/03/2022	SECO	P 6	0,00	3,55	8,05	15,23	28,16	48,13	-	-	-
P 7	3	IPEA 120	LATERAL	08/03/2022	SECO	P 7	0,00	3,26	7,88	12,28	33,51	-	-	-	-

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

✓ Laboratorio y Entidad de Control de calidad acreditado para obra civil y edificación.
✓ Asistencia técnica en edificación e instalaciones. ✓ Estudios geotécnicos.
✓ Estudios de Patología y Rehabilitación. ✓ Ensayos Pull Out Test en plantas Fotovoltaicas.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

RESULTADOS DE ENSAYOS DE TRACCIÓN

PERFIL HEA-140:

PFV PORMA														
POSICION	SECTOR	PERFIL	TRACCIÓN											
			ENSAYO	TIPOLOGIA TERRENO	FECHA	0,00 kN 0	3,00 kN 1	6,00 kN 2	12,00 kN 3	18,00 kN 4	24,00 kN 5	30,00 kN 6	36,00 kN 7	0,00 kN 0
P 1	2	HEA 140	TRACCIÓN	SECO	08/03/2022	0,00	0,34	1,17	2,57	3,54	4,60	5,74	7,54	5,30
P 4	2	HEA 140	TRACCIÓN	SECO	08/03/2022	0,00	2,30	4,47	8,30	34,23	-	-	-	-
P 5	3	HEA 140	TRACCIÓN	SECO	08/03/2022	0,00	0,01	0,09	0,56	1,80	3,69	5,05	-	3,40
P 8	3	HEA 140	TRACCIÓN	SECO	08/03/2022	0,00	0,01	0,02	0,05	0,31	0,62	0,85	2,53	1,47

PERFIL IPEA-120:

PFV PORMA														
POSICION	SECTOR	PERFIL	TRACCIÓN											
			ENSAYO	TIPOLOGIA TERRENO	FECHA	0,00 kN 0	2,50 kN 1	5,00 kN 2	10,00 kN 3	15,00 kN 4	20,00 kN 5	25,00 kN 6	30,00 kN 7	0,00 kN 0
P 2	2	IPEA 120	TRACCIÓN	SECO	08/03/2022	0,00	0,65	4,10	22,95	-	-	-	-	-
P 3	2	IPEA 120	TRACCIÓN	SECO	08/03/2022	0,00	0,00	0,04	0,27	0,97	2,08	3,13	4,78	11,71
P 6	3	IPEA 120	TRACCIÓN	SECO	08/03/2022	0,00	0,13	0,23	0,38	0,45	0,90	1,03	1,21	3,17
P 7	3	IPEA 120	TRACCIÓN	SECO	08/03/2022	0,00	0,09	0,48	0,89	1,17	1,42	1,93	2,13	1,60

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ANEXO 3: ACTAS DE ENSAYO

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

✓ Laboratorio y Entidad de Control de calidad acreditado para obra civil y edificación.
✓ Asistencia técnica en edificación e instalaciones. ✓ Estudios geotécnicos.
✓ Estudios de Patología y Rehabilitación. ✓ Ensayos Pull Out Test en plantas Fotovoltaicas.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

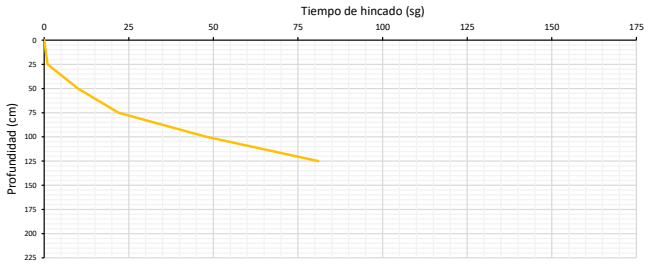
OBRA:	TRAGSA PFV II-III PORMA	**Nº ENSAYO:**	P 1	**PERFIL:**	HEA 140
CLIENTE:	TRAGSA	**FECHA:**	08/03/2022	**T. ACERO:**	S275
TIPOLOGÍA DE EMPOTRAMIENTO:	Hinca Directa	**RELLENO:**	-	**DOSIFICACIÓN:**	-
NORMATIVA DE REFERENCIA:	PROPUESTA DE ACTUACIÓN VALIDADA CON FECHA 08/03/2022				

DATOS INICIALES

Altura de aplicación de la carga	1,00 m	**Día de hincado**	08/03/2022	**Observaciones previas al ensayo**
Profundidad de la hinca	1,40 m	**Tiempo de hincado**	1' 41"	No se observan anomalías previas a la realización del ensayo.
Desplome eje principal	0,1 º	**Coordenadas**		
Desplome eje secundario	0,6 º	**X:**	301303	
Revirado	No	**Y:**	4704691	

HINCADO

Profundidad (cm)	Tiempo (sg)
0	0''
25	1''
50	10''
75	22''
100	48''
125	1' 21''
140	1' 41''
180	-
200	-



Observaciones	No se observan anomalias durante el hincado.

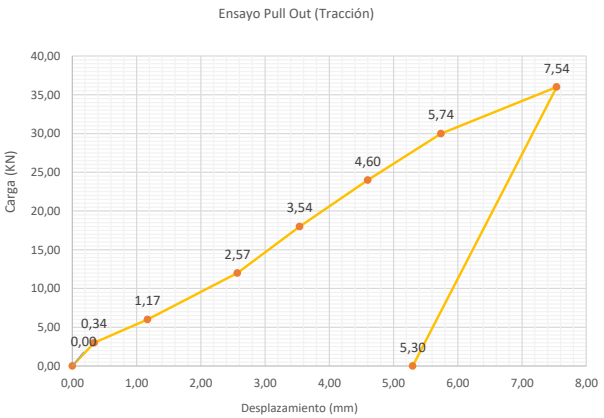
ENSAYOS

1º ENSAYO TRACCIÓN

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	3,00	0,34	< 20 mm
2	6,00	1,17	< 20 mm
3	12,00	2,57	< 20 mm
4	**18,00**	3,54	< 20 mm
5	24,00	4,60	< 20 mm
6	30,00	5,74	< 20 mm
7	36,00	7,54	< 20 mm
0	0,00	5,30	

Observaciones Tracción

El desplazamiento registrado es inferior a 20 mm



Coordinador:
Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

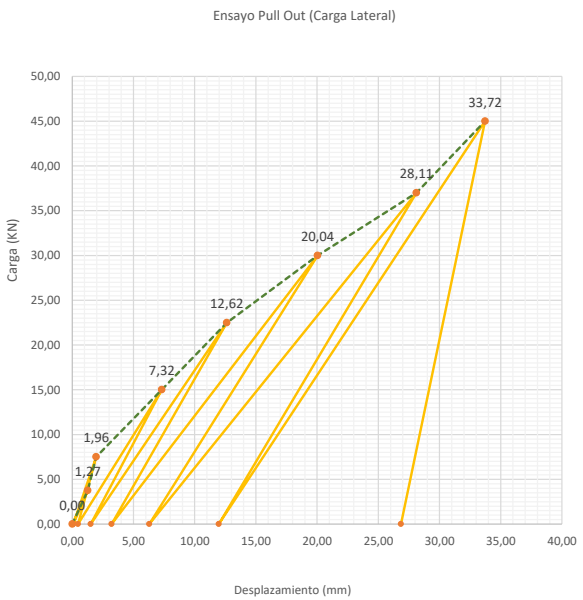
Técnico:
Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - TI: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

2º ENSAYO CARGA LATERAL

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	3,75	1,27	< 30 mm
0	0,00	0,09	<5 mm
2	7,50	1,96	< 30 mm
0	0,00	0,47	<5 mm
3	15,00	7,32	< 30 mm
0	0,00	1,50	<5 mm
4	22,50	12,62	< 30 mm
0	0,00	3,21	<5 mm
5	30,00	20,04	< 30 mm
0	0,00	6,30	<5 mm
6	37,00	28,11	< 30 mm
0	0,00	11,97	<5 mm
7	45,00	33,72	< 30 mm
0	0,00	26,85	<5 mm



Observaciones Carga Lateral

Tras la deascarga de 30 kN se registra un desplazamiento remanente superior a 5 mm.
A 39 kN se registra un desplazamiento superior a 30 mm, rompiendo terreno.

Coordinador:
Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

Técnico:
Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

✓ Laboratorio y Entidad de Control de calidad acreditado para obra civil y edificación.
✓ Asistencia técnica en edificación e instalaciones. ✓ Estudios geotécnicos.
✓ Estudios de Patología y Rehabilitación. ✓ Ensayos Pull Out Test en plantas Fotovoltaicas.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

OBRA:	TRAGSA PFV II-III PORMA	**Nº ENSAYO:**	P 2	**PERFIL:**	IPEA 120
CLIENTE:	TRAGSA	**FECHA:**	08/03/2022	**T. ACERO:**	S275
TIPOLOGÍA DE EMPOTRAMIENTO:	Hinca Directa	**RELLENO:**	-	**DOSIFICACIÓN:**	-
NORMATIVA DE REFERENCIA:	PROPUESTA DE ACTUACIÓN VALIDADA CON FECHA 08/03/2022				

DATOS INICIALES

Altura de aplicación de la carga	1,00 m	**Día de hincado**	08/03/2022	**Observaciones previas al ensayo**
Profundidad de la hinca	1,40 m	**Tiempo de hincado**	31"	No se observan anomalías previas a la realización del ensayo.
Desplome eje principal	0,2 º	**Coordenadas**		
Desplome eje secundario	0,3 º	**X:**	301406	
Revirado	No	**Y:**	4704704	

HINCADO

Profundidad (cm)	Tiempo (sg)
0	0"
25	1"
50	7"
75	17"
100	21"
125	28"
140	31"
180	-
200	-

Observaciones	No se observan anomalias durante el hincado.

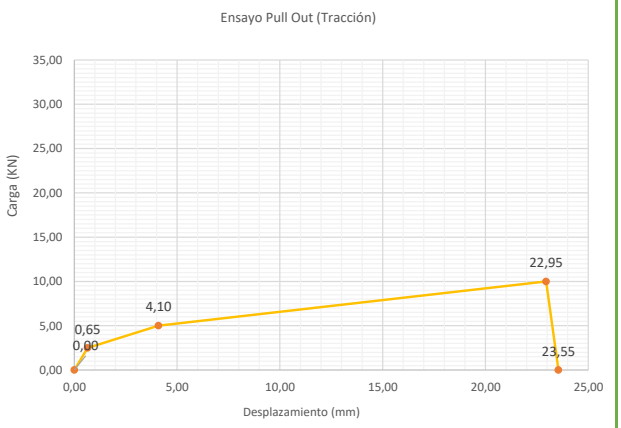
ENSAYOS

1º ENSAYO TRACCIÓN

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	2,50	0,65	< 20 mm
2	5,00	4,10	< 20 mm
3	10,00	22,95	< 20 mm
4	15,00	-	< 20 mm
5	20,00	-	< 20 mm
6	25,00	-	< 20 mm
7	30,00	-	< 20 mm
0	0,00	23,55	

Observaciones Tracción

En 9,1 KN el desplazamiento es superior a 20mm.



Coordinador:
Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

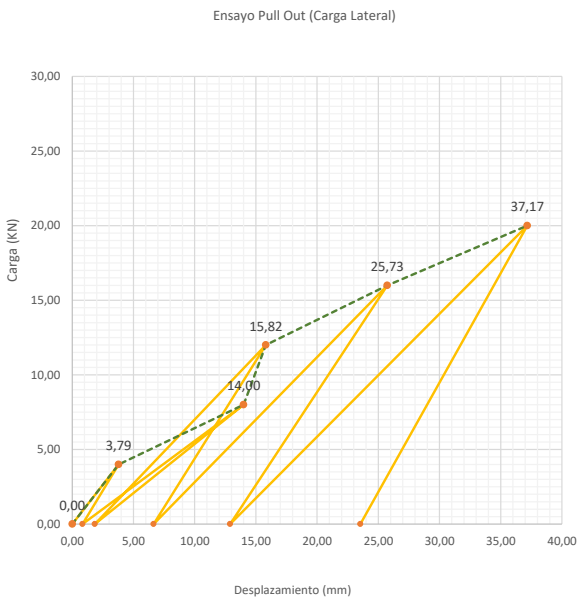
Badajoz a 8 de marzo de 2022

Técnico:
Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - TI: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

2º ENSAYO CARGA LATERAL

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	4,00	3,79	< 30 mm
0	0,00	0,83	< 5 mm
2	8,00	14,00	< 30 mm
0	0,00	1,84	< 5 mm
3	12,00	15,82	< 30 mm
0	0,00	6,64	< 5 mm
4	16,00	25,73	< 30 mm
0	0,00	12,89	< 5 mm
5	20,00	37,17	< 30 mm
0	0,00	23,53	< 5 mm
6	24,00	-	< 30 mm
0	0,00	-	< 5 mm
7	28,00	-	< 30 mm
0	0,00	-	<5 mm



Observaciones Carga Lateral

Tras la deascarga de 12 kN se registra un desplazamiento remanente superior a 5 mm.
A 17,8 kN se registra un desplazamiento superior a 30 mm, rompiendo terreno.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Coordinador:
Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

Técnico:
Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

✓ Laboratorio y Entidad de Control de calidad acreditado para obra civil y edificación.
✓ Asistencia técnica en edificación e instalaciones. ✓ Estudios geotécnicos.
✓ Estudios de Patología y Rehabilitación. ✓ Ensayos Pull Out Test en plantas Fotovoltaicas.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

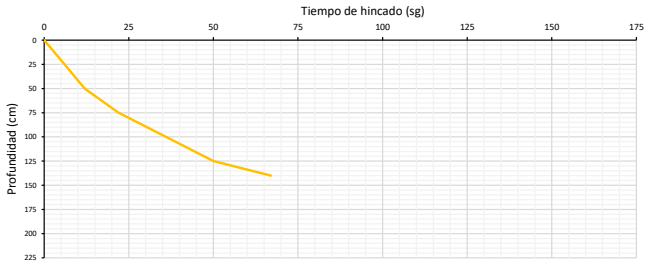
OBRA:	TRAGSA PFV II-III PORMA	**Nº ENSAYO:**	P 3	**PERFIL:**	IPEA 120
CLIENTE:	TRAGSA	**FECHA:**	08/03/2022	**T. ACERO:**	S275
TIPOLOGÍA DE EMPOTRAMIENTO:	Hinca Directa	**RELLENO:**	-	**DOSIFICACIÓN:**	-
NORMATIVA DE REFERENCIA:	PROPUESTA DE ACTUACIÓN VALIDADA CON FECHA 08/03/2022				

DATOS INICIALES

Altura de aplicación de la carga	1,00 m	**Día de hincado**	08/03/2022	**Observaciones previas al ensayo**
Profundidad de la hinca	1,40 m	**Tiempo de hincado**	1' 7''	No se observan anomalías previas a la realización del ensayo.
Desplome eje principal	0,1 º	**Coordenadas**		
Desplome eje secundario	0,4 º	**X:**	301263	
Revirado	No	**Y:**	4704514	

HINCADO

Profundidad (cm)	Tiempo (sg)
0	0''
25	6''
50	12''
75	22''
100	36''
125	50''
140	1' 7''
180	-
200	-

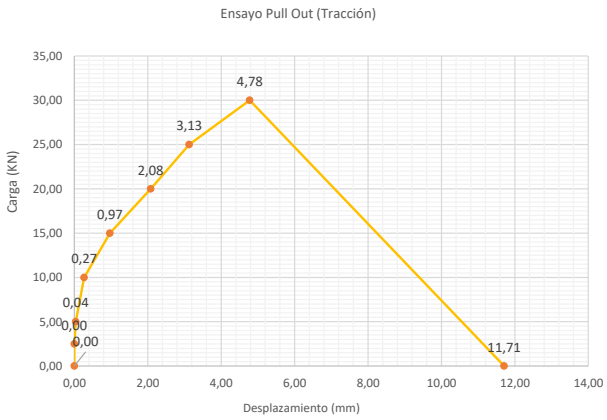


Observaciones	No se observan anomalias durante el hincado.

ENSAYOS

1º ENSAYO TRACCIÓN

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	2,50	0,00	< 20 mm
2	5,00	0,04	< 20 mm
3	10,00	0,27	< 20 mm
4	15,00	0,97	< 20 mm
5	20,00	2,08	< 20 mm
6	25,00	3,13	< 20 mm
7	30,00	4,78	< 20 mm
0	0,00	11,71	



Observaciones Tracción

El desplazamiento registrado es inferior a 20 mm

Coordinador:

Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

Técnico:

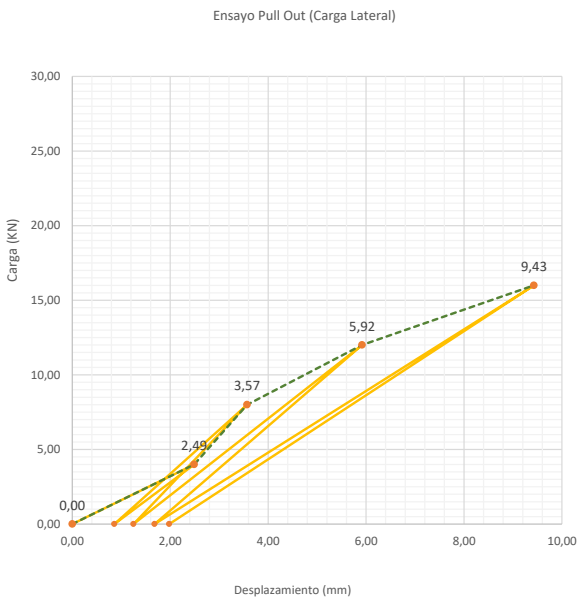
Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - TI: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

2º ENSAYO CARGA LATERAL

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	4,00	2,49	< 30 mm
0	0,00	0,86	< 5 mm
2	8,00	3,57	< 30 mm
0	0,00	1,25	< 5 mm
3	12,00	5,92	< 30 mm
0	0,00	1,68	< 5 mm
4	16,00	9,43	< 30 mm
0	0,00	1,98	< 5 mm
5	20,00	-	< 30 mm
0	0,00	-	< 5 mm
6	24,00	-	< 30 mm
0	0,00	-	< 5 mm
7	28,00	-	< 30 mm
0	0,00	-	<5 mm



Observaciones Carga Lateral

A 19,6 kN se registra un desplazamiento superior a 30 mm, rompiendo terreno.

Coordinador:
Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

Técnico:
Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

✓ Laboratorio y Entidad de Control de calidad acreditado para obra civil y edificación.
✓ Asistencia técnica en edificación e instalaciones. ✓ Estudios geotécnicos.
✓ Estudios de Patología y Rehabilitación. ✓ Ensayos Pull Out Test en plantas Fotovoltaicas.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

OBRA:	TRAGSA PFV II-III PORMA	**Nº ENSAYO:**	P 4	**PERFIL:**	HEA 140
CLIENTE:	TRAGSA	**FECHA:**	08/03/2022	**T. ACERO:**	S275
TIPOLOGÍA DE EMPOTRAMIENTO:	Hinca Directa	**RELLENO:**	-	**DOSIFICACIÓN:**	-
NORMATIVA DE REFERENCIA:	PROPUESTA DE ACTUACIÓN VALIDADA CON FECHA 08/03/2022				

DATOS INICIALES

Altura de aplicación de la carga	1,00 m	**Día de hincado**	08/03/2022	**Observaciones previas al ensayo**
Profundidad de la hinca	1,40 m	**Tiempo de hincado**	36"	No se observan anomalías previas a la realización del ensayo.
Desplome eje principal	0,0 º	**Coordenadas**		
Desplome eje secundario	0,2 º	**X:**	301343	
Revirado	No	**Y:**	4704721	

HINCADO

Profundidad (cm)	Tiempo (sg)
0	0"
25	4"
50	10"
75	12"
100	20"
125	27"
140	36"
180	-
200	-

Observaciones	No se observan anomalias durante el hincado.

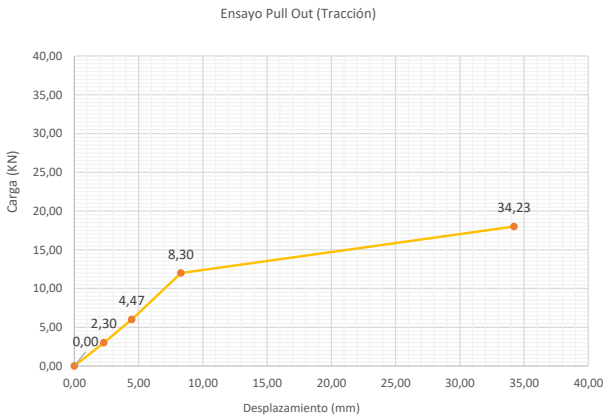
ENSAYOS

1º ENSAYO TRACCIÓN

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	3,00	2,30	< 20 mm
2	6,00	4,47	< 20 mm
3	12,00	8,30	< 20 mm
4	**18,00**	34,23	< 20 mm
5	24,00	-	< 20 mm
6	30,00	-	< 20 mm
7	36,00	-	< 20 mm
0	0,00	-	

Observaciones Tracción

A 17 kN se extrae el perfil.Desplazamiento superior a 20 mm.



Coordinador:
Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

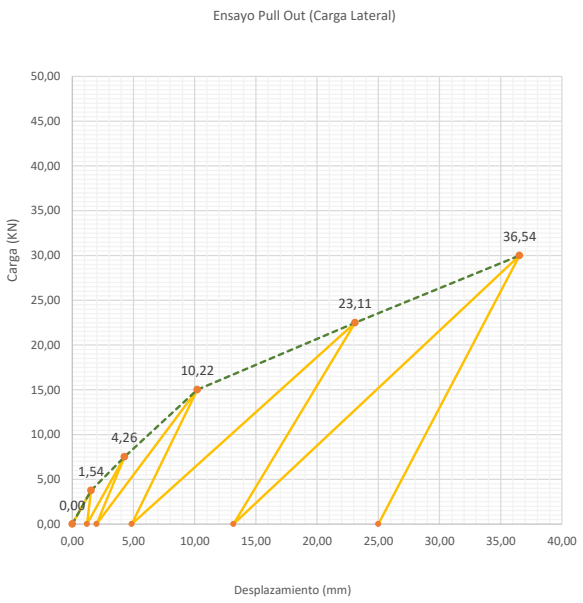
Técnico:
Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - TI: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

2º ENSAYO CARGA LATERAL

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	3,75	1,54	< 30 mm
0	0,00	1,20	<5 mm
2	7,50	4,26	< 30 mm
0	0,00	1,98	<5 mm
3	15,00	10,22	< 30 mm
0	0,00	4,86	<5 mm
4	22,50	23,11	< 30 mm
0	0,00	13,16	<5 mm
5	30,00	36,54	< 30 mm
0	0,00	25,00	<5 mm
6	37,00	-	< 30 mm
0	0,00	-	<5 mm
7	45,00	-	< 30 mm
0	0,00	-	<5 mm



Observaciones Carga Lateral

Tras la deascarga de 22,50 kN se registra un desplazamiento remanente superior a 5 mm.
A 27,30 kN se registra un desplazamiento superior a 30 mm, rompiendo terreno.

Coordinador:
Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

Técnico:
Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

✓ Laboratorio y Entidad de Control de calidad acreditado para obra civil y edificación.
✓ Asistencia técnica en edificación e instalaciones. ✓ Estudios geotécnicos.
✓ Estudios de Patología y Rehabilitación. ✓ Ensayos Pull Out Test en plantas Fotovoltaicas.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

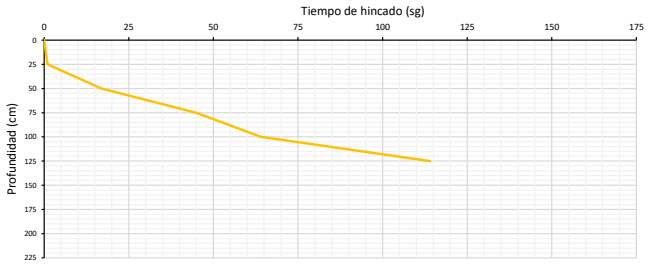
OBRA:	TRAGSA PFV II-III PORMA	**Nº ENSAYO:**	P 5	**PERFIL:**	HEA 140
CLIENTE:	TRAGSA	**FECHA:**	08/03/2022	**T. ACERO:**	S275
TIPOLOGÍA DE EMPOTRAMIENTO:	Hinca Directa	**RELLENO:**	-	**DOSIFICACIÓN:**	-
NORMATIVA DE REFERENCIA:	PROPUESTA DE ACTUACIÓN VALIDADA CON FECHA 08/03/2022				

DATOS INICIALES

Altura de aplicación de la carga	1,00 m	**Día de hincado**	08/03/2022	**Observaciones previas al ensayo**
Profundidad de la hinca	1,40 m	**Tiempo de hincado**	2' 27"	No se observan anomalías previas a la realización del ensayo.
Desplome eje principal	0,5 º	**Coordenadas**		
Desplome eje secundario	0,0 º	**X:**	299213	
Revirado	No	**Y:**	4700699	

HINCADO

Profundidad (cm)	Tiempo (sg)
0	0"
25	1"
50	17"
75	45"
100	1' 4"
125	1' 54"
140	2' 27"
180	-
200	-



Observaciones	No se observan anomalias durante el hincado.

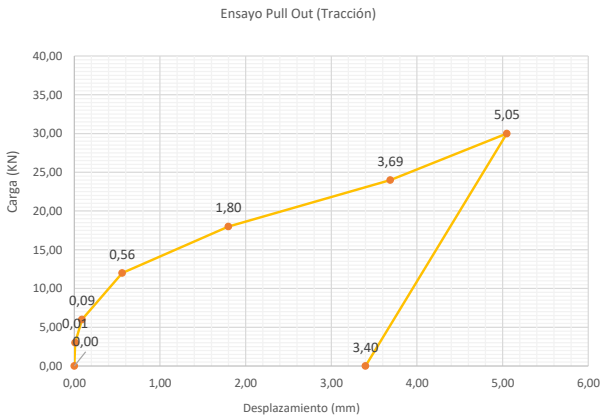
ENSAYOS

1º ENSAYO TRACCIÓN

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	3,00	0,01	< 20 mm
2	6,00	0,09	< 20 mm
3	12,00	0,56	< 20 mm
4	**18,00**	1,80	< 20 mm
5	24,00	3,69	< 20 mm
6	30,00	5,05	< 20 mm
7	36,00	-	< 20 mm
0	0,00	3,40	

Observaciones Tracción

El desplazamiento registrado es inferior a 20 mm



Coordinador:
Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

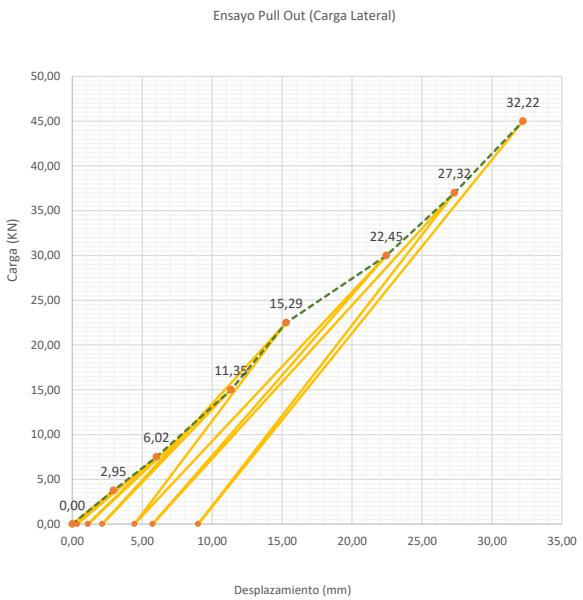
Técnico:
Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - TI: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

2º ENSAYO CARGA LATERAL

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	3,75	2,95	< 30 mm
0	0,00	0,36	<5 mm
2	7,50	6,02	< 30 mm
0	0,00	1,12	<5 mm
3	15,00	11,35	< 30 mm
0	0,00	2,14	<5 mm
4	22,50	15,29	< 30 mm
0	0,00	4,45	<5 mm
5	30,00	22,45	< 30 mm
0	0,00	5,75	<5 mm
6	37,00	27,32	< 30 mm
0	0,00	9,00	<5 mm
7	45,00	32,22	< 30 mm
0	0,00	-	<5 mm



Observaciones Carga Lateral

Tras la deascarga de 30 kN se registra un desplazamiento remanente superior a 5 mm.
A 43 kN se registra un desplazamiento superior a 30 mm, rompiendo terreno.

Coordinador:
Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

Técnico:
Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

✓ Laboratorio y Entidad de Control de calidad acreditado para obra civil y edificación.
✓ Asistencia técnica en edificación e instalaciones. ✓ Estudios geotécnicos.
✓ Estudios de Patología y Rehabilitación. ✓ Ensayos Pull Out Test en plantas Fotovoltaicas.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

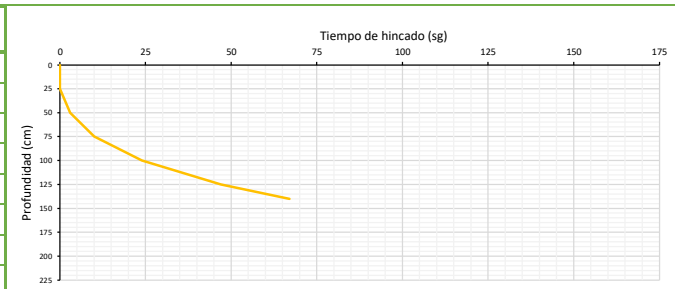
OBRA:	TRAGSA PFV II-III PORMA	**Nº ENSAYO:**	P 6	**PERFIL:**	IPEA 120
CLIENTE:	TRAGSA	**FECHA:**	08/03/2022	**T. ACERO:**	S275
TIPOLOGÍA DE EMPOTRAMIENTO:	Hinca Directa	**RELLENO:**	-	**DOSIFICACIÓN:**	-
NORMATIVA DE REFERENCIA:	PROPUESTA DE ACTUACIÓN VALIDADA CON FECHA 08/03/2022				

DATOS INICIALES

Altura de aplicación de la carga	1,00 m	**Día de hincado**	08/03/2022	**Observaciones previas al ensayo**
Profundidad de la hinca	1,40 m	**Tiempo de hincado**	1' 7"	No se observan anomalías previas a la realización del ensayo.
Desplome eje principal	0,3 º	**Coordenadas**		
Desplome eje secundario	0,1 º	**X:**	299290	
Revirado	No	**Y:**	4700666	

HINCADO

Profundidad (cm)	Tiempo (sg)
0	0"
25	0"
50	3"
75	10"
100	24"
125	47"
140	1' 7"
180	-
200	-



Observaciones	No se observan anomalias durante el hincado.

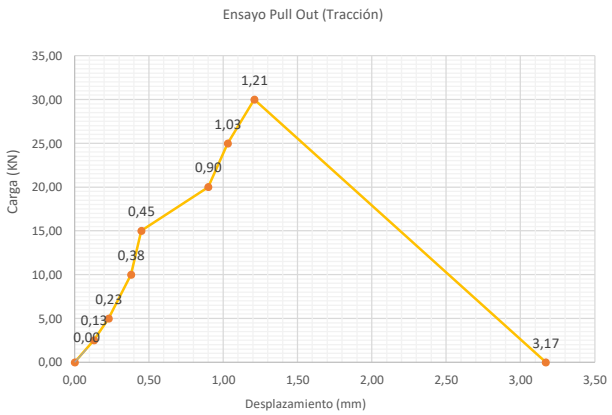
ENSAYOS

1º ENSAYO TRACCIÓN

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	2,50	0,13	< 20 mm
2	5,00	0,23	< 20 mm
3	10,00	0,38	< 20 mm
4	15,00	0,45	< 20 mm
5	20,00	0,90	< 20 mm
6	25,00	1,03	< 20 mm
7	30,00	1,21	< 20 mm
0	0,00	3,17	

Observaciones Tracción

El desplazamiento registrado es inferior a 20 mm



Coordinador:

Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

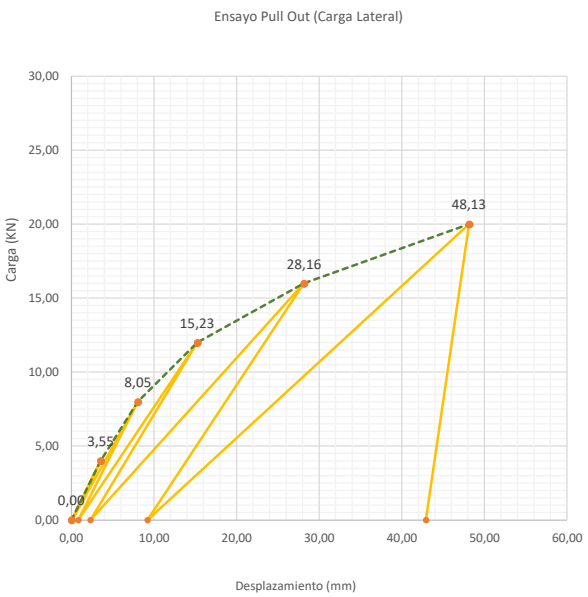
Técnico:

Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

2º ENSAYO CARGA LATERAL

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	4,00	3,55	< 30 mm
0	0,00	0,07	< 5 mm
2	8,00	8,05	< 30 mm
0	0,00	0,82	< 5 mm
3	12,00	15,23	< 30 mm
0	0,00	2,30	< 5 mm
4	16,00	28,16	< 30 mm
0	0,00	9,20	< 5 mm
5	20,00	48,13	< 30 mm
0	0,00	42,90	< 5 mm
6	24,00	-	< 30 mm
0	0,00	-	< 5 mm
7	28,00	-	< 30 mm
0	0,00	-	<5 mm



Observaciones Carga Lateral

Tras la deascarga de 16 kN se registra un desplazamiento remanente superior a 5 mm.
A 18 kN se registra un desplazamiento superior a 30 mm, rompiendo terreno.

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

Coordinador:

Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

Técnico:

Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

✓ Laboratorio y Entidad de Control de calidad acreditado para obra civil y edificación.
✓ Asistencia técnica en edificación e instalaciones. ✓ Estudios geotécnicos.
✓ Estudios de Patología y Rehabilitación. ✓ Ensayos Pull Out Test en plantas Fotovoltaicas.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

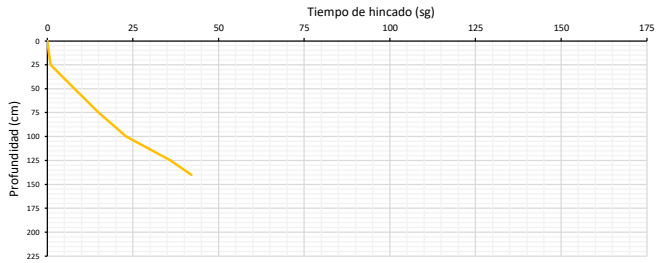
OBRA:	TRAGSA PFV II-III PORMA	**Nº ENSAYO:**	P 7	**PERFIL:**	IPEA 120
CLIENTE:	TRAGSA	**FECHA:**	08/03/2022	**T. ACERO:**	S275
TIPOLOGÍA DE EMPOTRAMIENTO:	Hinca Directa	**RELLENO:**	-	**DOSIFICACIÓN:**	-
NORMATIVA DE REFERENCIA:	PROPUESTA DE ACTUACIÓN VALIDADA CON FECHA 08/03/2022				

DATOS INICIALES

Altura de aplicación de la carga	1,00 m	**Día de hincado**	08/03/2022	**Observaciones previas al ensayo**
Profundidad de la hinca	1,40 m	**Tiempo de hincado**	42"	No se observan anomalías previas a la realización del ensayo.
Desplome eje principal	0,0 º	**Coordenadas**		
Desplome eje secundario	0,3 º	**X:**	299307	
Revirado	No	**Y:**	4700764	

HINCADO

Profundidad (cm)	Tiempo (sg)
0	0"
25	1"
50	8"
75	15"
100	23"
125	36"
140	42"
180	-
200	-



Observaciones	No se observan anomalias durante el hincado.

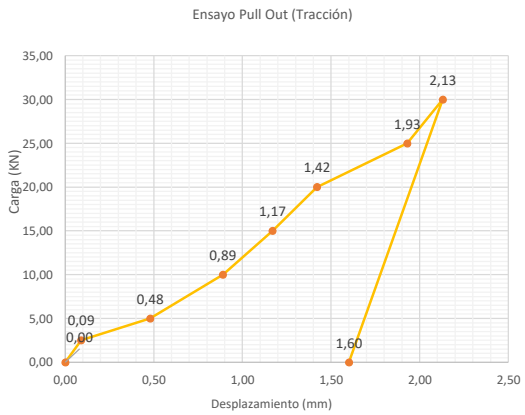
ENSAYOS

1º ENSAYO TRACCIÓN

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	2,50	0,09	< 20 mm
2	5,00	0,48	< 20 mm
3	10,00	0,89	< 20 mm
4	15,00	1,17	< 20 mm
5	20,00	1,42	< 20 mm
6	25,00	1,93	< 20 mm
7	30,00	2,13	< 20 mm
0	0,00	1,60	

Observaciones Tracción

El desplazamiento registrado es inferior a 20 mm



Coordinador:

Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

Técnico:

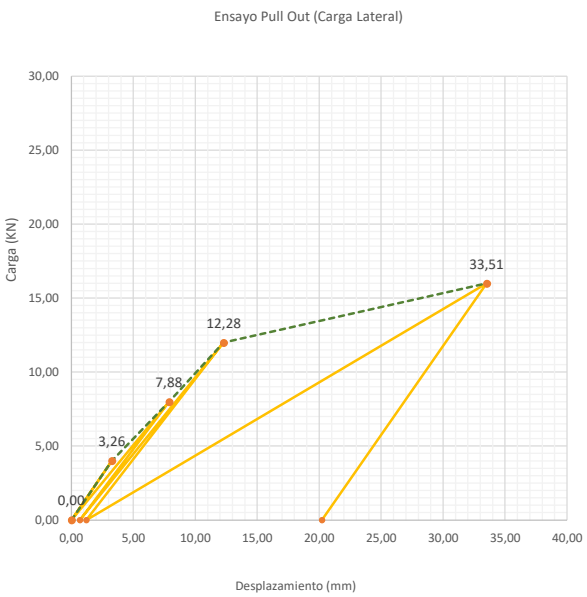
Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

2º ENSAYO CARGA LATERAL

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	4,00	3,26	< 30 mm
0	0,00	0,00	< 5 mm
2	8,00	7,88	< 30 mm
0	0,00	0,69	< 5 mm
3	12,00	12,28	< 30 mm
0	0,00	1,19	< 5 mm
4	16,00	33,51	< 30 mm
0	0,00	20,22	< 5 mm
5	20,00	-	< 30 mm
0	0,00	-	< 5 mm
6	24,00	-	< 30 mm
0	0,00	-	< 5 mm
7	28,00	-	< 30 mm
0	0,00	-	<5 mm



Observaciones Carga Lateral

A 15,2 kN se registra un desplazamiento superior a 30 mm, rompiendo terreno.

Coordinador:

Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

Técnico:

Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

elaborex
CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN S.L.

✓ Laboratorio y Entidad de Control de calidad acreditado para obra civil y edificación.
✓ Asistencia técnica en edificación e instalaciones. ✓ Estudios geotécnicos.
✓ Estudios de Patología y Rehabilitación. ✓ Ensayos Pull Out Test en plantas Fotovoltaicas.

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

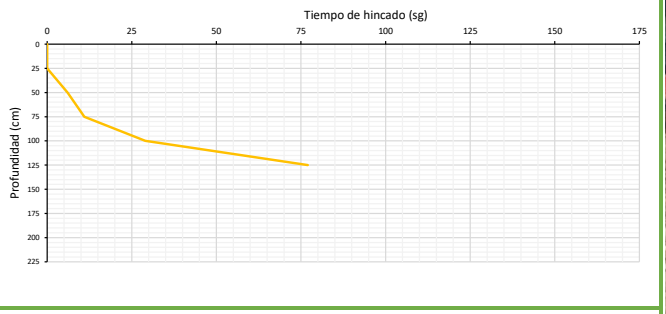
OBRA:	TRAGSA PFV II-III PORMA	**Nº ENSAYO:**	P 8	**PERFIL:**	HEA 140
CLIENTE:	TRAGSA	**FECHA:**	08/03/2022	**T. ACERO:**	S275
TIPOLOGÍA DE EMPOTRAMIENTO:	Hinca Directa	**RELLENO:**	-	**DOSIFICACIÓN:**	-
NORMATIVA DE REFERENCIA:	PROPUESTA DE ACTUACIÓN VALIDADA CON FECHA 08/03/2022				

DATOS INICIALES

Altura de aplicación de la carga	1,00 m	**Día de hincado**	08/03/2022	**Observaciones previas al ensayo**
Profundidad de la hinca	1,40 m	**Tiempo de hincado**	1' 47''	
Desplome eje principal	0,1 º	**Coordenadas**		
Desplome eje secundario	0,0 º	**X:**	299364	
Revirado	No	**Y:**	4700721	

HINCADO

Profundidad (cm)	Tiempo (sg)
0	0''
25	0''
50	6''
75	11''
100	29''
125	1' 17''
140	1' 47''
180	-
200	-



Observaciones	No se observan anomalias durante el hincado.

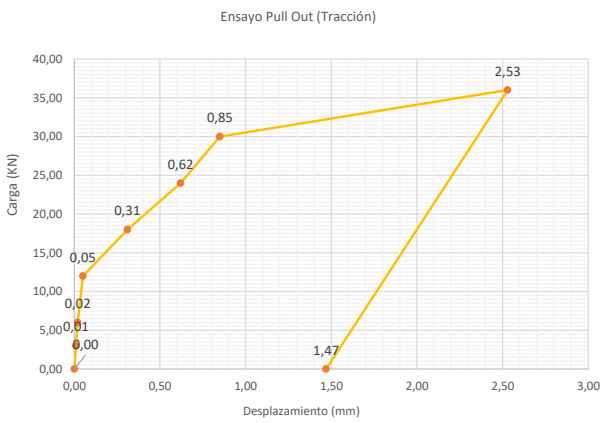
ENSAYOS

1º ENSAYO TRACCIÓN

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	3,00	0,01	< 20 mm
2	6,00	0,02	< 20 mm
3	12,00	0,05	< 20 mm
4	**18,00**	0,31	< 20 mm
5	24,00	0,62	< 20 mm
6	30,00	0,85	< 20 mm
7	36,00	2,53	< 20 mm
0	0,00	1,47	

Observaciones Tracción

El desplazamiento registrado es inferior a 20 mm



Coordinador:
Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

Técnico:
Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Teléfono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra. N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - TI: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

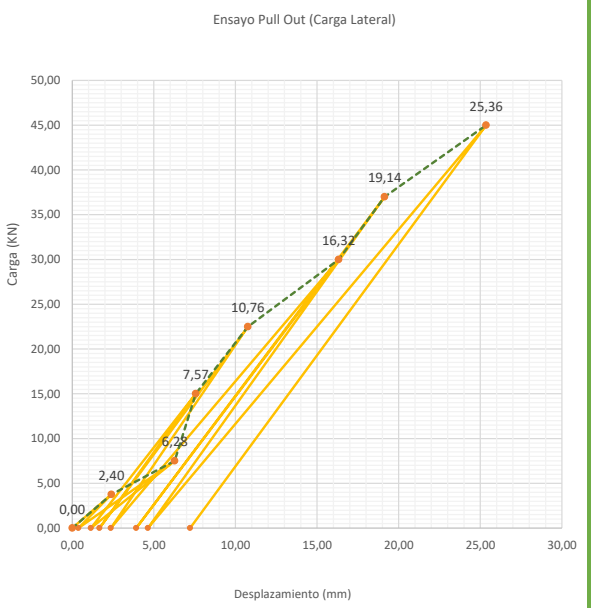
C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

2º ENSAYO CARGA LATERAL

Etapa	Carga (KN)	Desplazamiento (mm)	Desplazamiento Adm (mm)
0	0,00	0,00	
1	3,75	2,40	< 30 mm
0	0,00	0,38	<5 mm
2	7,50	6,28	< 30 mm
0	0,00	1,14	<5 mm
3	15,00	7,57	< 30 mm
0	0,00	1,67	<5 mm
4	22,50	10,76	< 30 mm
0	0,00	2,36	<5 mm
5	30,00	16,32	< 30 mm
0	0,00	3,92	<5 mm
6	37,00	19,14	< 30 mm
0	0,00	4,64	<5 mm
7	45,00	25,36	< 30 mm
0	0,00	7,22	<5 mm

Observaciones Carga Lateral

Tras la descarga de 45 kN el desplazamiento registrado es superior a 5 mm



Coordinador:

Luis Felipe Pérez Romero
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Badajoz a 8 de marzo de 2022

Técnico:

Pablo Valencia Abad
Ingeniero Mecánico

Polígono Industrial el Nevero, Calle 15, nº 44, 06006 Badajoz. Télefono: 924207050. e-mail: elaborex@elaborex.es CIF B06494892
P. I. Charca del Hambre, Ctra N-630, Km 543, P- 13-3, 10190 Casar de Cáceres - Tl: 927291709. e-mail: elaborex@elaborex.es. CIFB06494892

C.I.F. B 06494892 Registro Mercantil de Badajoz – Folio 211 – Tomo 391 – Hoja BA -18.400 – Inscripción 1ª

ANEXO 4: FICHAS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número **79403**

Number

SERVICIOS INTEGRALES DE METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN S.L.
Escuela Superior de Ingenieros
Edif. Talleres y Laboratorios. Módulo L3.
C/ Camino de los Descubrimientos, s/n.
Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla.
Teléfono +34 954 487 383 / 476
simetrycal@simetrycal.com

OBJETO: *Item*	**COMPARADOR**
FABRICANTE: *Manufacturer:*	**MITUTOYO**
MARCA/MODELO: *Trademark/Type*	**3058S-19**
IDENTIFICACIÓN: *Identification*	**KDG617**
SOLICITANTE: *Applicant*	**ELABOREX, S.L.**
DIRECCIÓN: *Address*	**Poligono Industrial El Nevero 06006 BADAJOZ (BADAJOZ)**
FECHA/S DE CALIBRACIÓN: *Date /s of calibration*	**14/01/2022**

PERSONA(S) QUE AUTORIZA(N)/
Person(s)authorizing

Fecha de emisión (junto a la firma)
Date of issue (next to the signature)

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI) u otras referencias internacionalmente aceptadas (cuando no es posible la trazabilidad al SI)

This certificate is issued in accordance with the conditions of the accreditation granted by ENAC which has evaluated the laboratory's calibration and measurement capabilities and its measurement traceability to the SI system of units or other internationally accepted references (when

ilac-MRA ENAC CALIBRACIÓN Nº 231/LC10.192

Las actividades marcadas con (#) no están amparadas por la acreditación de ENAC

Activities marked with (#) are not covered with the ENAC accreditation

Iditem: 34157

ÁREA DIMENSIONAL
DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN

CERTIFICADO Nº 79403

1. Descripción del proceso de calibración

Procedimiento: D-1060 (E) Rev._4

Condiciones ambientales:

Temperatura:	20 ºC ± 0.5 ºC
Humedad relativa:	≤ 70% HR

Técnico: JARM

Especificación metrológica: N/A

Método y consideraciones de la calibración:

- Número de medidas realizadas: 1 en cada punto y 5 en el estudio de repetibilidad

Los resultados obtenidos se refieren sólo al instrumento, momento y condiciones en que se realizaron las mediciones, no considerándose la estabilidad del instrumento a más largo plazo.

Observaciones:

2. Lugar de calibración

La calibración ha sido realizada en el Área Dimensional de Simetrycal.

3. Trazabilidad

Referencia de los patrones utilizados en la calibración: 82

Los patrones e instrumentos utilizados en esta calibración gozan de la garantía de trazabilidad, mediante las certificaciones emitidas por los correspondientes laboratorios nacionales e internacionales reconocidos.

4. Incertidumbre de calibración

Para estimar la incertidumbre de calibración se han considerado las contribuciones de los patrones, del método de medida, de las condiciones ambientales y del instrumento calibrado.

La incertidumbre expandida de medida indicada en las tablas de resultados, se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EA4/02 M:2013 y la guía para la expresión de la incertidumbre de medida JCGM 100.

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA A SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ÁREA DIMENSIONAL

DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN

CERTIFICADO Nº 79403

Los parámetros utilizados para expresar los resultados son los siguientes:

fe : error de indicación. Es la diferencia de ordenadas entre el punto más alto y el más bajo del gráfico de las desviaciones efectuadas alto en todo el campo de medida, con el comparador entrando (o sea desplazando el palpador contra la fuerza de medida).

fg : error de indicación total. Es la diferencia de ordenadas entre el punto más alto y el más bajo del gráfico de las desviaciones efectuadas en todo el campo de medida, con el comparador entrando y saliendo. El error de indicación total comprende el error de inversión fu.

fu : error de inversión. Es la diferencia de ordenadas entre las indicaciones de la misma magnitud medida con el comparador entrando y saliendo.

ft : error de indicación parcial. Es la diferencia de ordenadas entre el punto más alto y el más bajo de las desviaciones encontradas, con el comparador entrando, en un intervalo de medición de 10 divisiones de escala, de los valores máximos y mínimos encontrados

fw : repetibilidad. Es la diferencia entre el valor mayor y menor obtenidos al repetir la medida, en un determinado punto del campo de medida.

Estos parámetros son los indicados en la norma UNE 82-310-85.

Los valores indicados en la gráfica de la siguiente página, en la columna "Tolerancias" son orientativos, sin ninguna validez metrológica.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Parámetro	f_e	f_g	f_u	f_t	f_w
Resultado (µm)	11.6	12.9	1.4	2.9	2.7

La incertidumbre de calibración ha sido de 0.010 mm, con v eff = 19 y k = 2.28

La capacidad de medida del equipo es de 50 mm y su división de escala es de 0.01 mm

 # Actividades no amparadas por la acreditación ENAC: No aplica

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA A SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ÁREA DIMENSIONAL
DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN

CERTIFICADO Nº 79403

Mahr

Protocolo de ensayo

Mahr GmbH Göttingen
Brauweg 38
37073 Göttingen

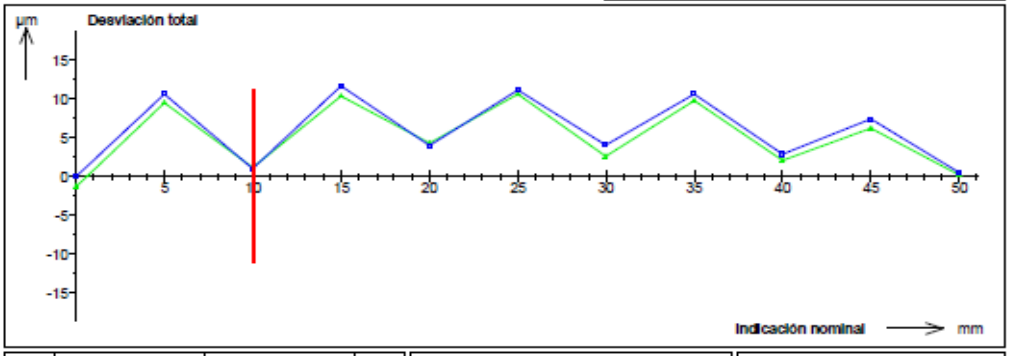
V 3.07-5

Medidora:		Nº de protocolo:	12638
Ultima calibración:	13/04/2015	Página:	1 de 1
Tarea de med.:	Comparador con cuadrante, indicad	Departamento:	
	y comparador de palanca	Verificador:	cam

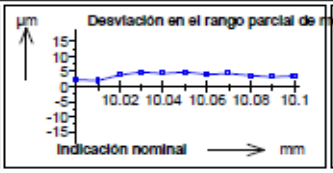
Objeto	: Comparador con cuadrante	Rango de medición	: 50 mm
Fabricante	: mitutoyo	Division de la escala	: 0.01 mm
Tipo	: Comparador con cuadrante		

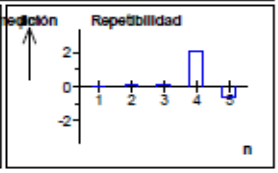
Verificación según : -
Paso de verificación : 500 div

Espiga entrante
Espiga saliente



	Resultados	Tolerancias	
fe	11.56	15.00	µm
fges	12.93	17.00	µm
fu	1.43	3.00	µm
ft	2.86	5.00	µm
fw	2.65	3.00	µm





Resultado total de verificación funcional y visual : Correcto

Resultado completo correcto

La trazabilidad a patrones nacionales está garantizada mediante la calibración de la máquina universal de medida Precimar 828 CiM con el sistema láser ZLI 150 (certificado de calibración nº 95114/10078700) y juego de bloques patrón nº 1242900 (certificado de calibración nº 4341 PTB 03).

Comentarios:

Fecha de ensayo: 14/01/2022

Verificador: .....
(cam)

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA A SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número **79406**

Number

SERVICIOS INTEGRALES DE METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN S.L.
Escuela Superior de Ingenieros
Edif. Talleres y Laboratorios. Módulo L3.
C/ Camino de los Descubrimientos, s/n.
Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla.
Teléfono +34 954 487 383 / 476
simetrycal@simetrycal.com

OBJETO: *Item*	**COMPARADOR**
FABRICANTE: *Manufacturer:*	**MITUTOYO**
MARCA/MODELO: *Trademark/Type*	**3058S-19**
IDENTIFICACIÓN: *Identification*	**ZJX040**
SOLICITANTE: *Applicant*	**ELABOREX, S.L.**
DIRECCIÓN: *Address*	**Poligono Industrial El Nevero 06006 BADAJOZ (BADAJOZ)**
FECHA/S DE CALIBRACIÓN: *Date /s of calibration*	**14/01/2022**

PERSONA(S) QUE AUTORIZA(N)/
Person(s)authorizing

Fecha de emisión (junto a la firma)
Date of issue (next to the signature)

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI) u otras referencias internacionalmente aceptadas (cuando no es posible la trazabilidad al SI)

This certificate is issued in accordance with the conditions of the accreditation granted by ENAC which has evaluated the laboratory's calibration and measurement capabilities and its measurement traceability to the SI system of units or other internationally accepted references (when

ilac-MRA ENAC CALIBRACIÓN Nº 231/LC10.192

Las actividades marcadas con (#) no están amparadas por la acreditación de ENAC

Activities marked with (#) are not covered with the ENAC accreditation

Iditem: 41427

ÁREA DIMENSIONAL
DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN

CERTIFICADO Nº 79406

1. Descripción del proceso de calibración

Procedimiento: D-1060 (E) Rev._4

Condiciones ambientales:

Temperatura:	20 ºC ± 0.5 ºC
Humedad relativa:	≤ 70% HR

Técnico: JARM

Especificación metrológica: N/A

Método y consideraciones de la calibración:

- Número de medidas realizadas: 1 en cada punto y 5 en el estudio de repetibilidad

Los resultados obtenidos se refieren sólo al instrumento, momento y condiciones en que se realizaron las mediciones, no considerándose la estabilidad del instrumento a más largo plazo.

Observaciones:

2. Lugar de calibración

La calibración ha sido realizada en el Área Dimensional de Simetrycal.

3. Trazabilidad

Referencia de los patrones utilizados en la calibración: 82

Los patrones e instrumentos utilizados en esta calibración gozan de la garantía de trazabilidad, mediante las certificaciones emitidas por los correspondientes laboratorios nacionales e internacionales reconocidos.

4. Incertidumbre de calibración

Para estimar la incertidumbre de calibración se han considerado las contribuciones de los patrones, del método de medida, de las condiciones ambientales y del instrumento calibrado.

La incertidumbre expandida de medida indicada en las tablas de resultados, se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EA4/02 M:2013 y la guía para la expresión de la incertidumbre de medida JCGM 100.

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA A SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ÁREA DIMENSIONAL

DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN

CERTIFICADO Nº 79406

Los parámetros utilizados para expresar los resultados son los siguientes:

fe : error de indicación. Es la diferencia de ordenadas entre el punto más alto y el más bajo del gráfico de las desviaciones efectuadas alto en todo el campo de medida, con el comparador entrando (o sea desplazando el palpador contra la fuerza de medida).

fg : error de indicación total. Es la diferencia de ordenadas entre el punto más alto y el más bajo del gráfico de las desviaciones efectuadas en todo el campo de medida, con el comparador entrando y saliendo. El error de indicación total comprende el error de inversión fu.

fu : error de inversión. Es la diferencia de ordenadas entre las indicaciones de la misma magnitud medida con el comparador entrando y saliendo.

ft : error de indicación parcial. Es la diferencia de ordenadas entre el punto más alto y el más bajo de las desviaciones encontradas, con el comparador entrando, en un intervalo de medición de 10 divisiones de escala, de los valores máximos y mínimos encontrados

fw : repetibilidad. Es la diferencia entre el valor mayor y menor obtenidos al repetir la medida, en un determinado punto del campo de medida.

Estos parámetros son los indicados en la norma UNE 82-310-85.

Los valores indicados en la gráfica de la siguiente página, en la columna "Tolerancias" son orientativos, sin ninguna validez metrológica.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Parámetro	f_e	f_g	f_u	f_t	f_w
Resultado (µm)	13.7	16.0	3.9	3.5	1.4

La incertidumbre de calibración ha sido de 0.010 mm

La capacidad de medida del equipo es de 50 mm y su división de escala es de 0.01 mm

 # Actividades no amparadas por la acreditación ENAC: No aplica

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA A SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

ÁREA DIMENSIONAL

DESCRIPCIÓN DE LA CALIBRACIÓN

CERTIFICADO Nº 79406

Protocolo de ensayo

Mahr GmbH Göttingen
Brauweg 38
37073 Göttingen

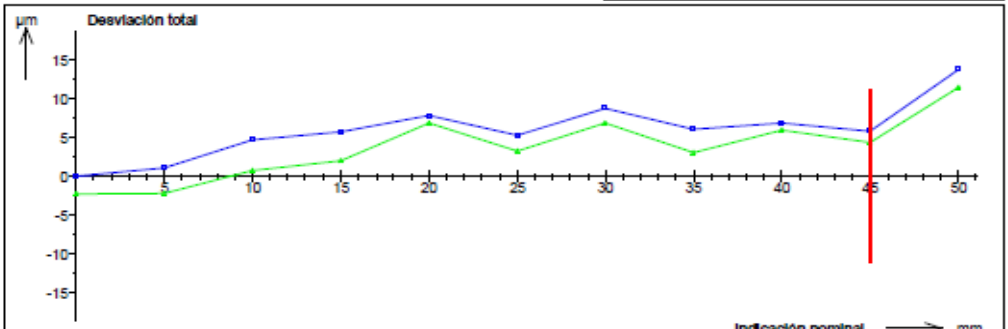
V 3.07-5

Medidora:		Nº de protocolo:	12639
Ultima calibración:	13/04/2015	Página:	1 de 1
Tarea de med.:	Comparador con cuadrante, indicad	Departamento:	
	y comparador de palanca	Verificador:	cam

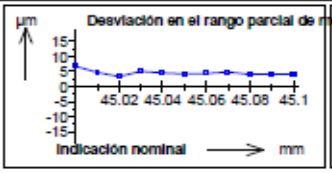
Objeto	: Comparador con cuadrante	Rango de medición	: 50 mm
Fabricante	: mitutoyo	Division de la escala	: 0.01 mm
Tipo	: Comparador con cuadrante		

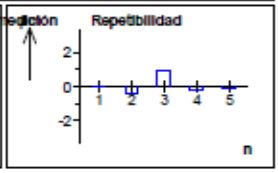
Verificación según : -
Paso de verificación : 500 div

* Tolerancia sobrepasada
Espiga entrante
Espiga saliente



	Resultados	Tolerancias	
fe	13.68	15.00	µm
fges	15.99	17.00	µm
fu	* 3.93	3.00	µm
ft	3.45	5.00	µm
fw	1.40	3.00	µm





Resultado total de verificación funcional y visual : Correcto

Resultado completo incorrecto

La trazabilidad a patrones nacionales está garantizada mediante la calibración de la máquina universal de medida Precimar 828 CiM con el sistema láser ZLI 150 (certificado de calibración nº 95114/10078700) y juego de bloques patrón nº 1242900 (certificado de calibración nº 4341 PTB 03).

Comentarios:

Fecha de ensayo: 14/01/2022

Verificador: .....
(cam)

ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA A SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration

Número **78778**

Number

Nº Expediente 21-1343

Expedient Number

TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L.
C/ Luis Vives, 13 - Pol. Ind. Codein
Fuenlabrada 28946 MADRID
Tlf: 916153105
Fax: 916153115
E-mail: tcccorrea@hotmail.com

TCC S.L.

OBJETO *Item*	Transductor de Fuerza
MARCA *Mark*	DINACELL
MODELO *Model*	CTC T0015AC — Sentido: Tracción
IDENTIFICACIÓN *Identification*	18P2347M1
CÓDIGO *Code*	165
SOLICITANTE *Applicant*	ELABOREX P. I. El Nevero, C/ Quince 44 06006 Badajoz
FECHA DE CALIBRACIÓN *Date of calibration*	29/11/2021

Signatario/s autorizado/s

Authorized signatory ies

Carlos A. Correa Pardo
Jefe de Laboratorio

Fecha de Emisión 01/12/2021

Date of issue

T.C.C., S.L.
Técnicas de Calibración y Control
(Laboratorio) Tel. 91 615 31 05

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales. ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de Calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Este certificado NO podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC, which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards. ENAC is one of the signatories of the multilateral agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC). This certificate may NOT be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing laboratory.

ENAC
CALIBRACIÓN
Nº 55/LC10.034

TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L.
C/ Luis Vives, 13 - Pol. Ind. Codein
Fuenlabrada 28946 MADRID
Tlf: 916153105
Fax: 916153115
E-mail: tcccorrea@hotmail.com

TCC S.L.

Número de Calibración: 78778 Número de Expediente: 21-1343

1.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración del instrumento se ha efectuado según las prescripciones de la norma española UNE-EN ISO 376:2011. La calibración del Instrumento se ha realizado en base al procedimiento técnico PEC/TCC/02 rev. 20 abril 2020 establecido por Técnicas de Calibración y Control.

2.- DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

	Transductor de Fuerza
Tipo:	
Fabricante:	DINACELL
Modelo:	CTC T0015AC
N° de serie:	18P2347M1
Alcance/Capacidad:	150 kN
Sentido de la fuerza:	Tracción
Elementos auxiliares:	Bulón
Código:	165

Equipo Indicador

Fabricante:	CODEIN
Modelo:	DFI
N° de serie:	18007

3.- MEDIOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN

3.1- Puente de medida patrón

Marca:	H.B.M.
Modelo:	ML30
N° serie:	801044229 (71730622)
Código:	CO.061

3.2- Transductores de fuerza patrón

Marca:	H.B.M.
Modelo:	Z4A-G-20
N° serie:	53930024
Código:	CO.041
Capacidad:	20 kN
Certificado:	200645002
Fecha:	26/05/2020

Marca:	H.B.M.
Modelo:	U15
N° serie:	023520S
Código:	CO.109
Capacidad:	250 kN
Certificado:	200645004
Fecha:	25/05/2020

3.3 Instrumentos climáticos patrón

Termohigrómetro:

Marca:	Testo
Modelo:	175H1
N° serie:	40309456/107
Código:	CO.099
Certificado:	21/LCM/75397
Fecha:	13/07/2021

T.C.C., S.L.
Técnicas de Calibración y Control
(Laboratorio) Tel. 91 615 31 05

4.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Fecha de Recepción:	24/11/2021	Fecha de Calibración:	29/11/2021
Temperatura Inicial (ºC):	19,2	Temperatura Final (ºC):	19,2
Humedad Relativa (%):	37,2	*No se ha aplicado ninguna corrección por temperatura.	

5.- LUGAR DE CALIBRACIÓN

Técnicas de Calibración y Control
Polígono Industrial Codein, C/Luis Vives, 13-15
28946 Fuenlabrada (Madrid)

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo por completo.

TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L.
C/ Luis Vives, 13 - Pol. Ind. Codein
Fuenlabrada 28946 MADRID
Tlf: 916153105
Fax: 916153115
E-mail: tcccorrea@hotmail.com

TCC S.L.

Número de Calibración: 78778 Número de Expediente: 21-1343

6.- CONEXIONADO CON EL INDICADOR

La conexión entre indicador y transductor se hace mediante: Cable

7.- ETIQUETADO

Se ha colocado sobre el instrumento calibrado la pertinente etiqueta de calibración.

8.- RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Todos los resultados obtenidos de la calibración han sido detallados en las siguiente hojas de este certificado, correspondiente a los datos y resultados de la escala calibrada. En ella se encuentra asi mismo las desviaciones e incertidumbres asignada a la escala calibrada. Así mismo, los resultados contenido en dicho certificado se refieren al momento y condiciones en que se ha realizado la calibración, no siendo responsable el laboratorio que lo emite de los perjuicios que pudieran derivarse del uso.

8.1.- Series de medidas F: fuerza aplicada: [kN] X: deformaciones: [kN]

Resolución del equipo indicador (r): 0,01 [kN]

F [kN]	X1 (0° ↑)	X2 (0° ↑)	X3 (120° ↑)	X4 (120° ↓)	X5 (240° ↑)	X6 (240° ↓)	X_{wr} (X_1-X_2)	X_r (X_1-X_3-X_5)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00
10	-9,97	-9,98	-9,97	-10,00	-9,98	-9,99	-9,98	-9,97
20	-19,98	-19,98	-19,97	-20,01	-19,98	-20,01	-19,98	-19,98
40	-39,97	-39,98	-39,97	-40,03	-39,97	-40,02	-39,98	-39,97
60	-60,00	-60,00	-60,00	-60,07	-60,01	-60,07	-60,00	-60,00
80	-80,01	-80,02	-80,01	-80,09	-80,02	-80,09	-80,02	-80,01
100	-100,07	-100,07	-100,06	-100,11	-100,07	-100,11	-100,07	-100,07
120	-120,10	-120,11	-120,11	-120,13	-120,11	-120,14	-120,11	-120,11
140	-140,14	-140,15	-140,13	-140,14	-140,14	-140,14	-140,15	-140,14
150	-150,15	-150,15	-150,16	-150,16	-150,16	-150,16	-150,15	-150,16
0	0,00	0,00						

Señal media a fondo de escala (Xr): -150,16 [kN]

8.2.- Error relativo de cero (f0)

Indicación a fuerza nula: 0,00 [kN]

$$f_0(X_i) = \frac{X_{if} - X_{i0}}{X_N} \cdot 100$$

$f_0(X_1)$	$f_0(X_1)$	$f_0(X_3$-$X_4)$	$f_0(X_5$-$X_6)$
0,00	0,00	0,00	0,00

X_{if}: Señal de vuelta de cero de cada serie.
X_{i0}: Señal de cero inicial de cada serie, antes de aplicar la fuerza.
X_N: Señal a fondo de escala de cada serie.

f_0= Máximo de $f_0(X_i)$ ⇨ f_0 = 0,00 %

T.C.C., S.L. Técnicas de Calibración y Control (Laboratorio) Tel. 91 615 31 05

Los resultados reflejados en el certificado se refieren exclusivamente al equipo calibrado en sí, cuya identificación se reseña en la página 1 de este informe y a las condiciones especificas en que ha sido comprobado, indicadas por las normas citadas en el certificado

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo por completo.

Este documento consta de un total de 5 páginas.

TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L.
C/ Luis Vives, 13 - Pol. Ind. Codein
Fuenlabrada 28946 MADRID
Tlf: 916153105
Fax: 916153115
E-mail: tcccorrea@hotmail.com

TCC S.L.

Número de Calibración: 78778 Número de Expediente: 21-1343

8.3.- Errores relativos de reproducibilidad (b), repetibilidad (b´), de interpolación (fc) y de reversibilidad (v)

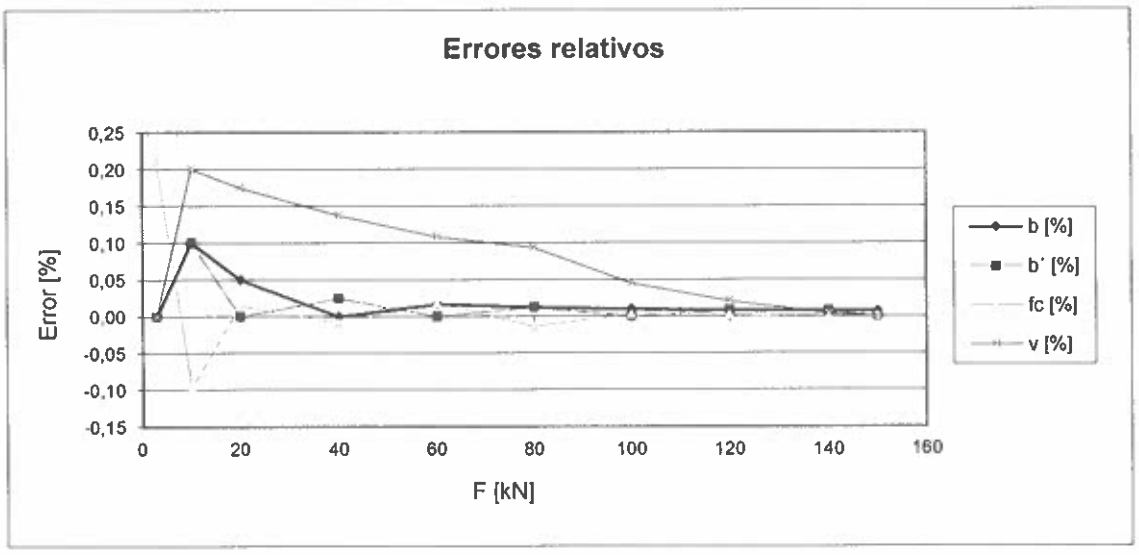
F [kN]	b [%]	b' [%]	f_c [%]	v [%]
3	0,00	0,00	0,21	0,00
10	0,10	0,10	-0,10	0,20
20	0,05	0,00	0,01	0,18
40	0,00	0,03	-0,01	0,14
60	0,02	0,00	0,02	0,11
80	0,01	0,01	-0,01	0,09
100	0,01	0,00	0,00	0,04
120	0,01	0,01	0,00	0,02
140	0,01	0,01	0,00	0,00
150	0,01	0,00	0,00	0,00

X_a [kN]
-2,99
-9,98
-19,97
-39,97
-59,99
-80,02
-100,06
-120,10
-140,14
-150,15

$$X_r = \frac{X_1 + X_3 + X_5}{3} \qquad X_{wr} = \frac{X_1 + X_2}{2} \qquad b = \left| \frac{X_{max} - X_{min}}{X_r} \right| \cdot 100 \qquad b' = \left| \frac{X_2 - X_1}{X_{wr}} \right| \cdot 100$$

$$f_c = \left| \frac{X_r - X_a}{X_a} \right| \cdot 100 \qquad v_1 = \left| \frac{X_4 - X_3}{X_3} \right| \cdot 100 \qquad v_2 = \frac{X_6 - X_5}{X_3} \cdot 100 \qquad v = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

X_a: Valor de deformación calculado (polinomio).



8.4.- Polinomio

Deformación (X, Xa) en: [kN] Valor de fuerza (F, Fa) en: [kN]

Directo:

$X_a = C + D \cdot F + E \cdot F^2 + G \cdot F^3$

C	D	E	G
5,76105E-04	-9,97987E-01	-3,89991E-05	1,24492E-07

Inverso:

$F_a = P + R \cdot X + S \cdot X^2 + T \cdot X^3$

P	R	S	T
6,32539E-04	-1,00201E+00	-3,89036E-05	-1,24136E-07

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo por completo.
Este documento consta de un total de 5 páginas.

T.C.C., S.L.
Técnicas de Calibración y Control
(Laboratorio) Tel. 91 615 31 05

TÉCNICAS DE CALIBRACIÓN Y CONTROL, S.L.
C/ Luis Vives, 13 - Pol. Ind. Codein
Fuenlabrada 28946 MADRID
Tlf: 916153105
Fax: 916153115
E-mail: tcccorrea@hotmail.com

TCC S.L.

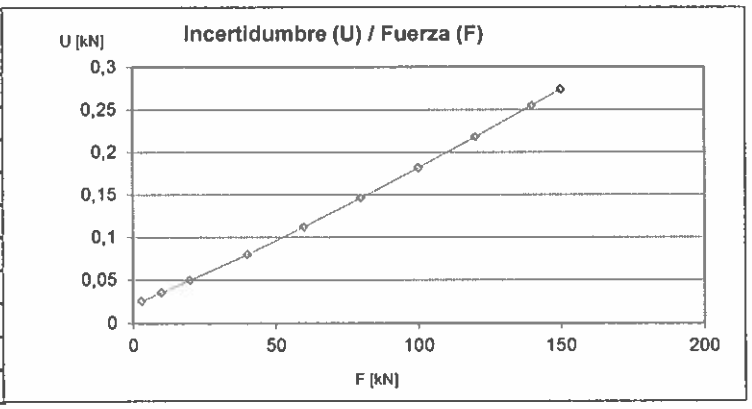
Número de Calibración: 78778 Número de Expediente: 21-1343

9.- INCERTIDUMBRE DEL EQUIPO

La incertidumbre de medida expandida Ues dada por una curva de ajuste cuyos coeficientes se han multiplicado por un factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al Doc. EA4/02 M:2013. Para la evaluación de las incertidumbres se han tenido en cuenta las siguientes contribuciones: error relativo de reproducibilidad (b), error relativo de repetibilidad (b´), error relativo de reversibilidad (v), error relativo de cero (fo), error relativo de interpolación (fc), la resolución del dispositivo indicador y la máquina patrón de fuerza, incluido el transductor patrón.

9.1.- Incertidumbre expandida, expresada en unidades de fuerza

F [kN]	X_r [kN]	U [kN]	U [%]
3	-3,00	0,026	0,86
10	-9,97	0,035	0,35
20	-19,98	0,049	0,25
40	-39,97	0,079	0,20
60	-60,00	0,112	0,19
80	-80,01	0,146	0,18
100	-100,07	0,181	0,18
120	-120,11	0,218	0,18
140	-140,14	0,255	0,18
150	-150,16	0,273	0,18



Polinomio para la incertidumbre:
$F = H + I \cdot F + J \cdot F^2 + K \cdot F^3$

H	I	J	K
2,17249E-02	1,31238E-03	3,59380E-06	-7,70904E-09

10.- CLASIFICACIÓN

Teniendo en cuenta las características del instrumento, los valores de error obtenidos y las incertidumbres en las fuerzas de calibración, el rango de clasificación del instrumento, según UNE-EN ISO-376:2011,comprende desde el valor mínimo hasta el máximo indicado en la siguiente tabla.

Clase	Desde [kN]
Sin clase	3
Clase 1	10

T.C.C., S.L.
Técnicas de Calibración y Control
(Laboratorio) Tel. 91 615 31 05

La reproducción de este documento se autoriza únicamente en caso de reproducirlo por completo.
Este documento consta de un total de 5 páginas.